

# Овощи России

научно-практический журнал  
Подписной индекс в объединенном каталоге «Пресса России» 13168

Профессиональный взгляд

ISSN 2072-9146

5 2017

Журнал для ученых  
и практиков овощеводства,  
селекционеров, семеноводов  
и овощеводов-любителей

*С Рождеством!*



Учредитель и издатель журнала:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный научный центр овощеводства»  
(ФГБНУ ФНЦО)



## Уважаемые коллеги!

На базе Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО) в период с 6 по 17 августа 2018 года под руководством Департамента растениеводства, химизации и защиты растений МСХ РФ, ФГБНУ ФНЦО, ФАНО, Ассоциации «Сортсемовоощ», ФГБУ «Россельхозцентр» будут проходить **курсы по подготовке агрономов-апробаторов овощных, бахчевых и цветочных культур.**

После обучения будут выданы: договор, счет, счет-фактура, пакет нормативных документов и удостоверение об окончании курсов.

**Адрес:** 143072, Московская обл., Одинцовский р-н, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14.

**Проезд:** от Белорусского вокзала или от метро Беговая, Кунцевская, Фили электропоездом до ж/д станции Пионерская. Выход из 1-го вагона налево через мост, далее через Можайское шоссе до института ВНИИССОК.

**Оплата обучения** на курсах составляет 20870 руб.

Проживание в гостинице по адресу: п.ВНИИССОК, ул. Дружбы, д.4. Стоимость проживания + 3-разовое питание в гостинице в наличной или безналичной форме составляет 1800 рублей в сутки.

**Проезд до гостиницы:** от Белорусского вокзала электропоездом до станции Одинцово, далее автобусом № 72 до конечной остановки п. ВНИИССОК.

В рамках курсов предусмотрена экскурсия в РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева.

### Контактные телефоны:

1. Ассоциация «Сортсемовоощ», тел. +7 (495)963-46-79, моб. +7-916-604-43-63.

2. ФГБНУ ФНЦО: тел.8(495)599-24-42; факс 8(495)599-22-77

[приемная директора института Солдатенко Алексея Васильевича, секретарь директора]

Главный бухгалтер: тел. 8(495)599-13-22

Ответственный за проведение курсов: Павлов Леонид Васильевич;  
тел. +7 (495)594-77-24

E-mail: pavlov.l.v@vniissok.ru

Подробная информация размещена на сайте: [www.vniissok.ru](http://www.vniissok.ru)



# Овощи России

VEGETABLE CROPS OF RUSSIA

The journal of science and practical applications in agriculture № 5/2017  
Published since 2008

The journal is recommended for scientists and practicable offers, farmers,  
plant breeders, amateurs in agriculture and vegetable growing.

## The journal founder & publisher:

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center

## Editor in Chief

Pivovarov V.F. – Academician of RAS, a scientific director of Federal Scientific Vegetable Center

## Editorial Board

Balashova I.T. – Principal Scientist, PhD, biology,  
FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Bondareva L.L. – Principal Scientist, PhD, agriculture,  
FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Gins M.S. – Principal Scientist, PhD, biology,  
FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Golubkina N.A. – Principal Scientist, PhD, agriculture,  
FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Danailov Zh.P. – Principal Scientist, PhD, agriculture, Fund «Research investigations»  
at the Ministry of Education and Science of Bulgaria, Sofia, Bulgaria

Zhuravleva E.V. – Principal Scientist, PhD, agriculture, Federal Agency  
for Scientific Organizations of Russian Federation

Kalashnikova E.A. – Principal Scientist, PhD, biology, Russian State Agrarian University –  
Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Levko G.D. – Principal Scientist, PhD, agriculture,  
FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, VNIISOK, Russia

Mamedov M.I. – Principal Scientist, PhD, agriculture,  
FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Nadezhkin S.M. – Principal Scientist, PhD, biology,  
FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Pavlov L.V. – Principal Scientist, PhD, agriculture,  
FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Pizengolits V.M. – Doctor of Science, Economics, Department of technosphere safety  
of the agrarian-technological institution of the PFUR, Professor of the chair  
of economics of enterprises and business activity of the faculty of economics  
of the Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Pyshnaya O.N. – Principal Scientist, PhD, agriculture,  
FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Prokhorov V.N. – Principal Scientist, PhD, biology, Federal State Scientific Institution  
«V.F. Kuprevich Institute of experimental botany National academy of Science of Belarus», Minsk, Belarus

Rasin A.F. – Principal Scientist, PhD, economy, All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable  
Growing, Branch of the Federal Budget Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Sirota S.M. – Principal Scientist, PhD, agriculture, Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Skorina V.V. – Principal Scientist, PhD, agriculture, «Belarusian State Academy  
of Agriculture», Gorki, Mogilev region, Belarus

Soldatenko A.V. – Principal Scientist, PhD, agriculture, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center,  
Moscow district, Russia

Startsev V.I. – Principal Scientist, PhD, agriculture, FSB «Federal State Commission  
of the Russian Federation for Selection Achievements Test and Protection», Moscow, Russia

Timin N.I. – Principal Scientist, PhD, agriculture, Federal Scientific Vegetable Center, Russia

Ushachev I.G. – Academician of the Russian Academy of Science, Head  
of the FSBSI «All-Russian Research Scientific Institution of Economy of Agriculture», Moscow, Russia.

Chesnokov Yu.V. – Principal Scientist, PhD, biology,

FSBSI «Agrophysical Research Institute», St.-Petersburg, Russia

Shmilkova N.A. – Principal Scientist, PhD, agriculture, LLC 'IPHAR', Tomsk, Russia

## Responsible Scientific Editor

M.M. Tareeva, PhD, agriculture, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Moscow district, Russia

## Translation

A.S. Domblides, PhD, agriculture, FSBSI Federal Scientific Vegetable Center, Moscow district, Russia

## Bibliographer

A.G. Razorenova

## Photographing

A.P. Lebedev

## Designer

K.V. Yansitov (Original model and imposition)

## Address of the publishing office:

Federal State Budgetary Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center,  
Selektionnaya St., 14, VNIISOK, Odintsovo region, Moscow district,  
Russia, 143080, Editorial and Publishing Unit

Email: vegetables.of.russia@yandex.ru

http://www.vegetables.su

Tel.: +7(495)5992442, +7(495)5947722

Recopying materials require reference to the journal to be made. Publishing staff do not bear the responsibility for information included in advertisements. Publisher reserves the right to make alterations in manuscripts in case of lack of correspondence with the issue subject and technical requirements

This issue is registered in the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media (Roskomnadzor).

The license ПИ №ФС7760061 of the 10th December 2014

Circulation is 1000 copies

Научно-практический журнал № 5/2017

Издаётся с декабря 2008 г.

Журнал предназначен для ученых и практиков овощеводства, селекционеров, семеноводов и овощеводов-любителей

## Учредитель и издатель журнала:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)

## Главный редактор

В.Ф. Пивоваров – академик РАН, научный руководитель ФГБНУ ФНЦО

## Редакционный совет

Балашова И.Т. – доктор биол. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Бондарева Л.Л. – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Гинс М.С. – доктор биол. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Голубкина Н.А. – доктор биол. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Данаилов Ж.П. – доктор с.-х. наук, Фонд «Научные исследования» Министерства образования и науки Болгарии, София, Болгария

Журавлева Е.В. – доктор с.-х. наук, ФАНО России

Игнатов А.Н. – доктор биол. наук, Федеральный исследовательский центр фундаментальных основ биотехнологии, Москва, Россия

Левко Г.Д. – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Мамедов М.И. – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Надеждин С.М. – доктор биол. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Павлов Л.В. – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Пизенгольц В.М. – доктор экон. наук,

Департамент техносферной безопасности Агротехнологического института РУДН, профессор кафедры экономики предприятия и предпринимательства экономического факультета РУДН, Москва, Россия

Пышная О.Н. – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Прохоров В.П. – доктор биол. наук, Институт экспериментальной ботаники НАН Беларусь, Белорусская ГСХА, ГНУ «Институт экспериментальной ботаники им. В.Ф. Купревича НАН Беларусь», Минск, Республика Беларусь

Разин А.Ф. – доктор экон. наук, Всероссийский НИИ овощеводства – филиал ФГБНУ ФНЦО, Россия

Сирота С.М. – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Скорина В.В. – доктор с.-х. наук, УО «Белорусская ГСХА», г.Горки, Могилевская обл.,  
Республика Беларусь

Солдатенко А.В. – доктор с.-х. наук, директор ФГБНУ ФНЦО, Россия

Старцов В.И. – доктор с.-х. наук, ФГБУ «Государственная комиссия РФ по испытанию и охране селекционных достижений», Москва, Россия

Тимин Н.И. – доктор с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО, Россия

Ушачев И.Г. – доктор экон. наук, академик РАН, директор ВНИИЭСХ, Москва, Россия

Чесноков Ю.В. – доктор биол. наук, ФГБНУ «Агрофизический научно-исследовательский институт», Санкт-Петербург, Россия

Шмыкова Н.А. – доктор с.-х. наук, ООО "ИФАР", Россия

## Ответственный редактор

М.М. Тареева – кандидат с. х. наук, ФГБНУ ФНЦО

## Перевод на английский язык

А.С. Домбльдес, кандидат с.-х. наук, ФГБНУ ФНЦО

## Библиограф

Разорёнова А.Г., ФГБНУ ФНЦО

## Фото

А.П. Лебедев

## Дизайн и верстка

К.В. Янситов

## Адрес редакции:

143080, Московская область, Одинцовский район, п/о Лесной городок, пос. ВНИИССОК, ул.

Селекционная, д. 14, Издательство ФНЦО

E-mail: vegetables.of.russia@yandex.ru

http://www.vegetables.su

Тел: +7(495)5992442, +7(495)5947722

Факс: +7(495) 5992277

Журнал в 2016 году включен в базу данных AGRIS

(Agricultural Research Information System) – Международную информационную систему по сельскому хозяйству и смежным с ним отраслям.

Редакция журнала не несет ответственность за информацию, содержащуюся в рекламе. Редакция оставляет за собой право вносить изменения в предоставленные материалы в случае их несоответствия техническим требованиям и некорректной смысловой нагрузки. Точка зрения авторов может не совпадать с точкой зрения редакции.

Издание зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство ПИ № ФС 7760061 от 10 декабря 2014 года

Тираж 1000 экземпляров. Подписано в печать 29.12.2017

Отпечатано в типографии: ООО «Издат-Черноземье»

г. Воронеж, ул. Краснодонская, 161

**СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ**

Рудакова А.С., Рудаков С.В., Артемьева А.М., Курина А.Б., Кочерина Н.В., Чесноков Ю.В.	
Изучение полиморфизма эстеразного состава зрелых семян образцов редиса ( <i>Raphanus sativus</i> L.) коллекции ВИР.	3
Курина А.Б., Хмелинская Т.В., Артемьева А.М.	
Генетическое разнообразие корнеплодных растений <i>Raphanus sativus</i> L. (редис и редька) коллекции ВИР.	9
Мамедов М.И., Енгальчев М.Р.	
Морфологические и репродуктивные особенности растений <i>Physalis</i> spp. в условиях умеренного климата.	14
Козловская Е.А., Пышная О.Н., Мамедов М.И., Джос Е.А., Митрофанова О.А.	
Внутристоровые скрещивания как метод повышения адаптивного потенциала исходного материала.	18
Штайнерт Т.В., Алиуев А.В., Авдеенко Л.М.	
Агробиологическая оценка селекционных образцов редиса в условиях пригорода Новосибирска.	21
Виротц Т.С., Домбладес Е.А., Шмыкова Н.А., Федорова М.И., Кан Л.Ю., Домбладес А.С.	
Получение DH-растений в культуре микроспор моркови.	25
Наджиев Ж.Н.	
Наследование признака устойчивости к галловым нематодам у гибридов F <sub>1</sub> баклажана.	31
Романов В.С., Кан Л.Ю., Тимин Н.И., Домбладес А.С., Молчанова А.В., Тареева М.М.	
Характеристика гибридов между <i>Allium cepa</i> L. и <i>Allium nutans</i> L. по биохимическому составу.	33
Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухарова А.Р.	
Изменчивость, корреляция и факторы формирования морфологических параметров семян укропа.	37

**ОВОЩЕВОДСТВО**

Пронина Е.П., Котляр И.П., Ушаков В.А., Кривенков Л.В.	
Совинтер – новый среднеспелый сорт гороха овощного для консервной промышленности.	43
Расулов Ф.Ф.	
Схемы посадки перца сладкого летнего срока возделывания.	45
Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Д., Разин О.А.	
Технология выращивания вешенки в условиях замкнутого цикла производства.	47
Крячко Т.И., Малкина В.Д., Голубкина Н.А., Павлов Л.В., Бондарева Л.П.	
Разработка технологии и нормативной документации на импортозамещающий продукт переработки брокколи.	51
Фотев Ю.В., Кукушкина Т.А., Чанкина О.В., Белоусова В.П.	
Хауттюния ( <i>Houttuynia cordata</i> Thunb.) – новая для России овощная и лекарственная культура (морфологические особенности и биохимический состав).	57
Вытнова О.М., Евсюева Е.А.	
Действие сидератов, минеральных удобрений и гумата на засорённость посевов и урожайность корнеплодов цикория корневого.	62
Вытнова О.М., Новикова И.А.	
Хозяйственное значение и целебные свойства культуры цикория.	65
Надежкин С.М., Гаплав М.Ш.	
Моделирование урожайности и качества столовых корнеплодов при использовании различных агротехнических приемов.	67
Громакова Н.В.	
Исследование влияния биочара на рост и развитие салата-латука на черноземе обыкновенном.	72
Громакова Н.В.	
Оценка урожая свеклы столовой и картофеля, возделываемых на черноземе обыкновенном, загрязненном тяжелыми металлами.	74
Малеева С.В., Варивода Е.А., Бочерова И.Н.	
Перспективный сорт арбуза Метеор.	76
Никулина Т.М., Курунина Д.П., Галичкина Е.А.	
Новый сорт тыквы Романттика для фермерских хозяйств, приусадебных участков и промышленной переработки.	78

**ФИЗИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ РАСТЕНИЙ**

Сорокопудов В.Н., Сорокопудова О.А., Куклина А.Г., Артиухова А.В., Мячикова Н.И.	
Перспективные формы хеномелеса для использования в функциональном питании.	80
Кулаков В.Г., Капустин С.В.	
Применение извлеченных белков из растительного сырья в функциональном и специализированном питании.	84
Кондратенко В.В., Лялина О.Ю., Посокина Н.Е., Шишлова Е.С., Захарова А.И., Терешонок В.И.	
Исследование влияния высокого и низкого стартового титра в модельных средах на изменение активной и титруемой кислотности при культивировании капусты белокочанной сорта Парус молочнокислыми бактериями <i>L. lactis</i> и <i>L. mesenteroides</i> .	88
Кондратенко В.В., Лялина О.Ю., Посокина Н.Е., Терешонок В.И.	
Влияние состава культуральной среды на развитие <i>Leuconostoc lactis</i> на этапе предварительного ферментирования.	92
Голубкина Н.А., Молчанова А.В., Тареева М.М., Бабак О.Г., Некрасевич Н.А., Кондратьева И.Ю.	
Количественная тонкослойная хроматография в оценке каротиноидного состава томата <i>Solanum lycopersicum</i> .	96

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА	
Закирова Э.Р.	
Финансово-экономическая интеграция как инструмент роста инвестиционного обеспечения агропромышленного производства.	100

**BREEDING AND SEED PRODUCTION OF AGRICULTURAL CROPS**

Rudakova A.S., Rudakov S.V., Artemyeva A.M., Kurina A.B., Kocherina N.V., Chesnokov Yu.V.	
Evaluation of esterase polymorphisms in mature seeds of radish ( <i>Raphanus sativus</i> L.) accessions of VIR collection.	3
Kurina A.B., Khmelnitskaya T.V., Artemyeva A.M.	
Genetic diversity of VIR collections of the <i>Raphanus sativus</i> L. (small radish and radish).	9
Mamedov M.I., Engalychev M.R.	
Morphological and reproductive features of <i>Physalis</i> spp. in temperate climate.	14
Kozlovskaya E.A., Pyshnaya O.N., Mamedov M.I., Dzhos E.A., Mitrofanova O.A.	
Intra-varietal crossing as method to improve adaptation characteristics in initial breeding accessions.	18
Steinhert T.V., Alliuev A.V., Avdeenko L.M.	
Agro-biological assessment of radish accessions at Novosibirsk area.	21
Vjurts T.S., Domblides E.A., Shmykova N.A., Fedorova M.I., Kan L.Ju., Domblides A.S.	
Production of DH-plants in culture of isolated microspore in carrot.	25
Nadzhiev Z.N.	
Inheritance of resistance to root-knot nematodes in eggplant hybrids.	31
Romanov V.S., Kan L.Yu., Timin N.I., Domblides A.S., Molchanova A.V., Tareeva M.M.	
Characterization of hybrids between <i>Allium cepa</i> L. and <i>Allium nutans</i> L.	33
Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Buharova A.R.	
Variability, correlation and factors of formation of morphological parameters of dill seeds.	37

**VEGETABLE PRODUCTION**

Pronina E.P., Kotlyar I.P., Ushakov V.A., Krivenkov L.V.	
A new mid-ripening variety of pea 'Sovinter' for canned-foods industry.	43
Rasulov F.F.	
Scheme planting of sweet pepper in summer term of cultivation.	45
Devochkin N.L., Nurmetov R.D., Razin O.A.	
Technology of growing oyster mushrooms in a closed production cycle.	47
Kryachko T.I., Malkina V.D., Golubkina N.A., Pavlov L.V., Bondareva L.L.	
Development of technology and regulatory documentation on processed broccoli product.	51
Fotev Y.V., Kukushkina T.A., Chankina O.V., Belousova V.P.	
Houttuynia ( <i>Houttuynia cordata</i> Thunb.) – new vegetable and medicinal crop for Russia (morphological features and biochemical composition).	57
Вытнова О.М., Евсюева Е.А.	
Действие сидератов, минеральных удобрений и гумата на засорённость посевов и урожайность корнеплодов цикория корневого.	62
Вытнова О.М., Новикова И.А.	
Хозяйственное значение и целебные свойства культуры цикория.	65
Nadezhkin S.M., Gaplaev M.Sh.	
Modeling of yield and quality of table root crops with the use of different agrotechnical methods.	67
Gromakova N.V.	
Study of Biochar influence on the growth and development of lettuce on Chernozem ordinary.	72
Gromakova N.V.	
Yield assessment of beetroot and potato, cultivated on ordinary chernozem contaminated with heavy metals.	74
Malueva S.V., Varivoda E.A., Bocherova I.N.	
Promising watermelon variety 'Meteor'.	76
Nikulina T.M., Kurunina D.P., Galichkina E.A.	
New cultivar of pumpkin 'Romantika' suitable for farming production, gardening lands and processing.	78

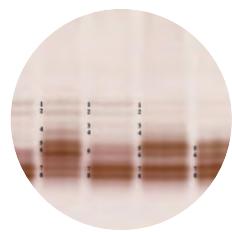
**PLANTS PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY**

Sorokopudov V.N., Sorokopudova O.A., Kuklina A.G., Artjukhova A.B., Myachikova N.I.	
Promising accessions of <i>Chaenomeles</i> and their use in the functional food.	80
Kulakov V.G., Kapustin S.V.	
Utilization of plant proteins in functional nutrition.	84
Kondratenko V.V., Lyalina O.Yu., Posokina N.E., Shishlova E.S., Zakharova A.I., Tereshonok V.I.	
The study of the effect of high and low starting titre in the model environments to changes in active and titratable acidity during the cultivation of white cabbage varieties.	88
Parus lactic acid bacteria <i>L. lactis</i> and <i>L. mesenteroides</i> .	88
Kondratenko V.V., Lyalina O.Yu., Posokina N.E., Tereshonok V.I.	
The influence of the composition of the culture medium on the development of leuconostoc <i>lactis</i> pre-fermentation utilization of plant proteins in functional nutrition.	92
Golubkina N.A., Molchanova A.V., Tareeva M.M., Babak O.G., Nekrashevich N.A., Kondrat'yeva I.Yu.	
Quantitative thin layer chromatography for evaluation of carotenoid composition of tomatoes <i>Solanum lycopersicum</i> .	96

**AGRICULTURAL MANAGEMENT**

Zakirova E.R.	
Financial-economic integration as a tool for increase of investment support of agro-industrial production.	100

# ИЗУЧЕНИЕ ПОЛИМОРФИЗМА ЭСТЕРАЗНОГО СОСТАВА ЗРЕЛЫХ СЕМЯН ОБРАЗЦОВ РЕДИСА (*RAPHANUS SATIVUS L.*) КОЛЛЕКЦИИ ВИР



## EVALUATION OF ESTERASE POLYMORPHISMS IN MATURE SEEDS OF RADISH (*RAPHANUS SATIVUS L.*) ACCESSIONS OF VIR COLLECTION

Рудакова А.С.<sup>1</sup> – к.б.н., ведущий научный сотрудник

лаборатории биохимии растений,

Рудаков С.В.<sup>1</sup> – научный сотрудник лаборатории биохимии растений,

Артемьева А.М.<sup>2</sup> – к.с.-х.н., заведующая отделом

генетических ресурсов овощных и бахчевых культур

Курина А.Б.<sup>2</sup> – аспирант

Кочерина Н.В.<sup>2</sup> – к.б.н., старший научный сотрудник

лаборатории молекулярной и экологической генетики

Чесноков Ю.В.<sup>3</sup> – д.б.н., директор ФГБНУ АФИ

Rudakova A.S.<sup>1</sup>, Ph.D. in Biology, Researcher in Laboratory of Plant Biochemistry

Rudakov S.V.<sup>1</sup>, Researcher in Laboratory of Plant Biochemistry

Artemyeva A.M.<sup>2</sup>, Ph.D. in Agriculture, Head of Vegetable and Cucurbits Crop Plant Genetic Recourses Department

Kurina A.B.<sup>2</sup>, Postgraduate Student

Kocherina N.V.<sup>2</sup>, Ph.D. in Biology, Senior Researcher in Laboratory of Molecular and Ecological Genetics

Chesnokov Yu.V.<sup>3</sup>, Doctor of Sciences in Biology, Director of Agrophysical Research Institute

<sup>1</sup> Государственный университет Молдовы

2009, Республика Молдова, г.Кишинев, ул. Матеевича, д. 60

E-mail: rud-as@mail.ru, rudacov@yahoo.com

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт

генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»

190000, Россия, г.Санкт-Петербург, ул. Большая Морская, д. 42-44  
E-mail: akme11@yandex.ru

<sup>3</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Агрофизический научно-исследовательский институт»

195220, Россия, г.Санкт-Петербург, Гражданский проспект, д. 14  
E-mail: yuv\_chesnokov@agophys.ru

<sup>1</sup> State University of Moldova

Mateevich Str. 60, 2009 Kishinev,

Republic of Moldova

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Scientific Organization

«Federal Research Center N.I. Vavilov

All-Russian Research Institute

of Plant Genetic Resources»

B. Morskaya St., 42-44, St.-Petersburg, 190000, Russia

<sup>3</sup> Federal State Budgetary Scientific Organization

«Agrophysical Research Institute»

Grazhdanskiy Ave., 14, St-Petersburg, 195220, Russia;

E-mail: yuv\_chesnokov@agophys.ru

Проведена биохимическая оценка 25 образцов редиса (*Raphanus sativus L.*) по эстеразным изоферментам зрелых семян. Результаты эксперимента выявили широкий спектр разнообразия среди генотипов, основываясь на их электрофоретических зонах эстеразных изоферментов. Выявленный изоферментный комплекс эстераз был представлен восемью изоформами с молекулярными массами от 37.7 кД до 57.6 кД. Все образцы были разделены на 13 электрофоретических зимотипов, отличающихся друг от друга наличием или отсутствием определенных зон. Наиболее часто встречается электрофоретический зимотип Гр. 1, который включает в себя 24% от общего количества оцененных образцов. С частотой 4% встречаются 8 зимотипов (Гр. 6 – Гр. 13). Три группы (Гр. 2, Гр. 3 и Гр. 4) обладали одинаковой частотой встречаемости – 12%. Зимотип Гр. 5 включал в себя максимальное количество зон – 8. С наименьшим количеством зон (по 4) были обнаружены 2 зимотипа – Гр. 3 и Гр. 12. Мономорфными оказались 2 зоны эстераз – 7 и 8 зоны ( $Mr = 39.7\text{ kD}$  и  $Mr = 37.7\text{ kD}$ , соответственно). Остальные шесть зон оказались полиморфными, т.е. могли отсутствовать в определенных зимотипах. Частота встречаемости каждой зоны в различных зимотипах варьировала от 6.58% до 17.11%. В результате исследования были выделены образцы, которые могут служить наиболее перспективными родительскими формами при проведении генетико-селекционных исследований у данной культуры.

**Ключевые слова:** редис, эстеразы зрелых семян, изоферментный анализ.

**Для цитирования:** Рудакова А.С., Рудаков С.В., Артемьева А.М., Курина А.Б., Кочерина Н.В., Чесноков Ю.В. Изучение полиморфизма эстеразного состава зрелых семян образцов редиса (*Raphanus sativus L.*) коллекции ВИР. Овощи России. 2017;(5):3-8. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-3-8

*A biochemical evaluation of 25 radish accessions (*Raphanus sativus L.*) on esterase isozymes of mature seeds has been carried out. The results of the experiments showed a wide range of diversity among the genotypes based on electrophoretic zones of esterase isoenzymes. The revealed isoenzyme complex of esterases was represented by eight isoforms with molecular weights from 37.7 kD to 57.6 kD. All accessions were divided into 13 electrophoretic zymotypes, differing from each other by the presence or absence of definite zones. The most often observed electrophoretic zymotype is Gr. 1, which includes 24% of the total number of accessions evaluated. There are 8 zymotypes (Gr. 6 - Gr. 13) with a frequency of occurrence 4%. Three groups (Gr. 2 - Gr. 4) had the same frequency of occurrence – 12%. Zymotype of Gr. 5 contains the maximum number of zones – 8. 2 zymotypes – Gr. 3 and Gr. 12 had the smallest number of 4 zones. Two zones of esterases – zones 7 and 8 ( $Mr 39.7\text{ kD}$  and  $Mr 37.7\text{ kD}$ , respectively) were monomorphic. The remaining six zones were polymorphic, i.e. could be absent in some zymotypes. The frequency of occurrence of each zone in different zymotypes has varied from 6.58% to 17.11%. As results of this research the accessions that were selected can become the most promising parent forms for future genetic and selection studies of this culture.*

**Keywords:** radish, esterases of mature seeds, isoenzyme analysis.

**For citation:** Rudakova A.S., Rudakov S.V., Artemyeva A.M., Kurina A.B., Kocherina N.V., Chesnokov Yu.V. Evaluation of esterase polymorphisms in mature seeds of radish (*Raphanus sativus L.*) accessions of VIR collection. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):3-8. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-3-8

**Введение**

**Р**едис – представитель семейства *Brassicaceae*, является широко распространенной овощной сельскохозяйственной культурой как на территории Республики Молдова, так и на территории Российской Федерации. Повышение продуктивности редиса и улучшение его хозяйствственно ценных характеристик может быть достигнуто за счет использования современных генетико-селекционных технологий, в том числе молекулярно-генетических и биохимических маркеров, позволяющих ускорять селекционный процесс [1]. Молекулярно-генетические и биохимические маркеры являются важным инструментом в работе селекционера, они облегчают и ускоряют процесс создания новых сортов, обладающих необходимыми хозяйствственно значимыми свойствами и признаками. Одними из наиболее широко используемых биохимических генетических маркеров являются изоферменты [2].

Изоферменты – это различные молекулярные вариации (формы) одного и того же фермента, выполняющие одну и ту же функцию [2, 3]. В растениях большинство ферментов, как правило, представлено несколькими изоферментными формами, часто со специфической внутриклеточной локализацией [4, 5]. Поскольку изоферменты – это с точки зрения структуры особая группа белков, то их можно дифференцировать электрофорезом. Данные электрофоретического анализа у растений часто используют для того, чтобы получить информацию о генетическом разнообразии, существующем в популяции и о степени дивергентности среди индивидуумов [4, 6]. Анализ полиморфного электрофоретического спектра

изоферментных маркеров – это быстрый и относительно дешевый подход, который успешно применяется для экспресс-оценки генетических ресурсов растений [7, 8].

Основной задачей настоящей работы было проведение изоферментного анализа эстераз зернных семян 25 образцов редиса из генетической коллекции ВИР с целью последующего выделения и подбора возможных родительских форм и/или исходного селекционно-значимого материала, предназначенных для использования в селекционных программах, направленных на повышение продуктивности у данной сельскохозяйственной культуры.

**Материалы и методы**

Материалом исследования служили зрелые семена 25 образцов редиса (*Raphanus sativus L.*) из коллекции ВИР (г. Санкт-Петербург) (табл. 1). Изучаемые образцы представляют пять разновидностей культуры.

Семена образцов тщательно размалывали в фарфоровой ступке, взвешивали в пробирках типа «Эппendorф» по 100 мг, добавляли 1 мл гексана и оставляли для обезжиривания на ночь в холодильнике. Затем пробы центрифугировали 10 минут при 16 тыс. об./мин. и температуре 15°C, сливали надосадочную жидкость и оставляли пробы под тягой для высушивания на воздухе.

В дальнейшем обезжиренный и высушенный растительный материал использовали для экстракции ферментов 0.01 М трип-НСl буфером при pH 8.3 в присутствие 2-меркаптоэтанола (2 мкл/мл), ЭДТА (0.5 мМ). Соотношение мука : буфер составляло 1:4, экстракцию ферментов проводили при температуре 4...8°C, продолжительность – 14-18 час. Образцы центрифугировали 10 мин, отбирали

Таблица 1. Генотипы редиса из коллекции ВИРа

№	№ каталога ВИР	Название образца	Происхождение	Разновидность
1	187	Saxa	Германия	<i>rubescens</i> Sinsk.
2	1233	Дунганский	Китай	<i>roseus</i> Sazon.
3	1566	Ранний шараховый круглый	США	<i>rubescens</i> Sinsk.
4	1615	Червьни с объем опашка	Болгария	<i>striatus</i> Sinsk.
5	1667	Красный великан	Россия	<i>roseus</i> Sazon.
6	1762	Ohlsens Enke Halflong	Дания	<i>striatus</i> Sinsk.
7	1855	Amager	Финляндия	<i>striatus</i> Sinsk.
8	1939	French Breakfast	Пакистан	<i>striatus</i> Sinsk.
9	2188	Candela di ghiaccio	Италия	<i>subalbus</i> Sinsk.
10	2196	Местный	Ливан	<i>rubescens</i> Sinsk.
11	2197	De Pontvil	Франция	<i>striatus</i> Sinsk.
12	2210	Саратовский	Россия	<i>rubescens</i> Sinsk.
13	2231	Vates' long scarlet	Эфиопия	<i>rubescens</i> Sinsk.
14	2245	Местный	Аргентина	<i>striatus</i> Sinsk.
15	2294	Promptus	Германия	<i>striatus</i> Sinsk.
16	2302	Long ronge arabi	Ливия	<i>rubescens</i> Sinsk.
17	2311	Largo rojo punta Blanca	Испания	<i>striatus</i> Sinsk.
18	2313	Datil encarnalo	Испания	<i>striatus</i> Sinsk.
19	2341	Largo rojo de mallorca	Испания	<i>rubescens</i> Sinsk.
20	2347	Syla	Дания	<i>subalbus</i> Sinsk.
21	2360	Helios	Чехия	<i>chloris</i> Alef.
22	2371	Safir	Дания	<i>striatus</i> Sinsk.
23	2375	Rund Lalbrot Lalbweiss	Дания	<i>striatus</i> Sinsk.
24	2379	Местный	Ливан	<i>subalbus</i> Sinsk.
25	2380	Rund rosen rod Vitspetsig H.G.	Швеция	<i>striatus</i> Sinsk.

надосадочную жидкость и замораживали пробы при -20°C для длительного хранения и предотвращения инактивации изоферментов. Перед внесением в электрофоретическую камеру образцы размораживали при комнатной температуре.

Изоферменты разделяли методом нативного вертикального электрофореза в ПААГ, как описано в литературе [9]. Концентрация разделяющего и концентрирующего гелей была 11% и 5%, соответственно. Электрофорез осуществляли в камере Mini-PROTEAN Tetra Cell («Bio-Rad Laboratories, Inc.», USA). В качестве маркеров молекулярных масс использовали Prestained Protein Ladder («Thermo Scientific», USA). В каждый карман концентрирующего геля вносили по 15 мкг белка. Предварительно концентрацию белка в ферментных препаратах определяли методом связывания красителя по Bradford, в качестве стандарта при этом использовали БСА [10]. Электрофорез проводили на холода (10...15°C), при 10 В/см в течение 2,5 час. По окончании электрофореза гель обрабатывали реактивом на неспецифическую эстеразу [11]. Для этого гель выдерживали в красителе до появления коричневато-фиолетовых полос, затем избыток красителя отмывали 10% уксусной кислотой.

Полученные зимограммы сканировали на сканере Epson Expression 10000XL («GE Healthcare», USA). Оценку каждого образца (значение Rf всех полос в треке, расчет молекулярных масс по стандартам) проводили с использованием программы Phoretix 1D Advansed («TotalLab, Ltd.», Great Britain).

Расчет степени наблюдаемой гетерозиготности  $H_l$  проводили как для каждого локуса, так и в среднем по нескольким локусам (общая гетерозиготность). Гетерозиготность популяции в каждом локусе  $H_l$  и общую гетерозиготность  $H_{общ}$  рассчитывали по следующей формуле [12, 13]:

$$H_l = 2n(1 - \sum_k x_k)/2n - 1,$$

$$H_{общ} = \sum_{l=1}^r H_l/r,$$

где  $l$  – порядковый номер локуса,  $n$  – размер популяции,  $x_k$  – оцениваемая частота  $k$ -го аллеля  $l$ -го локуса,  $r$  – общее число локусов. Также вычисляли дисперсии гетерозиготности  $Var(H_l)$  по одному локусу и дисперсию средней гетерозиготности внутри популяции  $Var(H_{общ})$  [14]:

$$Var(H_l) = H_l(1 - H_l)/n,$$

$$Var(H_{общ}) = \frac{1}{nr^2} \sum_l H_l(1 - H_l) + \frac{1}{nr^2} \sum_l \sum_{l \neq i} (H_{li} - H_l H_{\bar{l}})^2$$

## Результаты

В исследованных семенах 25 образцов редиса было выявлено 8 изоформ эстеразных ферментов с молекулярными массами, варьирующими от 37.7 кД до 57.6 кД (рис.1).

По наличию или отсутствию отдельных зон эстеразного состава все образцы были подразделены на 13 электрофоретических зимотипов (Гр. 1 – Гр. 13) (табл. 2).

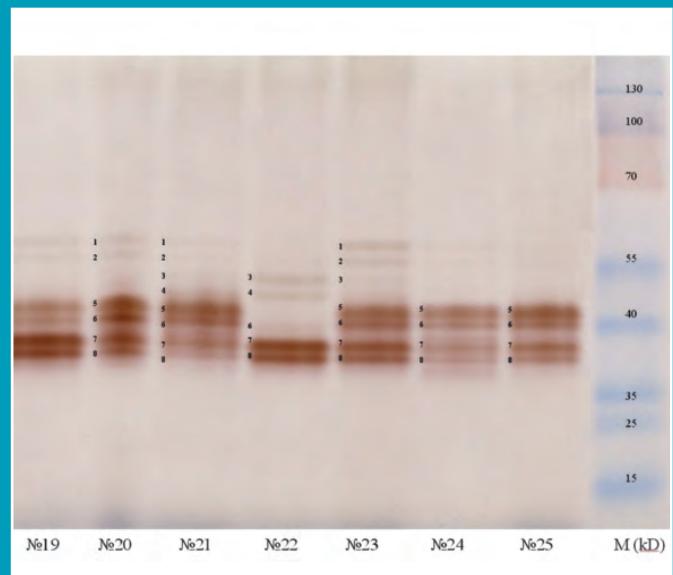
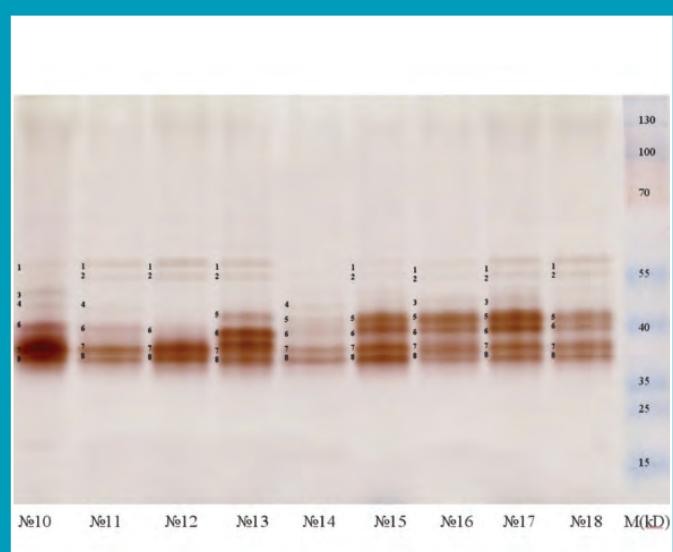
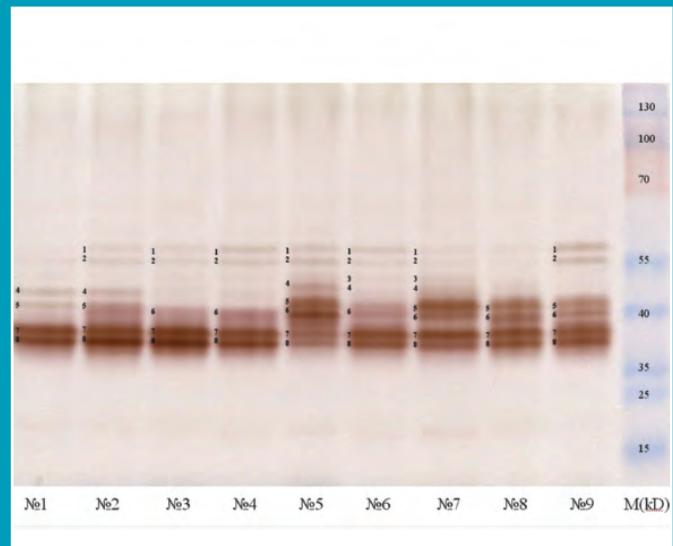


Рисунок 1. Электрофоретические профили изоформ эстераз у изученных генотипов редиса (№№1-25). Вдоль треков проставлены номера присутствующих в образце эстеразных зон, цифры справа – маркеры молекулярных масс (15-130 кД).

# СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Таблица 2. Распределение эстеразных зон среди зимотипов редиса

Зимотип	Зона 1 57.6 кД	Зона 2 54.8 кД	Зона 3 51 кД	Зона 4 48.4 кД	Зона 5 45.5 кД	Зона 6 43.7 кД	Зона 7 39.7 кД	Зона 8 37.7 кД	Общее число зон
Гр.1	+	+			+	+	+	+	6
Гр.2	+	+	+		+	+	+	+	7
Гр.3					+	+	+	+	4
Гр.4	+	+				+	+	+	5
Гр.5	+	+	+	+	+	+	+	+	8
Гр.6	+	+		+	+	+	+	+	7
Гр.7				+	+	+	+	+	5
Гр.8	+	+	+	+		+	+	+	7
Гр.9	+		+	+		+	+	+	6
Гр.10	+	+		+		+	+	+	6
Гр.11			+	+		+	+	+	5
Гр.12				+	+		+	+	4
Гр.13	+	+		+	+		+	+	6
<b>Всего</b>	9	8	5	9	8	11	13	13	76\76
<b>Частота зоны(%)</b>	11.84	10.53	6.58	11.84	10.53	14.47	17.11	17.11	

Зимотип Гр. 5 характеризовался наибольшим количеством зон, в его состав включены все 8 эстераз. Наименьшим количеством зон (по 4 шт.) обладали 2 зимотипа – Гр. 3 и Гр. 12. По 6 зон было обнаружено в четырех зимотипах – Гр. 1, Гр. 9, Гр. 10 и Гр.13. Эстеразный состав Гр. 2, Гр. 6 и Гр. 8 включал в себя по 7 зон, пятью зонами был представлен состав трех зимотипов – Гр. 4, Гр. 7 и Гр.11.

Зона 7 ( $M_r = 39.7$  кД) и зона 8 ( $M_r = 37.7$  кД) были обнаружены в каждом зимотипе, т.е. они являются мономорфными.

Остальные 6 зон были полиморфными и встречались среди зимотипов с частотой от 6.58% до 14.47%. Наиболее редко встречалась зона 3, она была обнаружена только в 5 зимотипах из 13 (6.58%). Наиболее часто среди полиморфных встречалась зона 6, она была найдена в 11 зимотипах, процент встречаемости этой зоны составил 14.47%. Зона 1 и зона 4 встречались в 9 зимотипах и их частота встречаемости достигла 11.84%.

Генотипы, имеющие сходный эстеразный состав и образующие один из зимотипов, представлены в таблице 3. Наиболее часто встречающийся зимотип - Гр. 1 - составил 24% от всех образцов, наиболее редкими зимотипами (4%) оказались Гр. 6 – Гр. 13, они были представлены одним генотипом каждый. Три зимотипа (Гр. 2, Гр. 3 и Гр. 4) встречались одинаково часто – 12 % от общего количества. Гр. 5 характеризовалась частотой встречаемости - 8%.

Зоны с высоким значением молекулярной массы (57.6 кД- 48.4кД): зоны 1– 4 - имели низкую интенсивность

Таблица 3. Зимотипы редиса и их эстеразный состав

Зимотип	Зоны эстераз*	Номера генотипов**	Всего генотипов	%
Гр.1	1, 2, 5, 6, 7, 8	9, 13, 15, 18, 19, 20	6	24
Гр.2	1, 2, 3, 5, 6, 7, 8	16, 17, 23	3	12
Гр.3	5, 6, 7, 8	8, 24, 25	3	12
Гр.4	1, 2, 6, 7, 8	3, 4, 12	3	12
Гр.5	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	7, 21	2	8
Гр.6	1, 2, 4, 5, 6, 7, 8		1	4
Гр.7	4, 5, 6, 7, 8	14	1	4
Гр.8	1, 2, 3, 4, 6, 7, 8	6	1	4
Гр.9	1, 3, 4, 6, 7, 8	10	1	4
Гр.10	1, 2, 4, 6, 7, 8	11	1	4
Гр.11	3, 4, 6, 7, 8	22	1	4
Гр.12	4, 5, 7, 8	1	1	4
Гр.13	1, 2, 4, 5, 7, 8	2	1	4

\* - зоны эстераз даны в соответствии с таблицей 2;

\*\* - номера генотипов даны в соответствии с таблицей 1

практически во всех образцах (рис.1). Зоны 5, 6, 7 и 8 (с меньшей молекулярной массой  $M_r = 45.5-37.7 \text{ кД}$ ), наоборот, характеризовались высокой интенсивностью. Таким образом, у редиса наиболее значимыми в биохимическом плане являются зоны эстераз с меньшей молекулярной массой.

Полученные результаты позволяют выделить в качестве потенциальных родительских форм два образца (№7 и №21), входящих в зимотип Гр. 5. Они обладают уникальным изоферментным составом, представленным всеми восемью эстеразами. Причем интенсивность зон с низким  $M_r$  (зоны 4-8) в этих образцах довольно значительная. Данные образцы представляют ценность не только по биохимическим показателям, но и по важным морфологическим и хозяйственным признакам (рис. 2). Образец №7 – Amager (к-1855, Финляндия) представляет собой сорт-популяцию типа Французский завтрак, состоящую из нескольких близких биотипов. Вегетационный период 22-27 суток. Образец характеризуется способностью формировать компактную розетку с приподнятым расположением листа в условиях защищенного грунта при недостаточной освещенности (менее 5000 Лк), при этом средняя масса корнеплода составляет 8,3 г (урожайность 2,8 кг/м<sup>2</sup>). В условиях открытого грунта урожайность может достигать 6,5 кг/м<sup>2</sup>. Недостатком данного образца является быстрая потеря сочности корнеплода с образованием пустот.

Образец №21 – Helios (к-2360, Чехия) сортотипа Круглый желтый отличается очень высокой однородностью; вегетационный период его 25-30 суток. Образец среднеустойчив к недостаточной освещенности (всходы вытягиваются), но в то же время отличается высокой товарностью урожая как в защищенном грунте, так и в открытом. Розетка полураскидистая, прямостоячая невысокая, опушение листа слабое, мягкое. Корнеплод крупный (до 21,0 г), округлый, темно-желтого цвета со слабой шероховатостью, мякоть корнеплода плотная, острого вкуса, долго не теряющая сочность. Урожайность достигает 5,2 кг/м<sup>2</sup>.

Также представляет значительный интерес зимотип Гр.1. Представители этой весьма обширной группы (6 генотипов) включают в свой состав 6 эстеразных зон, из которых 4 зоны с низкой молекулярной массой представлены в значительном количестве.

Образцы, представленные в зимотипе Гр.1, относятся к трем разновидностям: var. *subalbus* Sinsk., var. *rubescens* Sinsk., var. *striatus* Sinsk. При этом пять высоко однородных образцов имеют удлиненную форму корнеплода, а образец №15 представляет собой сорт-популяцию, включающую несколько различающихся биотипов.

По данным изоферментного анализа был проведен расчет гетерозиготности популяции в каждом локусе *H* и общей гетерозиготность Нобщ, а также дисперсии гетерозиготности *Var(H)* по одному локусу и дисперсию средней гетерозиготности внутри популяции *Var(H<sub>общ</sub>)*. Полученные результаты представлены в таблице 4.

Поскольку дисперсия средней гетерозиготности должна учитывать ковариации между гетерозиготностями по разным локусам, *I* и *I'*, что обусловлено их зависимостью от частоты двойных гетерозигот *HiI'* по этим локусам, то для расчетов этих



А



Б

Рисунок 2. Образцы редиса сорта Amager (А) и сорта Helios (Б).

Таблица 4. Расчет гетерозиготности и дисперсии у образцов редиса по результатам изоферментного анализа

	Эстеразные зоны								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
Гетерозиготность $H_i$	0,653	0,491	0,916	0,858	0,491	0,157	0	0	Гетерозиготность средняя $H_{общ}$ 0,446
Дисперсия $Var(H_i)$	0,009	0,01	0,003	0,005	0,01	0,005	0	0	Дисперсия $Var(H)$ 0,001

величин была использована формула, предложенная Б. Вейр [14]. Следует отметить, что использованные нами формулы [12-14] позволяют рассчитать любой многочлен в наборе переменных, распределенных мультиноминально, что, в свою очередь, позволяет рассматривать выявляемую гетерозиготность как меру информационного полиморфизма, широко используемого при составлении и реализации генетико-селекционных программ. В то же время, как известно, проявление любых генетико-селекционных свойств зависит от генотипа образцов и, следовательно, информационный полиморфизм

есть ни что иное как реализация на фенотипическом и(или) биохимическом уровнях активности и распределения в геноме генов или локусов хромосом, отвечающих за проявление изучаемых признаков.

Таким образом, наличие восьми изоформ делает эстеразы зрелых семян редиса удобным биохимическим маркером, что может быть использовано при проведении как физиолого-биохимических, так и генетико-селекционных исследований.

#### ● Литература

1. Tyagi I.D., Variability and correlation studies in bottle gourd (*Lagenaria siceraria*). // Indian J. Hort. - 1972. - Vol. 29. - #2. - P. 219-222.
2. Чесноков Ю.В. Молекулярно-генетические маркеры и их использование в предселекционных исследованиях. СПб: АФИ, 2013. - 116 с.
3. Markert C.L., Moller F. Multiple forms of enzymes; tissue, ontogenetic and species patterns. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. - 1959. - Vol. 45. - P. 753-763.
4. Tanksley, S.D., Orton T.J., (eds) Isozymes in Plant Genetics and Breeding. North-Holland Publ. Co. Amsterdam. 1983.
5. Harris H. Enzyme polymorphism in man. // Proc. Roy. Soc. (London) -1966. - Vol. 164. - P. 298-310.
6. Bailey D.C., Isozymic variations and plant breeder rights. In: S.D. Tanksley and T.J. Orton (eds). Isozymes in plant genetics and breeding, Part A, Elsevier, Amsterdam. - 1983. - P. 425-440.
7. Shaw S.R. Isozymes: classification, frequency, and significance // Int. Rev. Cytol. - 1969. - Vol. 25. - P. 297-332.
8. Brown A.H., Clegg M.T., Isozyme assessment of plant genetic resources // Isozymes Curr. Top. Biol. Med. Res. - 1983. - Vol. 11. - P. 285-295.
9. Davis B.J. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins // Annals of the NY Academy of Science. -1964. - Vol. 121. - P. 404-427.
10. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding // Anal. Biochem. -1976. - Vol. 72. - P. 248-254.
11. Meon S., Protein, esterase and peroxidase patterns of phytophtora isolates from Cocoa in Malaysia // J. Islamic Acad. Sci. - 1988. - Vol. 1. - # 2. - P. 154-158.
12. Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals // Genetics. -1978. - Vol. 89. - #3. - P. 583-590.
13. Lefèvre F., Charrie A. Isozyme diversity within African manihot germplasm // Euphytica. -1992. - Vol. 66. - P. 73-80.
14. Вейр Б. Анализ генетических данных. М.: Мир. 1995. - С. 132-135.

#### ● References

1. Tyagi I.D., Variability and correlation studies in bottle gourd (*Lagenaria siceraria*). // Indian J. Hort. - 1972. - Vol. 29. - #2. - P. 219-222.
2. Чесноков Ю.В. Молекулярно-генетические маркеры и их использование в предселекционных исследованиях. СПб: АФИ, 2013. - 116 p.
3. Markert C.L., Moller F. Multiple forms of enzymes; tissue, ontogenetic and species patterns. // Proc. Natl. Acad. Sci. USA. - 1959. - Vol. 45. - P. 753-763.
4. Tanksley, S.D., Orton T.J., (eds) Isozymes in Plant Genetics and Breeding. North-Holland Publ. Co. Amsterdam. 1983.
5. Harris H. Enzyme polymorphism in man. // Proc. Roy. Soc. (London) -1966. - Vol. 164. - P. 298-310.
6. Bailey D.C., Isozymic variations and plant breeder rights. In: S.D. Tanksley and T.J. Orton (eds). Isozymes in plant genetics and breeding, Part A, Elsevier, Amsterdam. - 1983. - P. 425-440.
7. Shaw S.R. Isozymes: classification, frequency, and significance // Int. Rev. Cytol. - 1969. - Vol. 25. - P. 297-332.
8. Brown A.H., Clegg M.T., Isozyme assessment of plant genetic resources // Isozymes Curr. Top. Biol. Med. Res. - 1983. - Vol. 11. - P. 285-295.
9. Davis B.J. Disc electrophoresis. II. Method and application to human serum proteins // Annals of the NY Academy of Science. -1964. - Vol. 121. - P. 404-427.
10. Bradford M.M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein dye binding // Anal. Biochem. -1976. - Vol. 72. - P. 248-254.
11. Meon S., Protein, esterase and peroxidase patterns of phytophtora isolates from Cocoa in Malaysia // J. Islamic Acad. Sci. - 1988. - Vol. 1. - # 2. - P. 154-158.
12. Nei M. Estimation of average heterozygosity and genetic distance from a small number of individuals // Genetics. -1978. - Vol. 89. - #3. - P. 583-590.
13. Lefèvre F., Charrie A. Isozyme diversity within African manihot germplasm // Euphytica. -1992. - Vol. 66. - P. 73-80.
14. Weir B. Analiz geneticheskikh dannyh. M.: Mir. 1995. - P. 132-135.

# ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ КОРНЕПЛОДНЫХ РАСТЕНИЙ *RAPHANUS SATIVUS L.* (РЕДИС И РЕДЬКА) КОЛЛЕКЦИИ ВИР



## GENETIC DIVERSITY OF VIR COLLECTIONS OF THE *RAPHANUS SATIVUS L.* (SMALL RADISH AND RADISH)

Курина А.Б. – аспирант

Хмелинская Т.В. – кандидат биол. наук, старший научный сотрудник

Артемьева А.М. – кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, руководитель отдела генетических ресурсов овощных и бахчевых культур

ФГБНУ «ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)»  
190000, Россия, г. Санкт-Петербург, ул. Б. Морская, д. 44  
E-mail: nastya\_n11@mail.ru

Kurina A.B., Postgraduate Student

Khmelinskaya T.V., Ph.D. in Biology, Senior Researcher

Artemyeva A.M., Ph.D. in Agriculture, Leading Researcher

Federal Research Center N.I. Vavilov Institute of Plant Genetic Resources (VIR)  
B. Morskaya St, 42-44, Saint-Petersburg, 190000, Russia  
E-mail: nastya\_n11@mail.ru

Изучение разнообразия корнеплодных растений вида *Raphanus sativus L.*, имеющихся в коллекции ВИР, позволит всесторонне оценить коллекцию редиса и редьки, описать новые формы и сортотипы, выявить биологические закономерности формирования фотосинтетического аппарата, урожая, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам. Данная статья является первой частью серии статей, посвященных изучению генофонда корнеплодных растений вида *R. sativus L.* коллекции ВИР. Экспериментальная часть статьи включает в себя результаты исследования ранее не изученных образцов из коллекции редиса, последующие статьи будут посвящены изучению генофонда редьки. В результате проведенных исследований в 2016-2017 годах, было изучено 110 образцов редиса различного эколого-географического происхождения и представляющих разнообразие сортотипов. Изученные образцы редиса были объединены в несколько групп по продолжительности вегетационного периода (раннеспелые, среднеспелые и позднеспелые). Отмечено увеличение вегетационного периода при выращивании в зимнее время при недостаточной освещенности, лишь отдельные образцы сортотипа Красный овально-округлый вегетационный период не изменился (к-2133, к-2343, к-1742, к-2404). Наблюдалось сильное изменение формы корнеплода при выращивании в зимнее время при недостаточной освещенности. Приведены образцы, которые способны формировать продуктовый орган в таких условиях без изменения формы корнеплода и вегетационного периода (к-2404, Нидерланды; к-2133, Танзания; к-2185, Польша; к-2343, Исландия; к-1666, Россия). Среди образцов сортотипа Красный овально-округлый выделились сортотипы из Нидерландов, Чехии и Польши, формирующие низкорослую, компактную розетку с приподнятым расположением листьев во всех условиях выращивания. Выявлено формирование высокой урожайности в открытом грунте у большинства сортотипов, лишь образцы сортотипов Белый длинный и Красный имели высокую урожайность в защищенном грунте. В весенней теплице формировался урожай более высокого качества. Выделено 7 образцов редиса, которые представляют селекционную ценность. Их возможно использовать в качестве исходного материала для селекции на продуктивность, качество корнеплода, устойчивость к стеблеванию в условиях пониженных температур и длинного дня.

**Ключевые слова:** генетическое разнообразие, коллекция *Raphanus sativus L.*, образец, адаптивная способность, урожайность.

**Для цитирования:** Курина А.Б., Хмелинская Т.В., Артемьева А.М. Генетическое разнообразие корнеплодных растений *Raphanus sativus L.* (редис и редька) коллекции ВИР. Овощи России. 2017;(5):9-13. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-9-13

*The study on the diversity of root plants in the species of *Raphanus sativus L.*, which are available in the collection of VIR, enables to comprehensively evaluate the collection of small radish and radish, making descriptions of new forms and cultivar-types, and revealing the biological features of the formation of photosynthetic apparatus, yielding abilities, resistance to biotic and abiotic stressors. This article is the first part of a series of articles devoted to the study of the gene pool of root plants of the species *R. sativus L.* from the VIR collection. The experimental part of the article includes the results of a study of previously unexplored accessions from the radish collection, the following articles will be devoted to the radish gene pool. As a result of the research conducted in 2016-2017, 110 samples of radish of different eco-geographical origin and representing variety of cultivar type were studied. The studied radish samples were combined into several groups according to the duration of the growing season (early ripening, mid-ripening and late ripening). A longer vegetation period in radish in winter-time-growing was observed in case of insufficient illumination, but some accessions of the red oval-rounded cultivar type (k-2133, k-2343, k-1742, k-2404) have not shown any change in vegetation period. There was a strong change in the shape of the root crop when growing in winter under insufficient illumination. Samples that are capable to form a consumed organ in such conditions without changing the shape of the root crop and vegetation period were k-2404, Netherlands, k-2133, Tanzania, k-2185, Poland, k-2343, Iceland, k-1666, Russia. Among the accessions of the red-oval-round cultivar type, varieties from the Netherlands, the Czech Republic and Poland emerged, formed a short-rooted, compact rosette with an elevated leaf arrangement in all growing conditions. The formation of high productivity in the open field types was revealed in most cultivars, only the samples of the cultivars White long and Red gave high yields in protected soil. In the spring greenhouse a higher quality yield was obtained. Seven samples of radish have been selected, which are valuable for nearest breeding program. They can be used as a source breeding material for productivity, root quality, resistance to bolting at low temperatures and a long day.*

**Keywords:** genetic diversity, *Raphanus sativus L.* collection, pattern, adaptive capacity, yield.

**For citation:** Kurina A.B., Khmelinskaya T.V., Artemyeva A.M. Genetic diversity of VIR collections of the *Raphanus sativus L.* (small radish and radish). Vegetable crops of Russia. 2017;(5):9-13. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-9-13

**Введение**

**Р**едька и редис (*Raphanus sativus L.*) – корнеплодные растения семейства Крестоцветные – *Brassicaceae* Burnett (*Cruciferae* Juss.). К. Линнеем (1753) к виду *Raphanus sativus L.* были отнесены две разновидности корнеплодной редьки – *sativus* (редис и редька летняя были объединены) и *niger*, позже (1763) он добавил еще одну разновидность: *chinensis annuus oleiferus* (китайская масличная). Е.Н. Синская (1928) выделила 12 разновидностей редиса и редьки по признаку окраски корнеплода. Л.В. Сазонова (1971) в результате изучения большой коллекции европейских, китайских и японских сортов разработала внутривидовую классификацию корнеплодных форм *Raphanus sativus L.*, расширив объем линнеевского вида за счет включения подвидов китайской и японской редьки в дополнение к европейской. Вид *Raphanus sativus L.* имеет непрерывный ареал в Евразии, распространен в культуре на всех континентах. В зимний и ранневесенний периоды эти растения служат хорошим источником витаминов (аскорбиновой кислоты, тиамина, рибофлавина, никотиновой кислоты) и минеральных элементов (кальция, калия и др.) [1,2].

Сорта редиса по существующим классификациям отнесены к 16 сортотипам, редьки - к 18 сортотипам, различающимся по морфо-биологическим, биохимическим и хозяйственным признакам [2,3].

В 2017 году в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию на территории РФ, включено 226 сортов и гибридов редиса и 81 – редьки. Основная часть сортов редьки и редиса (свыше 90%) отечественной селекции, в то время как доля отечественных гибридов находится в пределах 0-37,5%. Сорта и гибриды разнообразны по группам спелости, форме и окраске корнеплода [4].

Все сортовое разнообразие редиса в Госреестре представлено преимущественно образцами трех сортотипов: Красный овально-округлый (64,2%), Розово-красный с белым кончиком цилиндрический (10,2%) и Розово-красный с белым кончиком овальный (8,0%), – на остальные 13 сортотипов приходится 17,6%. Сортовое разнообразие редьки представлено более широко –

практически всеми выделенными разновидностями, но малым количеством сортов каждого сортотипа [4].

В основном все представленные сорта редиса и редьки в Государственном реестре селекционных достижений рекомендованы для выращивания на садово-огородных участках (98,4%), для защищенного грунта рекомендовано лишь 5 сортов редиса (1,6%).

В последнее десятилетие производственные площади под корнеплодными

описать новые формы и сортотипы, выявить биологические закономерности формирования фотосинтетического аппарата, урожая, устойчивости к биотическим и абиотическим стрессорам.

В Мировой коллекции редиса и редьки, хранящейся в ВИР, находится 2381 образец, в т.ч. в основном каталоге – 1324 образца, во временном – 1057 образцов, поступивших из 75 стран мира.

Коллекция корнеплодных растений *Raphanus sativus L.* ВИР начала формир-

Таблица 2. Состав коллекции корнеплодных культур вида *Raphanus sativus L.* ВИР

Культура	Количество образцов в каталоге		
	Всего	В постоянном	Во временном
<b>Редис</b>	1354	794	560
<b>Редька</b>	1027	530	497
<b>Всего</b>	2381	1324	1057

культурами значительно увеличились. Выращиванием их занимаются овощеводческие компании, фермерские хозяйства, индивидуальные предприниматели и садоводы-любители, которым нужна экономически выгодная продукция: высокотоварная, разнообразная по фенологическим, морфологическим, биохимическим, иммунологическим, хозяйственным признакам, пригодная для современных механизированных технологий и переработки. Однако существующий сортимент не полностью отвечает этим требованиям, несмотря на его достаточно большое число в Госреестре РФ [5,6].

Вопросы оценки исходного материала и выявление источников хозяйствственно ценных признаков для селекции корнеплодных растений проведены недостаточно [5]. Не полностью изучена физиологическая реакция отдельных сортотипов на условия выращивания. В решении данных проблем большая роль отводится изучению генофонда редиса и редьки ВИР.

Изучение разнообразия корнеплодных растений вида *Raphanus sativus L.* коллекции ВИР, и исследование изменчивости признаков растений в связи с особенностями их происхождения и условиями среды позволит всесторонне оценить коллекцию редиса и редьки,

роваться с 1922 года, возобновлялась с 1950 года. Ежегодно она пополняется многочисленными образцами новейшей селекции, прежде всего из Китая, Японии, Нидерландов, а также образцами, собранными в ходе коллекционных сборов в Средней Азии и Закавказье. За последние 5 лет (2012-2017) в коллекцию поступило 142 образца редиса и 152 образца редьки. Новые образцы представляют собой различные сортобразцы, сортопопуляции местного происхождения, гибриды *F<sub>1</sub>* и линии. Местные сорта и гибриды являются наиболее ценными, чем зарубежные, они обладают рядом положительных характеристик, учитывающих специфику условий ареала распространения сорта.

Данная статья является первой частью серии статей, посвященных изучению генофонда корнеплодных растений вида *R. sativus L.* коллекции ВИР. Экспериментальная часть статьи включает в себя результаты исследования ранее не изученных образцов из коллекции редиса, последующие статьи будут посвящены изучению генофонда редьки.

**Материалы и методы**

Исследования проводили в условиях защищенного (зимняя остеекленная и весенняя поликарбонатная теплицы) и открытого грунта Пушкинских лабораторий ВИР (Санкт-Петербург). Объектом исследования служили 110 образцов редиса.

В зимней теплице посев проводили в мешки с универсальным почвогрунтом с минеральными добавками (объем 30 л) в декабре и феврале. Продолжительность светового периода – 12 часов, температура – 18...20°C. Овещенность 5000 Лк. Оптимальная влажность почвы составляла 80%, воздуха – 70%.

В весенней теплице посев проводили в начале апреля. Продолжительность светового периода в апреле – 13,3-15,9

Таблица 1. Структура сортов и гибридов редиса, редьки европейской, редьки-лобы и дайкона, входящих в Государственный реестр селекционных достижений РФ на 2017 год

Культура	Всего	Количество сортов		Количество гибридов	
		Всего	Отечественные, %	Всего	Отечественные, %
<b>Редис</b>	226	184	94	42	35,7
<b>Редька европейская</b>	25	25	100	0	0
<b>Редька (лоба)</b>	25	25	92	2	0
<b>Дайкон</b>	31	23	100	8	37,5

ч, в мае – 16,0-18,2 ч. Температура в апреле – 5...18,4°C днем и 2,3...5,7°C ночью, в мае – 12,5...20,2°C днем и 8...12,3°C ночью. Оптимальная влажность воздуха была в пределах 60-70%, оптимальная влажность почвы – 80-85%.

В открытом грунте посев проводили на гряды в середине мая. Продолжительность светового периода в мае 9 17,0-18,2 ч., в июне – 18,3-18,9 ч. Температура в мае – днем 8...18°C, ночью 3...7°C, в июне – 17...21°C днем и ночью 6...10°C.

Схема посева во всех вариантах 10x4 см. Повторность опыта трехкратная, расположение реномализированное, 15 растений в повторности. При уборке учитывали высоту и диаметр листовой розетки, число листьев, длину и ширину развитого листа среднего яруса, степень опущенности листа, массу растения, длину, диаметр и массу корнеплода, устойчивость к стеблеванию. Статистическую обработку данных проводили с использованием про-

граммного обеспечения Excel 2010 [7,8].

#### Результаты и обсуждение

Образцы редиса, взятые для исследования, были различного эколого-географического происхождения и представляли разнообразие сортотипов. Лимитирующими факторами для полноценного развития растений редиса в защищенном и открытом грунте являются освещенность, температура и длина светового дня. В нашем опыте изучаемые образцы подвергались воздействию всех трех факторов: в зимней теплице освещенность была ниже рекомендуемой; в весенней теплице температура на протяжении всего роста и развития растений была в пределах 5...20°C днем и 2,3...12,3°C ночью, что способствовало яровизации растений, продолжительность светового дня была 13-16 часов; в открытом грунте основным лимитирующим фактором была длина дня – более 17 часов, и низкие температуры в ночное время.

Физиологическая реакция изучаемых образцов на условия выращивания силь-

но различалась. Продолжительность вегетационного периода является одним из важных хозяйствственно ценных признаков. Изученные образцы редиса различались по вегетационному периоду и были объединены в несколько групп спелости. Наиболее скороспельными были образцы европейской разновидности: сортотипы Розово-красный овальный, Красный овально-округлый, Розово-красный с белым кончиком округлый и цилиндрический – вегетационный период 20-25 суток. Среднеспельными были образцы сортотипов Белый длинный, Желтый круглый, Красный длинный, Белый круглый лировиднолистный – вегетационный период 25-30 дней. К позднеспельм относились образцы сортотипов Темно-красный окружный, Белый круглый лировиднолистный, Красный длинно-цилиндрический цельнолистный, Красный округлый лировиднолистный и Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный – вегетационный период составил 30-45 суток.

Таблица 3. Характеристика изучаемых сортотипов редиса (1 – зимняя теплица, 2 – весенняя теплица, 3 – открытый грунт), 2016-2017 годы

Сортотип	Вегетационный период, дни	Диаметр розетки, см			Масса корнеплода, г			Индекс корнеплода		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Темно-красный окружный	30-33	13,6-18,7	14,5-17,0	11,8-14,2	9,7-18,5	9,2-23,7	15,7-19,9	1,6-2,9	0,8-1,0	1,0-1,3
Розово-красный овальный	22-25	13,0-18,0	11,3-13,6	8,7-13,8	8,9-14,6	9,5-15,9	13,5-16,5	1,1-1,8	0,9-1,2	1,3-2,0
Круглый желтый	27-30	15,1-16,2	12,0-13,4	12,4-14,2	11,0-19,0	9,7-13,6	12,3-20,0	1,4-2,7	0,8-0,9	1,0-1,1
Красный овально-округлый	20-25	11,9-20,4	11,1-17,8	9,4-16,6	4,7-30,6	5,3-27,9	12,1-22,0	0,9-2,2	0,4-1,2	0,9-1,7
Розово-красный с белым кончиком овальный, Полукрасный-полубелый окружный	22-25	15,4-20,0	12,3-18,7	12,2-16,8	11,1-25,1	7,7-21,9	11,6-20,7	0,9-1,9	0,8-1,2	0,9-1,1
Розово-красный с белым кончиком цилиндрический	22-25	14,3-20,0	12,4-16,3	10,9-15,2	7,2-28,7	9,9-19,5	11,4-17,5	2,2-4,3	1,3-3,1	1,8-3,9
Белый длинный	27-33	16,3-21,7	16,7-21,6	12,3-16,7	11,5-30,8	12,6-25,6	14,9-22,2	2,6-5,8	2,4-4,4	2,4-6,5
Красный длинный	25-30	18,1-20,7	20,9-24,6	14,5-19,8	12,8-42,8	18,5-43,4	21,4-30,1	1,7-5,1	1,2-5,4	1,4-5,5
Красный длинноцилиндрический цельнолистный	35-45	18,1-20,4	23,7-22,2	12,4-17,9	12,3-25,0	17,7-32,5	17,6-33,0	2,2-4,2	1,4-2,6	2,6-4,6
Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный, Красный окружный лировиднолистный	30-40	16,9-19,2	19,4-22,7	13,2-14,3	13,0-23,0	17,8-19,6	23,8-24,5	3,1-3,6	1,7-2,2	3,1-3,2
Белый круглый цельнолистный	30-35	15,9-16,7	16,6-20,5	12,9-14,0	14,1-17,4	10,8-31,1	20,3-21,2	1,1-1,8	0,8-0,9	0,8-1,0
Белый круглый лировиднолистный	25-28	14,5-17,7	18,8-20,6	12,0-14,9	9,3-19,1	3,4-6,3	15,3-27,3	1,9-2,1	0,8-1,0	0,9-1,0

Наблюдалось увеличение вегетационного периода при выращивании в зимнее время у всех исследуемых сортотипов на 5-10 суток, лишь у отдельных образцов сортотипа Красный овально-округлый вегетационный период не изменился (к-2133, к-2343, к-1742, к-2404).

В таблице 3 представлены биометрические показатели, которые характеризуют изменчивость признаков сортотипов в разных условиях выращивания. Диаметр розетки во всех трех условиях выращивания различался незначительно ( $CV = 14,7\%$ ). Отмечалось более сильное развитие листового аппарата в условиях зимней теплицы, а в весенней теплице и открытом грунте в связи с низкими температурами в начальные периоды роста и развития габитус растения был меньше. Среди образцов сортотипа Красный овально-округлый выделились сортообразцы из Нидерландов, Чехии и Польши, формирующие низкорослую, компактную розетку с приподнятым расположением листьев во всех условиях выращивания.

Самым варьирующим признаком была форма корнеплода. В зимней теплице отмечалась тенденция к увеличению индекса корнеплода, что связано с недостаточной освещенностью. Сильной деформации подвергались образцы с округлым и округло-овальным корнеплодом. Если в весенней теплице и открытом грунте форма изменялась от плоскоокруглой до округло-овальной (индекс 0,8-1,2), то в зимней теплице от округло-овальной до удлиненно-овальной (индекс 1,1-2,9). Образцы с удлиненной формой также подвергались деформации, из-за чего корнеплод сильно искривлялся. Изменения формы корнеплода не происходило лишь у некоторых образцов сортотипа Красный овально-округлый, они были способны формировать выровненный корнеплод в условиях пониженной освещенности (к-2404, Нидерланды; к-2133, Танзания; к-2185, Польша; к-2343, Исландия; к-1666, Россия).

Также одними из важных хозяйствственно ценных признаков являются урожайность и масса корнеплода. Образцы разных сортотипов сильно различаются по массе корнеплода. Наибольшую массу корнеплода (среднее значение при 3х условиях выращивания) формировали образцы европейской разновидности с удлиненной формой корнеплода: сортотипы Красный длинный (28,6 г), Белый длинный (20,6 г); и образцы китайской разновидности с удлиненной и округлой формой корнеплода: сортотипы Красный длинноцилиндрический цельнолистный (22,8 г), Красный округлый лировиднолистный (20,3 г), Белый круглый цельнолистный (19,2 г) и Белый круглый лировиднолистный (18,3 г). Образцы, формирующие большую массу корнеплода в основном все среднего или позднего сроков созревания. У раннеспелой группы

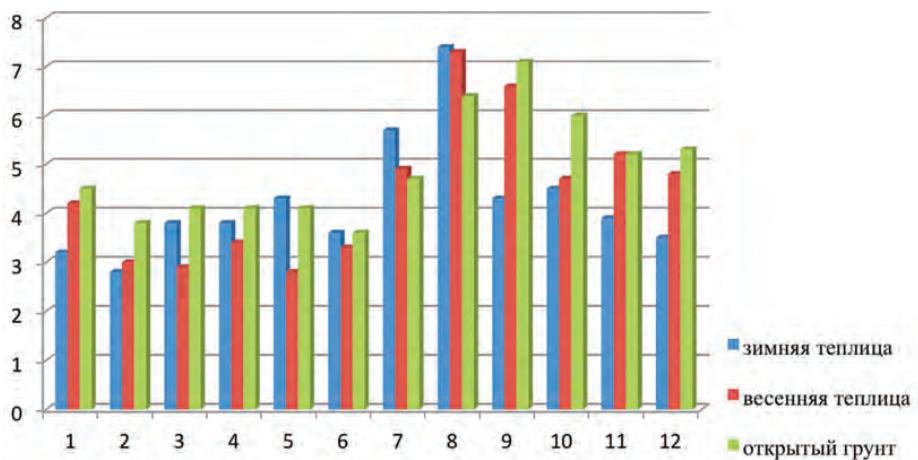


Рис.1. Урожайность исследуемых сортотипов редиса в разных условиях выращивания,  $\text{кг}/\text{м}^2$  (сортотипы: 1 - Темно-красный округлый, 2 - Розово-красный овальный, 3 - Круглый желтый, 4 - Красный овально-округлый, 5 - Розово-красный с белым кончиком овальный, Полукрасный-полубелый округлый, 6 - Розово-красный с белым кончиком цилиндрический, 7 - Белый длинный, 8 - Красный длинный, 9 - Красный длинноцилиндрический цельнолистный, 10 - Красно-розовый короткоцилиндрический цельнолистный, Красный округлый лировиднолистный, 11 - Белый круглый цельнолистный, 12 - Белый круглый лировиднолистный)

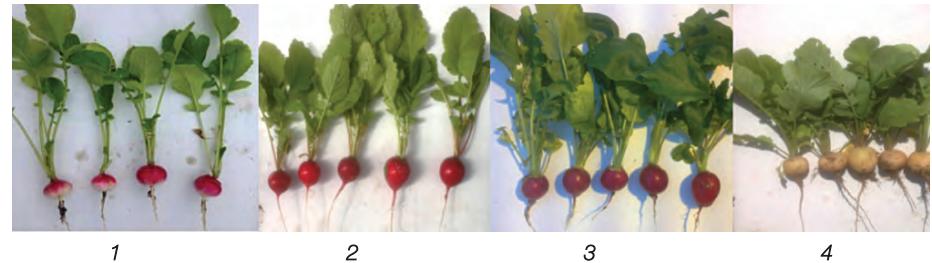
образцов масса корнеплода была в пределах 7,2 – 15,8 г.

На рис.1 изображена гистограмма, отображающая среднюю урожайность образцов исследуемых сортотипов в трех различных условиях выращивания. Практически у всех образцов урожайность в открытом грунте выше, чем в защищенном грунте. Лишь образцы сортотипов Белый длинный и Красный длинный имели меньшую урожайность в открытом грунте и высокую – в зимней теплице, что объясняется деформацией корнеплода при выращивании на малобъемном субстрате. В весенней теплице урожайность была средней между урожайностью в зимней теплице и открытом грунте, но более высокого качества. В пределах сортотипов межсортовой коэффициент вариации урожая различался в различных условиях выращивания: в зимней теплице  $CV$  был в пределах 14,7-49,1%, в весенней теплице 6,5-37,9%, в открытом грунте 12,2-23,0%. Самыми урожайными образцами оказались представители сортотипа Красный длинный (рис.1).

На рис.2 и 3 представлены образцы редиса, которые представляют интерес для селекционной работы.

**K-2156, Алжир.** Сортотип Полукрасный-полубелый округлый. Розетка листьев полураскидистая, прямостоячая, лист лировидный, среднеопущенный. Корнеплод крупный, округлой или круглоовальной формы. Окраска кожуры ярко-красная. Мякоть прозрачная, сочная, вкус сладкий, без остроты. Масса корнеплода 10,0-10,7 г, урожайность 2,7-3,0  $\text{кг}/\text{м}^2$ . Вегетационный период 20-25 суток. Обладает высоким адаптационным потенциалом, устойчив к стеблеванию в условиях длинного дня и пониженных температур, хорошо растет в условиях пониженной освещенности, долго сохраняет товарные качества корнеплода.

**K-2343, Исландия.** Сортотип Красный овально-округлый. Розетка листьев полураскидистая, крупная, прямостоячая, лист лировидный, среднеопущенный. Корнеплод крупный, округлой или круглоовальной формы. Окраска кожуры красная. Мякоть белая, сочная, вкус сладкий, без остроты.



Масса корнеплода 9,5-12,5 г, урожайность 2,4-3,5 кг/м<sup>2</sup>. Вегетационный период 20-25 суток. Обладает высоким адаптационным потенциалом, хорошо растет в условиях пониженной освещенности.

**K-2360, Чехия.** Сортотип Круглый желтый. Розетка полураскидистая, прямостоячая невысокая, опушение листа слабое, мягкое. Корнеплод крупный, круглый, темно-желтого цвета со слабой шероховатостью. Мякоть корнеплода белая, плотная, острого вкуса, долго не теряющая сочность. Масса корнеплода 13,6-19,0 г, урожайность 3,4-4,8 кг/м<sup>2</sup>. Вегетационный период 25-30 суток. Среднеустойчив к недостаточной освещенности (всходы вытягиваются), но в то же время хорошо формирует урожай, как в защищенном грунте, так и в открытом.

**K-2383, Венгрия.** Сортотип Белый длинный. Розетка полураскидистая, крупная, опушение листа слабое, мягкое. Корнеплод крупный, веретеновидный, белый с зеленой головкой. Мякоть корнеплода прозрачная, сочная, сладкая. Масса корнеплода 19,0-29,5 г, урожайность 4,8-7,4 кг/м<sup>2</sup>. Вегетационный период 25-30 суток. Хорошо растет в защищенном грунте.

**K-1923, Китай.** Сортотип Белый круглый цельнолистный. Розетка полураскидистая, крупная, прямостоячая, лист цельный без опушения, либо с очень редким опушением. Корнеплод круп-

ный, округлой или плоскоокруглой формы, белый с зеленой головкой. Мякоть корнеплода белая, плотная, сочная, острого вкуса. Масса корнеплода 25,2-31,3 г, урожайность 6,3-7,8 кг/м<sup>2</sup>. Вегетационный период 30-35 суток. Обладает высоким адаптационным потенциалом, устойчив к стеблеванию в условиях длинного дня и пониженных температур, долго сохраняет качество корнеплода.

**K-2106, Чили.** Сортотип Белый круглый лировиднолистный. Розетка полураскидистая, раскидистая, лист лировидный со слабым опушением. Корнеплод крупный, округлой или плоскоокруглой формы, белый с зеленой головкой. Мякоть корнеплода белая, сочная, сладкая. Масса корнеплода 19,1-25,2 г, урожайность 4,8-6,3 кг/м<sup>2</sup>. Вегетационный период 22-27 суток. Обладает высоким адаптационным потенциалом, долго сохраняет качество корнеплода.

### Заключение

В результате проведенных исследований изучена часть коллекции корнеплодных культур вида *Raphanus sativus L.*

Образцы редиса европейской разновидности отличались исключительной скороспелостью и как источник комплекса витаминов в зимний и ранневесенний период, но их недостаток заключается в быстрой потере товарного качества. Образцы редиса китайской разно-

видности отличались высокой урожайностью, нежной консистенцией и устойчивостью к быстрому дряблению мякоти корнеплода; отдельные сортотипы в условиях длинного дня не образовали массовую цветуху.

В результате проведенных исследований изученные образцы были разделены на группы по продолжительности вегетационного периода. Самыми скороспелыми оказались образцы европейской разновидности с круглым и округло-ovalным корнеплодом, позднеспелыми в основном образцы китайской разновидности. Наблюдалось увеличение вегетационного периода при выращивании в зимнее время у всех исследуемых сортотипов на 5-10 суток, лишь у отдельных образцов сортотипа Красный овально-округлый вегетационный период не изменился (к-2133, к-2343, к-1742, к-2404).

Отмечено сильное изменение формы корнеплода при выращивании в зимнее время при недостаточной освещенности. Приведены образцы, которые способны формировать продуктивный орган в таких условиях без изменения формы корнеплода и вегетационного периода (к-2404, Нидерланды; к-2133, Танзания; к-2185, Польша; к-2343, Исландия; к-1666, Россия). Среди образцов сортотипа Красный овально-округлый выделились сортобразцы из Нидерландов, Чехии и Польши, формирующие низкорослую, компактную розетку с приподнятым расположением листьев во всех условиях выращивания.

Выявлено формирование высокой урожайности в открытом грунте у большинства сортотипов, лишь образцы сортотипов Белый длинный и Красный имели высокую урожайность в защищенном грунте. В весенней теплице формировался урожай более высокого качества. Самыми урожайными образцами оказались представители сортотипа Красный длинный.

Выделено 7 образцов редиса, которые представляют селекционную ценность. Их возможно использовать в качестве исходного материала для селекции на продуктивность, качество корнеплода, устойчивость к стеблеванию в условиях пониженных температур и длинного дня.

### References

1. Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов / Под ред. Д.Д.Брежнева. – М.: Колос, 1982. – С. 324-350.
2. Сазонова Л.В., Власова Е.А. Корнеплодные растения (морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, редька). – Л.: Агропромиздат. ЛО, 1990 – С. 60-72.
3. Шебалина М.А., Сазонова Л.В. Корнеплодные растения // Культурная флора СССР.Т.18.–Л.:Агропромиздат, ЛО,1985.–С.156-324
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Москва, 26 января 2017 г. / Официальный сайт ФБНУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») <http://reestr.gossort.com>
5. Boehn A.I., Yudaeva V.E. Genofond i selekciya korneplodnyh rastenij vida *Raphanus sativus L.* (redis, red'ka, dajkon, loba). – Москва: FGBNU VTISP, 2015. – 134 S.
6. Fedorova M.I., Stepanov V.A. Korneplodnye ovochnye rasteniya, napravleniya selekcii, rezul'taty. // «Ovochi Rossii», - №4(37). – 2017. – с. 16-22.
7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opыта (с основами статистической обработки результатов исследований) – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985.
8. Metodicheskie ukazaniya po izucheniju i podderzhaniyu mirovoj kollekcii korneplodov. – Л., 1989. – 88 с.
1. Rukovodstvo po aprobabacii ovoshchnyh kul'tur i kormovyh korneplodov / Pod red. D.D.Brezhneva. – M.: Kolos, 1982. – S. 324-350.
2. Sazonova L.V., Vlasova E.H.A. Korneplodnye rasteniya (morkov', sel'derej, petrushka, pasternak, redis, red'ka). – L.: Agropromizdat. LO, 1990 – S. 60-72.
3. SHebalina M.A., Sazonova L.V. Korneplodnye rasteniya // Kul'turnaya flora SSSR.T.18.–L.:Agropromizdat, LO,1985.–S.156-324
4. Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyy k ispol'zovaniyu. Moskva, 26 yanvarya 2017 g. / Oficial'nyj sajt FBNU «Gosudarstvennaya komissiya Rossijskoj Federacii po ispytaniyu i ohrane selekcionnyh dostizhenij» (FGBU «Gossortkomissiya») <http://reestr.gossort.com>
5. Bohan A.I., Yudaeva V.E. Genofond i selekciya korneplodnyh rastenij vida *Raphanus sativus L.* (redis, red'ka, dajkon, loba). – Moscow: FGBNU VTISP, 2015. – 134 S.
6. Fedorova M.I., Stepanov V.A. Korneplodnye ovochnye rasteniya, napravleniya selekcii, rezul'taty. // «Ovochi Rossii», - №4(37). – 2017. – s. 16-22.
7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) – 5-ye izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985.
8. Metodicheskie ukazaniya po izucheniju i podderzhaniyu mirovoj kollekcii korneplodov. – L., 1989. – 88 c.



Рис.3. Образцы редиса  
(5 - к-2383, Венгрия; 6 - к-1923, Китай; 7 - к-2106, Чили)

### Литература

1. Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов / Под ред. Д.Д.Брежнева. – М.: Колос, 1982. – С. 324-350.
2. Сазонова Л.В., Власова Е.А. Корнеплодные растения (морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, редька). – Л.: Агропромиздат. ЛО, 1990 – С. 60-72.
3. Шебалина М.А., Сазонова Л.В. Корнеплодные растения // Культурная флора СССР.Т.18.–Л.:Агропромиздат, ЛО,1985.–С.156-324
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Москва, 26 января 2017 г. / Официальный сайт ФБНУ «Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» (ФГБУ «Госсорткомиссия») <http://reestr.gossort.com>
5. Boehn A.I., Yudaeva V.E. Genofond i selekciya korneplodnyh rastenij vida *Raphanus sativus L.* (redis, red'ka, dajkon, loba). – Москва: FGBNU VTISP, 2015. – 134 S.
6. Fedorova M.I., Stepanov V.A. Korneplodnye ovochnye rasteniya, napravleniya selekcii, rezul'taty. // «Ovochi Rossii», - №4(37). – 2017. – с. 16-22.
7. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta (с основами статистической обработки результатов исследований) – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985.
8. Metodicheskie ukazaniya po izucheniju i podderzhaniyu mirovoj kollekcii korneplodov. – Л., 1989. – 88 с.



# МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ И РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ *PHYSALIS* spp. В УСЛОВИЯХ УМЕРЕННОГО КЛИМАТА

MORPHOLOGICAL AND REPRODUCTIVE FEATURES  
OF *PHYSALIS* spp. IN TEMPERATE CLIMATE

Мамедов М.И. – доктор сельскохозяйственных наук, профессор,  
Енгалычев М.Р. – кандидат сельскохозяйственных наук, ст.н. сотрудник.

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»  
143072, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул.  
Селекционная, д. 14  
E-mail: mubaris-mamedov@yandex.ru

Mamedov M.I., Doctor of sciences in Agriculture, Professor  
Engalychev M.R., Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center  
Selectionnaya str., 14, VNIISOK,  
Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia  
E-mail: mubaris-mamedov@yandex.ru

*Physalis* в разных странах известен как *tomatillo*, *husk tomato*, *green tomato*, *tomate de cascara*, *miltomate*, *tomate verde* в зависимости от видовой принадлежности. В России он называется физалис овощной или физалис мексиканский. Побегообразование является важным показателем характеристики сорта, так как значительно влияет на формирование кондиционных плодов. Чем больше ветвей I и II порядков (основная группа), тем выше выход зрелых плодов с растения в процентном отношении. Анализ полученных результатов побегообразования показывает, что число завязавшихся плодов на растении значительно выше, чем число вызревших. Созревание плодов наблюдается на побегах основной группы, условно на I и II порядках. У сорта Лакомка из числа формировавшихся 53 кондиционных плодов только 22 достигают биологической спелости (41,5%). Признаки «число плодов на растении» и «средняя масса плода» у этого сорта варьируют значительно – Cv = 36,98% и Cv = 33,5% соответственно. В то же время, у сорта Лакомка масса вызревших плодов на растении (1,76 кг) составляет 73,3% от общей массы плодов (2,4 кг). Это объясняется тем, что масса одного вызревшего плода на растении больше невызревшего. Такую закономерность мы наблюдаем и у сортов Л - Фиолетовый, Лежкий. У сортов Королек и Лакомка 2 масса вызревших на растении плодов составляет около 50% от их общей массы. По признакам «число плодов на растении» и «средняя масса плода» самые стабильные – это сорта Кондитер, Лакомка 2 и Лежкий. В плоде формируется 320-450 шт. семян, а продуктивность составляет 7,4-15,5 г/раст. в зависимости от сорта.

**Ключевые слова:** *Physalis*, физалис овощной, межвидовой гибрид, семена, побегообразования, масса плода, число ветвей.

**Для цитирования:** Мамедов М.И., Енгалычев М.Р. Морфологические и репродуктивные особенности растений *Physalis* spp. в условиях умеренного климата. Овощи России. 2017;(5):14-17. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-14-17

Род физалис (*Physalis* spp.) является одним из крупных родов в семействе Solanaceae, он включает около 90 видов. По мнению исследователей, число видов внутри рода меняется значительно, от 75 [1] до 120 [2], из-за схожести морфологических признаков. В настоящее время единственным всеобъемлющим исследованием по роду *Physalis* является работа Waterfall [3,4].

Род *Physalis* spp. распространен по всему миру, но исследователи D'Arcy [1] и Nee [5] отмечают, что его родина – Америка. Все виды, собранные в тропических регионах Старого Мира, интродуцированы после путешествия Колумба в Новый свет, за исключением *P. alkekengi* L., который является единственным видом, происходящим из Старого Света [1,5]. Центром генетического разнообразия рода *Physalis* является Мексика, где обнаружены более 70 видов, и большинство из них эндемики. В США

*Physalis* commonly known as the husk tomato is an important vegetable crop in the diets of many nations. Their fruits are used in the making of chilli sauce, jams, candied fruits, pickles and dressing for popular dishes. Fruits can be marinated and added to the cucumber, tomato, cabbage, apple, pear, plum for canning. Boiled fruit of *Physalis* is used to prepare fillings and decorations for cakes. The number of fruits set is variable. The lateral and sub-lateral branches produce more flower buds, but they do not produce harvestable fruits. The elimination of sub-lateral branches would be very important for restricting fruit set. The 'Lakomka' variety produces 53 commercial fruits, but only 22 of them reach biological maturity (41.5%). Such traits as "number of fruits per plant" and "average fruit weight" vary substantially - Cv = 36.98% and Cv = 33.5%, respectively. At the same time, in the variety 'Lakomka' weight of matured fruits on plant (1.76kg) is 73.3% at the total fruit weight - 2.4 kg. This is because of the weight of one ripened fruit on the plants that is greater than not ripened one. The same results we observed in the cultivars 'L-Fioletovy' and 'Lejkiy'. Weight of ripened fruits on the plant is about 50% from the total weight in the varieties 'Lacomka' and 'Korolyok'. The "number of fruits per plant" and "average fruit weight" were the most stable in varieties 'Konditer', 'Lacomka 2' and 'Lejkiy'. Totally, 320-450 seeds are developed in the fruit, where productivity reaches to 7.4-15.5 g/plant, depending on the variety. *Tomatillo* is genetically highly variable. To become a viable commercial crop, it will be necessary to develop plants with uniform fruit size and to breed a determinant plant type suitable for mechanical harvesting with most of fruits maturing simultaneously on the plant.

**Keywords:** *Physalis*, interspecific hybrids, seeds, fruit weight, number of branches.

**For citation:** Mamedov M.I., Engalychev M.R. Morphological and reproductive features of *Physalis* spp. in temperate climate. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):14-17. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-14-17

и странах Центральной Америки также обнаружены несколько эндемиков, незначительное их количество распространено в странах Южной Америки.

Культурные сорта физалиса со съедобными плодами по ботаническим и хозяйственно ценным признакам принадлежат к двум группам – южноамериканской и мексиканской. К южноамериканской группе относятся физалисы с мелкими сладкими ароматными плодами. Это так называемые ягодные физалисы. Из этой группы наибольший ареал занимают *P. peruviana* L., *P. minima*, *P. pubescens* L. Они культивируются в течение продолжительного времени из-за сочных ягод [5]. К мексиканской группе относятся виды физалиса с более крупными, но менее сладкими плодами – *P. ixocarpa* Brot. (физалис липкoplодный), *P. angulata* L. (физалис угловатый), *P. longifolium* Nutt. (физалис длиннолистный) и др.



Несколько видов физалиса имеют декоративное и медицинское значение. *P. alkekengi* L. – китайский фонарик, его используют в декоративных целях.

*Physalis* в разных странах известен как *tomatillo*, *husk tomato*, *green tomato*, *tomate de cascara*, *miltomate*, *tomate verde* в зависимости от видовой принадлежности. В России он называется физалис овощной или физалис мексиканский. Эта культура была хорошо известна народам майя и ацтеков, до прибытия испанцев в Мексику. Плоды физалиса овощного являются важным компонентом кухни народов Мезоамерики, которые используют их как томат [6].

В настоящее время физалис является одной из основных сельскохозяйственных культур Мексики [7], четвертой по посевным площадям овощной культурой (47473 га) [8], из-за высокого потребления населением внутри страны (4,5 кг на человека) и экспорта в США и Канаду [9]. Основные производственные регионы физалиса овощного в Мексике расположены в штатах Morelos и Hidalgo, где с 13000 га собирают 101366 т продукции.

Кроме Мексики, физалис овощной выращивают в Гватемале, Колумбии [10], Польше и России [11], в Южной части США, Израиле, в Южной Африке [12], в Индии (Раджастан), Австралии, Кении, Пуэрто-Рико, Англии, на Багамах, Ямайке и Тайване [13]. Несмотря

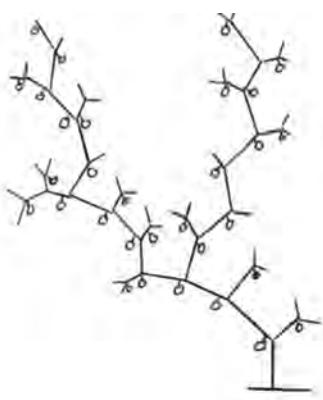


Рис. Схематическое изображение побегообразования растений физалиса овощного

на большое разнообразие у *P. ixocarpa* Brot. генетическое улучшение селекционным путем лимитировано, и средняя урожайность в условиях Мексики составляет 14,17 т/га [8], что значительно ниже по сравнению с потенциальной урожайностью в 40 т/га [14].

Растение физалиса овощного формируется из одного побега, который имеет три-пять междуузлий выше семядолей. Последнее междуузлие заканчивается цветком, одним листом и двумя боковыми разветвлениями. Каждое ветвление имеет один узел, который заканчивается по той же схеме, один цветок в конце, один лист и две ветви. Такой тип ветвления является ложнодихотомическим и представляет частный случай симподия (рис.). Побегообразование у него происходит в процессе всей вегетации, за исключением, когда формируется два листа, дальнейшее ветвление не происходит. Наиболее важной является группа побегов, стабильно дающих урожай кондиционных плодов и названных основными в системе ветвления.

Одним из характерных свойств основного стебля является образование междуузлиями множества придаточных корней при контакте с почвой.

Завязываемость плодов и их число на растении варьируют значительно, и в основном формируются через 70-80 суток после появления всходов. На растениях самые крупные плоды завязываются на первых цветках главного стебля. На боковых ветвях III и следующих порядков формируется больше бутонов, но многие из них или опадают, или плоды не достигают типичного размера. Mulato-Brito et al. [15], Cartujano-Escobar et al. [16] сообщают, что чем больше общее число узлов на боковых ветвях II, III и следующих порядков, тем больше завязывается плодов, но они редко достигают стандартных коммерческих размеров. Интенсивное побегообразование обусловлено тем, что мощная конкуренция между аттрагирующими зонами репродуктивных органов и верхушечных меристем приводит к преобладающему оттоку ассимиляントов к последним. Это в основном свойственно диким формам и выражается в более высоком, чем у сортов, порядке ветвления. Сортам свойственна относительная стабильность этого показателя.

Физалис овощной – самонесовместимая культура, поэтому все растения являются гибридами. Опыление производится насекомыми. Перекрестное опыление между сортами или видами рода *Physalis* spp. возможно, если посевы находятся ближе, чем 500 м. Семеноводство сортов должно осуществляться только с пространственной изоляцией. С 10 кг плодов можно выделить 100-200 г семян [17].

В Россию физалис завезен из Мексики и Гватемалы в 1926 году экспедицией С.М. Букасова. Здесь приступили к изучению физалиса как овощной культуры и установили, что физалис можно выращивать повсеместно, но наиболее успешно на Украине и Дальнем Востоке. Уже в 1934 году плантации физалиса разместились на площади 5000 га, из которых 3000 га – на Дальнем Востоке [18]. Несколько позднее были выведены первые в СССР сорта физалиса, которые использовали в кондитерской промышленности, особенно для получения лимонной кислоты. Но постепенно интерес к физалису стал пропадать, а впоследствии иссяк. В настоящее время физалис, главным образом, выращивают на приусадебных и дачных участках.

Еще раз целенаправленная селекционная работа с культурой *Physalis* в России была начата в 1982 году.

На основе межвидовой гибридизации между *P. longifolium* (сорт Лежкий) и *P. angulata* (сорт Московский ранний) удалось получить оригинальную, урожайную, дружно-созревающую форму с благоприятным сочетанием признаков обоих родителей и создать сорт физалиса овощного Кондитер. Для получения урожайных низкоалкалоидных форм физалиса овощного проведены межвидовые скрещивания – *P. angulata* x *P. ixocarpa*. Среди гибридных растений выявлена большая гетерогенность по продуктивности, габитусу куста, окраске венчика цветка, тычинок, пестика, плода, чехлика, осемененности плода, биохимическим показателям качества плодов, в том числе по содержанию пектиновых веществ, наличию алкалоида физалина. В результате целенаправленного отбора из гибридной популяции получены формы с хорошим типом ветвления, компактные (типа детерминантных) с относительно высоким процентом плодов, созревающих на растении. На основе этих форм были созданы сорта Дружок и Финик с высокими показателями качества плодов и низким содержанием физалина.

Ибн Сина считал, что лечебные свойства плодов и листьев физалиса сходны с пасленом. Он рекомендовал употреблять свежие плоды при бронхиальной астме, воспалительных

# СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

заболеваниях верхних дыхательных путей, желтухе, при лечении язв, заболеваний мочевыводящих путей.

В современной медицине плоды физалиса употребляются как поливитаминное и диетическое средство, больными с гипоацидным гастритом, язвенной болезнью желудка и двенадцатиперстной кишки, при хронических холециститах, сахарном диабете и гипертонической болезни. Необходимо использовать только спелые плоды. Мелкие плоды на один прием рекомендуется употреблять по 10-15 штук, а крупные – по 4-8 штук за 10-15 минут до еды. Больным с повышенной кислотностью желудочного сока следует употреблять в 2 раза меньшую дозу и непосредственно перед едой, постепенно, по мере улучшения самочувствия, увеличивая число ягод до 8-15 штук.

В гомеопатии плоды физалиса используются при мочекаменной болезни.

Мазь из плодов физалиса употребляют наружно при воспалительных процессах как обезболивающее средство при ревматических и подагрических болях и как ранозаживляющее средство, усиливающее регенерацию тканей. Сок плодов в крымской народной медицине используют при лишаях.

Созревшие плоды физалиса употребляют в свежем виде как фрукты. Их используют для консервирования, приготовления соусов, варенья, цукатов, маринадов, солений. Их можно мариновать и добавлять к огурцам, томатам, капусте, яблокам, груше, сливе при консервировании. Из вареных плодов физалиса готовят начинки для пирогов, украшения для тортов. Сок физалиса добавляется к мясным и рыбным блюдам в качестве приправы. Свежий сок или кашица из плодов употребляется с творогом, кефиром, чаем, киселем и другими изделиями.

В настоящее время селекция овощного физалиса во ВНИИССОК продолжается. Основные направления селекции – раннеспелость, компактность растения, высокая урожайность, высокая доля созревших на растении плодов, их выравненность и однородность, высокое содержание антиоксидантов и др. Сорта Королек, Лакомка, Десертный отвечают этим требованиям. Наравне с этими показателями изучается и характер проявления репродуктивных органов. Методы семеноводческой работы с сортами зависят от его биологических особенностей. Урожайность семеноводческих посевов находится в прямой зависимости от числа растений на единице площади и их продуктивности, а густота посадки, в свою очередь – от архитектоники растения.

Таким образом, особенности побегообразования, свойственные растениям данного рода, обуславливают, с одной стороны, высокую потенциальную продуктивность, с другой – низкий процент зрелых плодов в их общей массе. В связи с этим, в селекции на дружное созревание плодов необходим отбор форм с

признаками детерминантного роста. Элиминация боковых ветвей III и следующих порядков и снижение числа междуузлий на боковых ветвях I и II порядков будет очень важным для формирования ограниченного числа плодов в течение короткого периода времени. Детерминантный тип роста растений также позволит механизировать процесс возделывания и уборки урожая.

## Материал и методы

Материалом для исследований послужили различные виды и межвидовые гибриды рода *Physalis* селекции ВНИИССОК. Анализ проводили в трехкратной повторности, по 20 растений в каждой повторности. Растения выращивали на полях ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур (Московская область). Семена высевали в кассеты 5x5 см, набитые торфом, 22 апреля. Подкормку рассады проводили в фазе трех настоящих листьев  $N_{16}P_{16}K_{40}$ . Пересадку в грунт осуществляли 25 мая, когда среднесуточная температура составила 15°C. Схема посадки 70x50 см. Агротехника общепринятая для пасленовых культур. Подкормку растений минеральными удобрениями проводили перед цветением из расчета  $N_{16}P_{16}K_{16}$ .

Оценку по основным хозяйственно ценным признакам проводили согласно методикам: «Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур», «Методика полевого опыта». Опыты сопровождались следующими наблюдениями и учетами:

1. Фенологические наблюдения: появление всходов; начало и массовое цветение; созревание плодов; дата первого, следующих и последнего сбора. На пяти растениях измеряли высоту главного стебля, считали число боковых побегов первого, второго и третьего порядка.

2. Учет урожая и товарности производили по мере созревания плодов. Общий урожай зрелых товарных и нетоварных плодов учитывали взвешиванием каждой фракции отдельно, на всех растениях. Определяли продуктивность растений.

3. Среднюю массу плода определяли по трем сборам.

Статистическую обработку результатов осуществляли с использованием критерия Стьюдента с помощью компьютерной программы Excel.

## Результаты и обсуждения

В условиях умеренного климата некоторые количественные признаки сортов физалиса овощного стабильны или варьируют незначительно, другие изменяются сильнее и такое проявление сортоспецифично.

Важным показателем приспособленности организма к агроклиматическим условиям является продолжительность

Таблица. Особенности проявления морфологических количественных признаков растений и репродуктивных органов различных видов и межвидовых гибридов *Physalis* в условиях умеренного климата (2015-2016 годы)

Название образца	Продолжительность периода «всходы – биологическая спелость», сутки	Высота растения, см.	Число ветвей: I,II и III порядков	Число плодов на растении, шт.		Число вызревших плодов на растении, шт.	Продуктивность, кг/раст.	Масса вызревших плодов, кг на растении	Средняя масса плода, г		h/o плода	Число семян в плоде, шт.
				Xср±S x	Cv, %				Xср±Sx	Cv, %		
Кондитер, ст. ( <i>P. longifolium</i> , Лежкий х <i>P. angulata</i> , Московский ранний)	115	125	12/26/56	62±5,08	8,19	19	2,6	0,76	70±6,12	8,74	5,0/5,5	390
Л - Фиолетовый ( <i>P. ixocarpa</i> )	105	90	10/26/42	58±7,05	12,16	20	1,8	1,26	60±11,23	18,72	4,5/5,0	370
Королек ( <i>P. angulata</i> x <i>P. ixocarpa</i> )	118	110	8/22/38	55±10,71	19,47	15	1,6	0,81	54±10,15	18,80	4,0/5,0	320
Лакомка 2 ( <i>P. angulata</i> x <i>P. ixocarpa</i> )	90	105	10/24/46	47±4,12	8,77	12	3,8	1,92	160±8,24	5,15	7,0/9,0	410
Лежкий ( <i>P. longifolium</i> )	108	130	18/38/60	64±6,04	9,44	23	1,8	1,20	56±5,03	8,98	6,0/6,0	450
Лакомка ( <i>P. angulata</i> x <i>P. ixocarpa</i> )	102	120	15/35/65	53±19,6	36,98	22	2,4	1,76	80±26,8	33,50	5,0/6,0	330

вегетационного периода, в течение которого он может реализовать свои потенциальные возможности формированием урожая высокого качества.

Продолжительность вегетационного периода у самой скороспелой линии Лакомка 2 составила 90 суток, что на 15 суток меньше, чем у стандарта – сорта Кондитер. Этот генотип был выделен из сорта Лакомка, у которого вегетационный период 102 суток. Сравнительно более продолжительный вегетационный период у сорта Королек – 118 суток. У других генотипов: Л – Фиолетовый с фиолетовой окраской плода и Лежкий, вегетационный период составил 105 и 108 суток соответственно. Они относятся к раннеспелым и среднеранним группам сортов.

Побегообразование, как отмечено выше, является важным показателем характеристики сорта, так как значительно влияет на формирование кондиционных плодов. Чем больше ветвей I и II порядков (основная группа), тем выше выход зрелых кондиционных плодов с растения в процентном отношении. Анализ полученных результатов побегообразования показывают, что число завязавшихся плодов на растении значительно выше, чем число вызревших. Созревание плодов наблюдается на побегах основной группы, условно на I и II порядков. Например, у сорта Лакомка из числа формировавшихся 53 кондиционных плодов только 22 достигают биологической спелости, что составляет 41,5%. Следует отметить, что признаки «число плодов на растении» и «средняя масса плода» у этого сорта варьируют значительно – Cv = 36,98% и Cv = 33,5% соответственно (табл.). В то же время у сорта Лакомка масса вызревших плодов на растении (1,76 кг) составляет 73,3% от общей массы плодов (2,4 кг). Это объясняется тем, что масса одного вызревшего плода на растении больше невызревшего. Такую закономерность мы наблюдаем и у генотипов Л - Фиолетовый, Лежкий. У сортов Королек и Лакомка 2 масса вызревших на растении плодов составляет около 50% от их общей массы, т.е. общей

продуктивности растений. По признакам «число плодов на растении» и «средняя масса плода» самые стабильные – это сорта Кондитер, Лакомка 2 и Лежкий (табл.).

По крупности и средней массе плода сорт Лакомка 2 значительно превосходит другие сорта. У него средняя масса плода, в среднем, составляет 160 г при размере 7,0/9,0 см и этот признак стабилен по годам, с коэффициентом изменчивости Cv = 5,15%. Этот сорт отобран по крупности плода из сорта Лакомка из-за значительной изменчивости этих признаков в исходном сорте. В результате целенаправленного отбора получена форма с хорошим типом ветвления, компактных (типа детерминантных), с относительно высоким процентом (25,5%) созревших на растении, но более крупных плодов, что отражается на продуктивности – 3,8 кг/раст. При этом 42% боковых побегов это ветви I и II порядка, что обеспечивает высокий процент (50,5%) массы вызревших плодов на растении.

В одном плоде сорта физалиса овощного Лежкий формируется 450 шт. семян. Из 64 шт. плодов, формирующихся на растении этого сорта, 23 шт. вызревают на растении. Таким образом, на растении формируется около 10350 шт. семян, что составляет, примерно, 15,5 г. Учитывая сравнительно меньшую массу и размер плода (56 г и 6,0/6,0 см), значительную высоту растений (130 см) с большим числом боковых побегов III порядка (60 шт., 51,7%), в настоящее время этот сорт не удовлетворяет требованиям потребителей. У крупноплодного сорта физалиса Лакомка 2 число семян в плоде составляет 410 шт. или 4920 штук с растения. У других сортов прослеживается такая же закономерность (табл.). Продуктивность в зависимости от сорта варьирует в пределах 4800-7400 штук семян с растения. Аналогичный результат получен Travlos [20], в условиях полива и высокого уровня питательных веществ, где число семян составило до 4200 штук с растения *P. angulata* L.

#### ● References

- D'Arcy W.G. The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. In: J.G. Howkes et al. (eds.) Solanaceae II. Taxonomy, chemistry, evolution. The Royal Botanic Gardens, Kew and Linnaean Society of London, Surrey, 1991, pp.75-137.
- Hendrich R. Physalis alkekengi in Europa und in der Tschechoslowakei besonders. Acta Universitatis Corolinæ. 1989, Biologica, 33, pp. 1-42
- Waterfall U.T. A taxonomic study of Physalis in North America north of Mexico. 1958, Rhodora 60, pp. 107-114; 152-173.
- Waterfall U.T. Physalis in Mexico, Central America and the West Indies. 1967, Rhodora 69: pp. 82-120; 203-239; 319-329
- Nee M. The systematics of the lesser known edible Solanaceae of the New World. In: J.G. Howkes et al. (eds.) Solanaceae II. Taxonomy, chemistry, evolution. The Royal Botanic Gardens, Kew and Linnean Society of London, Surrey, 1991, pp. 365-368
- Robledo-Torres V., Ramirez-Godina F., Rahim F., Benavidez-Mendoza A., Hernandez-Guzman G., Humberto Reyes-Valdes M. Development of tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) autotetraploids and their phenotypic characterization. J. Breeding Science, 2011, 61, pp. 288-293
- Cantwell M., Flores J., Trejo A. Developmental changes and postharvest physiology of tomatillo fruits (*Physalis ixocarpa* Brot.). Sci. Hortic-Amsterdam, 1992, 50, pp. 59-70
- SIAP-SAGARPA. Servicio de informacion e estadistico agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.sagarpa.gov.mx/> 2011.
- Pena L.A., Molina J.D., Marques F., Sahagun J., Ortiz J., Cervantes T. Respuestas estimadas y observadas de tres metodos de selección en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Fitotecnia Mexicana, 2002, 25, pp. 171-178
- Bucashov S.M. Las plantas cultivadas en Mexico, Guatemala y Colombia. Lima, IICA, Publicación especial, 1963, 20, 244 p.
- Bock M.A., Sanchez P.J., McKee L.J., Ortiz M. Selected nutritional and quality analyses of tomatillo (*Physalis ixocarpa*). Plant Foods Hum. Nutr., 1995, 48, pp. 127-133
- Pena L.A., Marquez S.F. Mejoramiento genético de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo, 1990, 71/72, pp. 85-88
- Morton J.F. Mexican husk tomato. In: Fruits of Warm Climates. Morton J.F. (ed.) Creative Resource Systems. Inc. Miami Florida, 1987, pp. 434-437
- Pena L.A., Santiaguillo H.J.F. Variabilidad genética de tomate de cascara en Mexico. Boletín Técnico, Departamento de Fitotacnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, 1999, 2, 26 p.
- Mulato-Brito J., Jankiewicz L., Fernandez-Orduna V.M., Cartujano-Escobar F., Serrano-Covarrubias L.M. Growth, fructification and plastochron index of different branches in the crown of the husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.). Acta Soc. Bot., 1985, 54, pp. 195-206
- Cartujano-Escobar F., Jankiewicz L., Fernandez-Orduna V.M., Mulato-Brito J. The development of the husk tomato plant (*Physalis ixocarpa* Brot.). II. Reproductive parts. Acta Soc. Bot. Pol., 1985, 54, pp. 339-349
- Saray-Meza C.R., Palacios A., Villanueva E. Rendidora, nueva variedad de tomate de cascara. El Campo, 1978, 54, pp. 17-21
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference. NDB No 11954. The Us Department of Agriculture, Washington DC, 2006
- Жулева В.М., Черенок Л.Г. Помидоры, перец, баклажаны, физалис. Издательский дом МСП, М., 1999. - С.170-171.
- Travlos I.S. Invasiveness of cut-leaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) populations and impact of soil water and nutrient availability // Chilean Journal of Agricultural Research. 2012. No 72 (3). Pp. 358-363.
- D'Arcy W.G. The Solanaceae since 1976, with a review of its biogeography. In: J.G. Howkes et al. (eds.) Solanaceae II. Taxonomy, chemistry, evolution. The Royal Botanic Gardens, Kew and Linnaean Society of London, Surrey, 1991, pp.75-137.
- Hendrich R. Physalis alkekengi in Europa und in der Tschechoslowakei besonders. Acta Universitatis Corolinæ. 1989, Biologica, 33, pp. 1-42
- Waterfall U.T. A taxonomic study of Physalis in North America north of Mexico. 1958, Rhodora 60, pp. 107-114; 152-173.
- Waterfall U.T. Physalis in Mexico, Central America and the West Indies. 1967, Rhodora 69: pp. 82-120; 203-239; 319-329
- Nee M. The systematics of the lesser known edible Solanaceae of the New World. In: J.G. Howkes et al. (eds.) Solanaceae II. Taxonomy, chemistry, evolution. The Royal Botanic Gardens, Kew and Linnean Society of London, Surrey, 1991, pp. 365-368
- Robledo-Torres V., Ramirez-Godina F., Rahim F., Benavidez-Mendoza A., Hernandez-Guzman G., Humberto Reyes-Valdes M. Development of tomatillo (*Physalis ixocarpa* Brot.) autotetraploids and their phenotypic characterization. J. Breeding Science, 2011, 61, pp. 288-293
- Cantwell M., Flores J., Trejo A. Developmental changes and postharvest physiology of tomatillo fruits (*Physalis ixocarpa* Brot.). Sci. Hortic-Amsterdam, 1992, 50, pp. 59-70
- SIAP-SAGARPA. Servicio de informacion e estadistico agroalimentaria y pesquera. <http://www.siap.sagarpa.gov.mx/> 2011.
- Pena L.A., Molina J.D., Marques F., Sahagun J., Ortiz J., Cervantes T. Respuestas estimadas y observadas de tres metodos de selección en tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Fitotecnia Mexicana, 2002, 25, pp. 171-178
- Bucashov S.M. Las plantas cultivadas en Mexico, Guatemala y Colombia. Lima, IICA, Publicación especial, 1963, 20, 244 p.
- Bock M.A., Sanchez P.J., McKee L.J., Ortiz M. Selected nutritional and quality analyses of tomatillo (*Physalis ixocarpa*). Plant Foods Hum. Nutr., 1995, 48, pp. 127-133
- Pena L.A., Marquez S.F. Mejoramiento genético de tomate de cascara (*Physalis ixocarpa* Brot.). Revista Chapingo, 1990, 71/72, pp. 85-88
- Morton J.F. Mexican husk tomato. In: Fruits of Warm Climates. Morton J.F. (ed.) Creative Resource Systems. Inc. Miami Florida, 1987, pp. 434-437
- Pena L.A., Santiaguillo H.J.F. Variabilidad genética de tomate de cascara en Mexico. Boletín Técnico, Departamento de Fitotacnia, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, 1999, 2, 26 p.
- Mulato-Brito J., Jankiewicz L., Fernandez-Orduna V.M., Cartujano-Escobar F., Serrano-Covarrubias L.M. Growth, fructification and plastochron index of different branches in the crown of the husk tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.). Acta Soc. Bot., 1985, 54, pp. 195-206
- Cartujano-Escobar F., Jankiewicz L., Fernandez-Orduna V.M., Mulato-Brito J. The development of the husk tomato plant (*Physalis ixocarpa* Brot.). II. Reproductive parts. Acta Soc. Bot. Pol., 1985, 54, pp. 339-349
- Saray-Meza C.R., Palacios A., Villanueva E. Rendidora, nueva variedad de tomate de cascara. El Campo, 1978, 54, pp. 17-21
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference. NDB No 11954. The Us Department of Agriculture, Washington DC, 2006
- Zhuleva V.M., Cherenok L.G. Pomidory, perek, baklazhany, fizalis. Izdatel'skij dom MSP, M., 1999. - С.170-171.
- Travlos I.S. Invasiveness of cut-leaf ground-cherry (*Physalis angulata* L.) populations and impact of soil water and nutrient availability // Chilean Journal of Agricultural Research. 2012. No 72 (3). Pp. 358-363.

# ВНУТРИСОРТОВЫЕ СКРЕЩИВАНИЯ КАК МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА

INTRA-VARIETAL CROSSING AS METHOD  
TO IMPROVE ADAPTATION CHARACTERISTICS IN INITIAL BREEDING ACCESSIONS

Козловская Е.А.<sup>1,2</sup> – аспирант лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур

Пышная О.Н.<sup>2</sup> – доктор с.-х. наук, профессор, зам. директора по науке

Мамедов М.И.<sup>2</sup> – доктор с.-х. наук, профессор,

заведующий лабораторией селекции и семеноводства пасленовых культур

Джос Е.А.<sup>2</sup> – кандидат с.-х. наук, с.н.с.

Митрофанова О.А.<sup>2</sup> – кандидат с.-х. наук, с.н.с.

Kozlovskaya E.A.,<sup>1,2</sup> Postgraduate student

Pyshnaya O.N.<sup>2</sup>, Doctor of Sciences in Agriculture, Professor,  
Research Project Director

Mamedov M.I.<sup>2</sup>, Doctor of sciences in Agriculture, Professor, Head of Laboratory of  
Solanaceae Crop Breeding and Seed Production

Djos E.A.<sup>2</sup>, Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

Mitrofanova O.A.<sup>2</sup>, Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

<sup>1</sup> Научно-производственное объединение «Агросвит»  
Украина, Херсонская обл., с. Чернянка

<sup>2</sup> ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»  
143072, Россия, Московская обл.,  
Одинцовский р-н., п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

E-mail: pishnaya\_o@mail.ru, mubaris-mamedov@mail.ru, elenadzhos@mail.ru

1 Research and Production Company 'Agrosvit', Cherniyanka, Kherson oblast, Ukraine

2 FSBSI Federal Scientific Vegetable Center  
Selectionaya St. 14, VNIISOK, Odintsovo region, Moscow oblast,  
143072, Russia  
E-mail: pishnaya\_o@mail.ru, mubaris-mamedov@mail.ru, elenadzhos@mail.ru

**Создание родительских линий, способных при гибридизации обеспечить мощный гетерозис – является важной задачей при гетерозисной селекции. Длительное выращивание и отбор в однообразных условиях внешней среды ведут к уменьшению жизнеспособности и продуктивности сорта или линии. Одним из методов улучшения исходного материала, как показали исследования на других культурах, является внутрисортовая гибридизация. Внутрилинейные (внутрисортовые) скрещивания являются методом обогащения наследственной основы образца, так как способствуют увеличению ценных редких рекомбинантов в потомстве. Исследования по изучению влияния внутрисортового скрещивания на восстановление комбинационной способности родительских линий перца сладкого проводили на образцах различного экологического происхождения: местные сорта перца Эней, Айвенго (Украина), Сладкий (Италия), Линия 138 д (Россия). Потомство от внутрисортовых скрещиваний оценивали по сравнению с контролем по числу плодов на растении, средней массе плода, урожайности и товарности. Результаты полученных исследований показали, что урожайность от внутрисортовых обогащающих скрещиваний по сравнению с контролем возросла на 2,3-25,7% в зависимости от образца, а масса плода – на 2-11%. Фенологические наблюдения не показали какой-либо разницы в прохождении фаз развития между контрольными растениями и полученными от внутрисортовых скрещиваний. При детальном изучении потомства от скрещиваний между различными растениями в одном образце показаненный эффект их адаптивной способности, что будет способствовать выделению лучших из них для использования в селекции на гетерозис.**

**Ключевые слова:** внутрисортовые скрещивания, перец сладкий, урожайность, образец, потомство.

**Для цитирования:** Козловская Е.А., Пышная О.Н., Мамедов М.И., Джос Е.А., Митрофанова О.А. Внутрисортовые скрещивания как метод повышения адаптивного потенциала исходного материала. *Овощи России*. 2017;(5):18-20. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-18-20

*The important goal of breeding program is to achieve the heterosis effect and develop the appropriate breeding lines to be used for crossing. The cultivation of the variety or breeding line for a long time and selection process under the same environmental factors lead to decrease of viability and productivity of the variety or breeding line. The intra-varietal and intra-line crossing is the method that enables to improve the genetic basis of the existing breeding accessions, when increasing the recombination ability, particularly among valuable and rare characteristics. The accessions of sweet pepper of different ecological origin: local varieties 'Aeneas', 'Ivanhoe' (Ukraine), 'Sladkiy' (Italy), breeding line 'n 138d' (Russia) were taken to study the influence of intra-varietal crossing on recovery of combining ability in breeding lines. The progeny produced from intra-varietal crossing has been assessed for the fruit number, average fruit weight, yielding ability and marketability, and then consequently compared with control accession. As results showed the yielding ability had increased by 2.3-25.7%, depending on genotype, while the fruit weight had increased by 2-11%. Phenological observation showed that there is no significant difference at the phase of growing and development between control plants and plants produced through intra-varietal crossing. The detailed progeny assessment has revealed the different effect of adaptive ability among different plants when the plants crossing within the same accession. This enables to select the best accessions to be used in further heterosis breeding program.*

**Keywords:** intra-cultivar crossing, sweet pepper, yield ability, accession, progeny.

**For citation:** Kozlovskaya E.A., Pyshnaya O.N., Mamedov M.I., Dzhos E.A., Mitrofanova O.A. Intra-varietal crossing as method to improve adaptation characteristics in initial breeding accessions. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):18-20. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-18-20

## Введение

Селекция начинается с подбора, оценки и изучения исходного материала, его генетического потенциала и гетерогенности исходных популяций, чем и обеспечивается успех работы. При подборе и создании нового исходного материала, отвечающего поставленной цели, селекционер выбирает образцы или формы, обладающие

теми признаками, которые необходимы в данной экологической зоне.

Одна из самых важных задач при гетерозисной селекции – создание родительских линий, способных при гибридизации обеспечить мощный гетерозис. Исходные родительские формы с высокой комбинационной способностью пока не создают, а выбирают из десятков тысяч линий. Однако линии с

высокой комбинационной способностью редки, и со временем при продолжительном репродуктировании (инбридинге), особенно в неблагоприятных условиях окружающей среды по многим хозяйственным признакам проявляется депрессия. При этом длительное самоопыление даже у самоопылителей вызывает некоторую депрессию по количественным признакам, и адап-

тивным свойствам. Длительное выращивание и даже отбор в однообразных условиях внешней среды ведут к уменьшению жизнеспособности и продуктивности сорта или линии.

Внутрилинейные (внутрисортовые) скрещивания являются методом обогащения наследственной основы образца. Наибольший эффект в улучшении отдельных признаков наблюдается в том случае, когда скрещивают растения с сильной выраженностью этого признака. Внутрисортовое переопыление способствует увеличению ценных редких рекомбинантов в потомстве. Этот метод широко использовали в селекции овощных культур в 50-60 годах. По внутрисортовому обогащающему скрещиванию у тыквенных культур получены положительные результаты. Наибольший эффект дает переопыление растений, выращенных из семян разных лет урожая или разных почвенно-климатических зон. В Украинском научно-исследовательском институте овощеводства и картофеля в 1949-1951 годах А.Ф. Ветушляк изучала различные приемы повышения сортовых качеств огурца и выявила большую эффективность внутрисортовых обогащающих скрещиваний: по сорту Берлизовский прибавка урожая составила 12-33%, а по сорту Нежинский – 12-43%.

На Грибовской овощной селекционной опытной станции в опытах А.М. Семенко у сорта Муромский прибавка от переопыления растений из семян разных лет урожая составила 7-13%, а выход ранней продукции увеличился на 15-18%. У этого же сорта при скрещивании растений из разных почвенно-климатических зон прибавка урожая составила от 9 до 20%.

По опытам, проведенным С.В. Александровым, В.Л. Волковым и Л.А. Пестовой в 1952-1954 годах в

Ленинградском тепличном комбинате, урожай огурцов сортов Клинский 1545 и Ленинградский тепличный от внутрисортовых обогащающих скрещиваний возрос на 10-26%, а плодоношение началось на 7 суток раньше.

А.В. Алпатьев (1981) отмечал, что урожайность томата может быть повышена на 15-20% за счет переопыления линий в пределах одного сорта, так как любой сорт в известной степени является популяцией, состоящей из совокупности растений, различающихся между собой по физиологическим, биохимическим и другим признакам. Положительные результаты от внутрисортовых скрещиваний томата получены белорусскими учеными Кильчевским А.В и Хотылевой Л.В. (1997) на сортах Таллалихин 186 и Бизон 639.

Внутрисортовые скрещивания, как метод обогащения наследственной основы сорта, широко применяют на моркови. Урожайность моркови повышается на 10-21% при скрещивании растений от весенних и подзимних посевов (Бунин, Литвинова, Мешков, 2004).

Подобные работы на перце сладком не проводили.

**Целью** нашей работы было изучение влияния внутрисортового скрещивания на восстановление жизнеспособности и комбинационной способности родительских линий перца сладкого, снижающихся при длительном самоопылении и индивидуальном отборе, на продуктивность и другие хозяйственноважные признаки.

#### Материал и методы

Работа выполнена в 2014-2016 годах в научно-производственном объединении «Агросвит» Украина, Херсонская область. В исследовании были использованы местные сорта перца (Эней,

Айвengo), образец из Италии (Сладкий) и из России (Линия 138 д). Для скрещивания выбирали лучшие растения из образца. В процессе роста и развития растений проводили регулярные наблюдения и биометрические измерения. При фенологической оценке отмечали даты посева, всходов, цветения, технической спелости и продолжительность периода плодоношения. Агротехника, используемая в опытах, была общепринятой для региона.

#### Результаты и обсуждение

Получение принципиально новых результатов в селекции предполагает использование перспективного исходного материала для создания конкурентоспособных сортов и гибридов. Одним из методов улучшения исходного материала, как показали исследования на других культурах, является внутрисортовая гибридизация.

Эффективность внутрисортового скрещивания во многом определяется степенью дифференциации половых клеток. Поэтому, несмотря на близкородственное переопыление будет проявляться большая, чем при строгом самоопылении, дифференциация половых элементов, что должно способствовать получению потомства со сравнительно более высокой адаптивной способностью.

Нами в течение двух лет проводилась оценка потомства от внутрисортовых скрещиваний по сравнению с контролем по числу плодов на растении, средней массе плода, урожайности и товарности (табл. 1). Анализируя полученные данные, можно отметить, что урожайность от внутрисортовых обогащающих скрещиваний возросла на 2,3-25,7% в зависимости от образца, а масса плода – на 2-11%. На признак товарности плодов данный метод не оказал

Таблица 1. Проявление хозяйствственно ценных признаков у внутрисортовых гибридов

Образец	Число плодов на растении, шт.	% к контролю	средняя масса плода, г	% к контролю	Товарность, %	% к контролю	Урожайность, ц/га	% к контролю
Эней – контроль	14		85		94		82,1	
S <sub>1</sub> Эней	12	85	92	108	93	99	84	102,3
Айвengo – контроль	18		78		94		80,0	
S <sub>1</sub> Айвengo	19	106	80	103	97	103	90,1	112,3
Линия 138д – контроль	17		70		96		81,2	
S <sub>1</sub> Линия 13д	19	112	78	111	98	102	102,1	125,7
Сладкий – контроль	14		85		88		55,1	
S <sub>1</sub> Сладкий	13	93	87	102	95	108	58,0	105,2

# СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

**Таблица 2. Сравнительная оценка внутрисортовых гибридов от скрещивания различных растений**

Образец	Число плодов на растении, шт.	% к контролю	Средняя масса плода, г	% к контролю	Товарность, %	% к контролю	Урожайность, ц/га	% к контролю
Линия 138д – контроль	17		70		96		81,2	
S <sub>1</sub> Линия 138д 11 x 12	19	112	78	111	98	102	102,1	125,7
S <sub>1</sub> Линия 138д 3 x 4	17	100	70	100	97	101	83,0	102,2
S <sub>1</sub> Линия 138д 5 x 6	18	106	75	107	96	100	93,0	114,5
S <sub>1</sub> Линия 138д 7 x 8	19	112	74	106	97	101	96,0	105,2
S <sub>1</sub> Линия 138д 1 x 2	19	112	70	100	98	102	93,5	115,1
<b>HCP<sub>05</sub></b>							8,0	

особого влияния, показатели были в пределах ошибки опыта за исключением образца Сладкий, который на 8% превысил контроль.

Увеличение числа плодов на растении отмечено только в образцах S<sub>1</sub>Линия 138д (12%) и S<sub>1</sub>Айвенго (6%). Таким образом, внутрисортовые скрещивания повышают адаптивный потенциал образца, что выражается в повышении показателей основных хозяйственных признаков.

Фенологические наблюдения не показали какой-либо разницы в прохождении фаз развития между контрольными растениями и полученными от внутрисортовых скрещиваний.

В наших исследованиях мы изучали и сравнивали комбинации скрещиваний между различными растениями в одном образце с целью последующего использования лучших из них в селекции на

гетерозис. По результатам исследования установлено, что комбинациями скрещивания различных растений достигается разный эффект их адаптивной способности. Наиболее наглядно результаты внутрисортового скрещивания прослеживаются на образце Линия 138 д (табл. 2). Внутри этого образца проведены 5 пар скрещиваний.

Комбинации внутрисортовых скрещиваний показали повышение урожайности, числа товарных плодов на растении, массы плода и незначительное увеличение товарности при скрещивании различных растений. Полученные результаты свидетельствуют о сравнительно высоком потенциале комбинации S<sub>1</sub>Линия 138д между растениями 11 x 12. Перспективными также являются скрещивания S<sub>1</sub> Линия 138д 1 x 2 и S<sub>1</sub>Линия 138д 5 x 6, хотя и результат несколько ниже.

Таким образом, этот метод может быть использован для улучшения ценных в хозяйственном отношении образцов, но малоприспособленных к новым почвенно-климатическим условиям. Эти образцы представляют собой новые формы интродуцированных и стародавних сортов, и будут обладать желаемыми хозяйственными свойствами и признаками родителей, являясь более приспособленными к условиям окружающей среды.

Выделившиеся комбинации будут использованы в дальнейшей селекционной работе для улучшения линейного материала и получения гетерозисных гибридов на их основе.

## ● Литература

1. Алпатьев А.В. Помидоры /М. Колос, 1981. – 304 с.
2. Бунин М.С., Литвинова М.К., Мешков А.В. Морковь – Daucus carota L. (Биологические особенности, селекция и семеноводство, агротехника возделывания) – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 164 с.
3. Гикало Г.С. Перец – Capsicum Tourn. (биологические особенности, видовое и сортовое разнообразие и его селекционное использование) // Автореф. дисс. канд. с.-х. наук. – Краснодар. 1974. – 55 с.
4. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта, М.: Агропромиздат, 1986. – 351с.
5. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Экологическая селекция растений. – Минск: Технология, 1997. – 372 с.
6. Мамедов М. И., Пивоваров В. Ф., Пышная О. Н. Селекция томата, перца и баклажана на адаптивность. – М., 2002. – 21 с.
7. Методические рекомендации по проведению опытов с овощными культурами в защищенному грунте. Харьков, 1977. – 43 с.
8. Методические указания по селекции сортов и гибридов перца, баклажана для открытого и защищенного грунта. М., 1997. – 88 с.
9. Пивоваров В. Ф. Селекция и семеноводство овощных культур – М., 1999. – Т.1 – 299 с.
10. Пышная О. Н. Баклажаны и перцы. М., 2002. – 126 с.
11. Wang D., Bosland Paul W. The Genes of Capsicum. Hort Seince. – 2006. – 41. №5 – p. 1169 – 1187.
12. Alpat'ev A.V. Pomidory /M. Kolos, 1981. – 304 s.
13. Bunin M.S., Litvinova M.K., Meshkov A.V. Morkov' – Daucus carota L. (Biologicheskie osobennosti, selekciya i semenovodstvo, agrotehnika vozdel'yvaniya) – M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2004. – 164 s.
14. Gikalo G.S. Percy – Capsicum Tourn. (biologicheskie osobennosti, vidovoe i sortovoe raznobraziye i ego selekcionnoe ispol'zovaniye) // Avtoref. diss. kand. s.-h. nauk. – Krasnodar. 1974. – 55 s.
15. Dospekhov B. A. Metodika polevogo opyta, M.: Agropromizdat, 1986. – 351s.
16. Kil'chevskij A.V., Hotyleva L.V. EHkologicheskaya selekciya rastenij. – Minsk: Tekhnologiya, 1997. – 372 s.
17. Mamedov M. I., Pivovarov V. F., Pyshnaya O. N. Selekcija tomata, perca i baklazhan na adaptivnost'. – M., 2002. – 21 s.
18. Metodicheskie rekomendacii po provedeniyu opyтов s ovoshchnymi kul'turami v zashchishchennom grunte. Har'kov, 1977. – 43 s.
19. Metodicheskie ukazaniya po selekciyi sortov i gibridov perca, baklazhana dlya otkrytogo i zashchishchennogo grunta. M., 1997. – 88 s.
20. Pivovarov V. F. Selekcija i semenovodstvo ovoshchnyh kul'tur – M., 1999. – T.1 – 299 s.
21. Pyshnaya O. N. Baklazhany i percy. M., 2002. – 126 s.
22. Wang D., Bosland Paul W. The Genes of Capsicum. Hort Seince. – 2006. – 41. №5 – p. 1169 – 1187.

# АГРОБИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ РЕДИСА В УСЛОВИЯХ ПРИГОРОДА НОВОСИБИРСКА



## AGRO-BIOLOGICAL ASSESSMENT OF RADISH ACCESSIONS AT NOVOSIBIRSK AREA

Штайнерт Т.В.<sup>1</sup> – к.с.-х.н., зав. лабораторией  
 Алиуев А.В.<sup>2</sup> – зав. производственно-семеноводческим участком  
 Авдеенко Л.М.<sup>2</sup> – агроном-селекционер

<sup>1</sup> СибНИИРП – филиал ИЦИГ СО РАН  
 630501, Россия, Новосибирская обл., пос. Краснообск, С-100, д. 21  
 E-mail: tanya-shtajnert@yandex.ru

<sup>2</sup> ООО «Гетерозисная селекция»  
 456305, Россия, Челябинская обл., г. Миасс, ул. им. С.М. Кирова, д. 82  
 E-mail: aliluev@semena74.com

Steinert T.V.,<sup>1</sup> Ph.D. in Agriculture, Head of Laboratory  
 Aliluev A.V.,<sup>2</sup> Head of Seed Production Department  
 Avdeenko L.M.,<sup>2</sup> Agronomist, Breeder

1 Siberian Research Institute of Plant Cultivation and Breeding  
 Krasnoobsk C-100, 21, Novosibirsk region, 630501, Russia  
 E-mail: tanya-shtajnert@yandex.ru

2 LLC Geterozisnaya Selectiya  
 S.M. Kirov St., 82, Miass, Chelyabinsk region, 456305, Russia  
 E-mail: aliluev@semena74.com

Представлены результаты совместной работы научно-исследовательского института растениеводства и селекции – филиала ИЦИГ СО РАН и ООО «Гетерозисная селекция» по экологическому испытанию и оценке хозяйственно ценных признаков перспективных образцов редиса. Проведён анализ данных о влиянии сроков сева на урожайность, формирование цветоносных побегов, приведены морфологические характеристики сортобразцов. Установлено, что в условиях максимальной продолжительности светового периода возможно формирование товарного корнеплода у изучаемых образцов. При посеве во второй декаде июня они в меньшей степени переходили к стеблеванию, чем стандартный сорт Ранний красный. Посев в первой декаде августа у образцов 17-12 и 17-13 не выявил цветоносных растений. Максимальный урожай при первом сроке сева отмечен у образца 17-12, при втором у 17-13 – 5,6 и 6,1 кг/м<sup>2</sup> соответственно. По массе корнеплода существенно выделялся образец 17-12 – 19,2 г. По сухому остатку максимальные показатели (5,31%) имел образец 17-11, общему сахару – 17-12 (2,18%), аскорбиновой кислоте – 17-13 (25,1 мг%). Сравнительный анализ данных летнего и осеннего сроков сева показал, что при посеве редиса в летние сроки на максимальном световом дне формируется на 30-40% больше застеблевавшихся растений, при этом с более мощным листовым аппаратом, крупными корнеплодами более насыщенного биохимического состава в сравнении с осенним сроком. Все образцы относятся к раннеспелой группе, формируют корнеплод в течение 22-25 суток. По комплексу признаков представляют интерес два сортобразца 17-12 и 17-13.

**Ключевые слова:** редис, сорт, линия, корнеплод, стеблевание, срок сева.

**Для цитирования:** Штайнерт Т.В., Алиуев А.В., Авдеенко Л.М. Агробиологическая оценка селекционных образцов редиса в условиях пригорода Новосибирска. *Овощи России.* 2017;(5):21-24. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-21-24

Правильный выбор сорта – залог высокого урожая. Особенno важно это для скороспелых зеленых культур, склонных к цветению, к которым относится редис.

Редис (*Raphanus sativus* L. var. *radicula*) является разновидностью редьки. Родиной его считается Средняя Азия. С древнейших времен редис известен в Японии, Греции, Египте. В Европе редис стал возделываться с XVI в. Во Франции и долгое время назывался французской редькой. В Россию был завезен Петром I из Амстердама. В настоящее время редис выращивают повсеместно как в открытом, так и в защищенным грунте [1].

The result of collaboration work between Siberian Research Institute of Plant Cultivation and Breeding, the branch of The Institute of Cytology and Genetics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (ICG SB RAS) and the company OOO Geterozisnaya Selectiya on ecological trial and assessment of economically valuable traits were obtained in promising radish accessions. The data on influence of sowing terms on yielding ability, formation of flower bearing stalks was analyzed and morphological descriptions for radish accessions were given. It was shown that the development of marketable radish roots can be possible in condition of long lasting light period. When sowing in the second decade of June less number of flower stalks formed on the plants than on the control plants of 'Ranii Krasniy'. The sowing in the first decade of August did not give any plants with flower stalks in accessions 17-12 and 17-13. The highest yield at first sowing term was observed in accession 17-12 at second sowing term in accession 17-13, 5.6 and 6.1 kg/m<sup>2</sup> respectively. The accession 17-12 was distinguished by root weight, 19.2 g. The highest dry matter content (5.31%) was observed in accession 17-11; the highest total sugar content (2.18%) was in accession 17-12; the highest ascorbic acid content (25.1 mg %) was in accession 17-13. The comparative analysis of data on summer and autumn sowing terms showed that when sowing in summer time, at long lasting light period the radish accessions were characterized by the more number of plants with flower stalks; more developed leaf apparatus; larger roots and enriched biochemical composition as compared with the accessions sown in autumn time. All accessions tested belonged to early-maturing group, where the root formation takes for 22-25 days. For economically valuable traits the accessions 17-12 and 17-13 were selected out.

**Keyword:** radish, variety, line, root, shooting, sowing terms.

**For citation:** Steinert T.V., Aliluev A.V., Avdeenko L.M. Agro-biological assessment of radish accessions at Novosibirsk area. *Vegetable crops of Russia.* 2017;(5):21-24. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-21-24

Корнеплоды ценятся за высокое содержание витаминов, солей калия, кальция и кремниевой кислоты и незаменимых аминокислот. Листья богаты каротином, микро- и макроэлементами [2]. Средняя медицинская норма потребления редиса на одного человека – 1 кг [3].

Редис – холодостойкое растение длинного дня. В условиях пригорода Новосибирска с продолжительностью светового дня в летний период 16-17 ч благоприятные условия для роста корнеплодов и сдерживающие развития цветоносных побегов создаются весной: с



Образец 17-12



Образец 18-03

конца апреля и до середины июня, а также во второй половине лета: с конца июля и до середины августа [4]. В эти периоды погодные условия являются благоприятными для получения максимального урожая: короткий световой период, достаточная влажность, пониженные температуры в ночное время суток.

Однако реакция растений на изменяющиеся погодные условия может резко меняться. Как ранняя овощная культура, редис ценен в первую половину вегетационного периода. Для создания непрерывного конвейера поступления зеленой продукции, создание сортов нейтральных к продолжительности светового периода, способных формировать товарный корнеплод в летний период весьма актуально.

В нашей стране редис производят преимущественно в частном секторе и мелких фермерских хозяйствах. Крупные тепличные комплексы используют редис в качестве промежуточной или уплотняющей культуры.

В Государственном реестре селекционных достижений, допущенных к использованию, на 2017 год зарегистрировано 226 сортов и гибридов отечественного и зарубежного происхождения. Создано многообразие форм, окрасок, образцы отличаются по продолжительности вегетационного периода. Однако устойчивых к стеблеванию в летний период среди них не более 10-12% [5].

Редис вносится в Госреестр в большинстве случаев по экспертной оценке. Чтобы дать научное обоснование, необходимо оценить образцы в конкретных условиях. Работа по сортоизучению редиса в Сибири сведена к минимуму. В связи с этим актуальность вопроса очевидна.

В СибНИИРСе сортоизучение редиса ведется с 90-х годов прошлого столетия. Изучено при различных условиях выращивания более 50 сортов и селекционных форм. Коллекция постоянно пополняется. В 2017 году в рамках творческого сотрудничества селекционерами Челябинской области (ООО «Гетерозисная селекция», г. Миасс) переданы для сортоизучения 4 перспективных образца редиса.

**Цель исследований:** агробиологическая оценка селекционных образцов редиса в условиях пригорода Новосибирска.

#### **Задачи исследований:**

1. Оценить редис по скороспелости и устойчивости к стеблеванию при разных сроках сева.
2. Определить урожайность образцов.
3. Описать морфологию растений.
4. Оценить биохимический состав.

#### **Методика, условия проведения и объекты исследования**

Опыт заложен в 2017 году на опытном поле СибНИИРС – филиал ИЦиГ СО РАН, расположенным в пригороде Новосибирска в 17 км к югу. Погодные условия складывались благополучно для редиса. Обилие осадков и умеренные температуры на протяжении вегетационного периода позволили в полной мере оценить потенциал сортообразцов. Объектами исследований служили 4 селекционные линии, в качестве стандарта – сорт Ранний красный.

Линия 17-11 получена отбором из Итальянского образца;

Линия 17-12 получена при свободном опылении пяти сортов разного эколого-географического происхождения (два образца из Западной Европы, два образца из Средней Азии, один из Северной Америки);

Линии 17-13 и 18-03 – получены в результате многолетнего отбора из местных популяций г. Миасс Челябинской области.

Направления отбора: компактная розетка, выровненный корнеплод по окраске и форме, плотная консистенция мякоти, продолжительность хранения, листья без опушения, пригодные для использования в салатах.

Семена высевали в два срока: первый – на приывающем дне 11 июня и второй – на убывающем дне 11 августа. Площадь делянки 2 м<sup>2</sup> в четырехкратной повторности по схеме 4 × 25 см на глубину 1,5–2,0 см. Уход за растениями заключался в прополках, рыхлении и регулярных поливах – один раз в неделю. Корнеплоды убирали вручную по достижении ими технической спелости.

Фенологические наблюдения и биометрические описания проводили по методике ВИР[6], учет урожайности по методике Государственного сортоиспытания [7], статистическая обработка по общепринятой методике для овощеводства [8]. Биохимические показатели определяли по следующим методикам: сухого вещества – высушиванием навески, общего сахара – по Бер特朗у, аскорбиновой кислоты – по Мурри [9].

#### Результаты исследований

Фенологические наблюдения показали, что все образцы были на уровне или немного скороспелее стандарта (табл.1). Самым скороспелым оказался образец 17-13, продолжительность вегетации – 23 суток при летнем посеве и 25 суток при осеннем. При посеве 11 июня всходы появились 13 июня, начало технической спелости отмечено 29 июня. Период формирования корнеплодов при летнем сроке сева пришелся на дни с максимальным световым периодом – 17 часов. Это оптимальные условия для прохождения стадии яровизации и перехода растений в фазу стеблевания.

Примечателен тот факт, что селекционные образцы имели процент застеблевавшихся растений значительно ниже, чем у стандартного сорта. А у образцов 17-12 и 17-13 вообще не образовалось цветоносов при осеннем сроке сева.

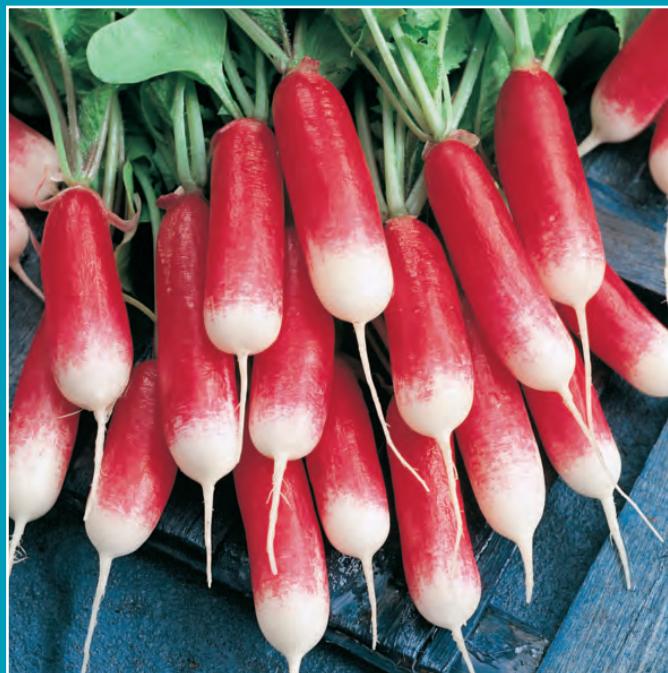
У всех изученных образцов розетка листьев средней величины, опущенная. Окраска корнеплодов ровная от темно-розовой до темно-красной (табл.2).

Форма корнеплода варьировала от округлой до удлиненно-цилиндрической, длина – от 2,8 до 5,2 см. Набольший диаметр 4 см имел образец 17-12. Поверхность корнеплодов гладкая. Данные представлены по средним результатам описания двух сроков сева.

Урожайность – один из важнейших показателей в хозяйственной характеристике сорта любой сельскохозяйственной культуры, в том числе и редиса. Максимальный урожай при летнем сроке сева отмечен у



Образец 17-11



Образец 17-13

Таблица 1. Урожайность редиса в зависимости от сроков сева, 2017 год

Образец	Вегетационный период, сут.		Масса одного растения, г				Урожайность, кг/м <sup>2</sup>		Стеблевание, %	
	11.06	11.08	корнеплода		листьев		11.06	11.08	11.06	11.08
			11.06	11.08	11.06	11.08				
Ранний красный	28	28	11,4	13,2	15,4	14,1	4,8	5,6	88	15
17-11	28	29	10,0	13,1	19,1	17,6	4,5	5,7	37	2
17-12	25	28	19,2	15,6	18,8	17,5	5,6*	6,1	38	0
17-13	23	28	12,3	13,1	12,7	13,2	5,2	6,8*	33	0
18-03	-	30	-	11,8	-	15,8	-	5,4	-	5
HCP <sub>05</sub>							0,5	0,6		

# СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Таблица 2. Морфологические признаки образцов редиса, 2017 год

Образец	Лист			Корнеплод					
	шт.	L, см	d, см	форма	окраска	поверхность	L, см	d, см	L/d
Ранний красный	5	13,0	5,0	округлая	темно-красная	гладкая	2,8	2,5	1,1
17-11	6	18,4	7,0	округло-овальная	темно-красная	гладкая	2,8	2,3	1,2
17-12	5	17,9	7,3	округлая	темно-красная	гладкая	3,8	4,0	0,95
17-13	5	15,0	6,0	удлиненно-цилиндрическая	розово-белая	гладкая	5,2	1,2	4,3
18-03	6	19,0	7,4	цилиндрическая	темно-красная	гладкая	3,6	0,8	4,5

образца 17-12, при осеннем у 17-13 – 5,6 и 6,1 кг/м<sup>2</sup> соответственно (табл.1). По массе корнеплода существенно выделялся образец 17-12.

Пищевая ценность редиса определяется содержанием в корнеплодах основных компонентов химического состава. По сухому остатку превышение имел образец 17-11, общего сахара – 17-12, аскорбиновой кислоты – 17-13 (табл.3).

Сравнительный анализ данных летнего и осеннего сроков сева показал, что при посеве редиса в летние сроки на максимальном световом дне формируется на 30-40% больше застеблевавшихся растений, при этом с

более мощным листовым аппаратом, крупными корнеплодами более насыщенного биохимического состава в сравнении с осенним сроком.

Все образцы сохраняют товарные свойства корнеплодов при непродолжительном хранении в течение месяца в холодильнике.

## Заключение

По результатам изучения все образцы можно отнести к раннеспелой группе. По комплексу признаков выделились два образца – 17-12 и 17-13.

Таблица 3. Биохимические показатели корнеплодов редиса, 2017 год

Образец	Сухое вещество, %		Общий сахар, %		Аскорбиновая кислота, мг/%	
	11.06	11.08	11.06	11.08	11.06	11.08
Ранний красный	5,25	5,18	1,88	1,86	20,68	20,54
17-11	5,31	5,14	2,05	2,00	19,48	16,11
17-12	5,18	4,91	2,15	2,18	20,44	22,13
17-13	4,88	4,82	2,07	2,11	25,01	20,92
18-03	-	5,11	-	1,74	-	20,88

## Литература

- Сазонова Л.В. Корнеплодные растения (морковь, сельдерей, петрушка, пастернак, редис, редька) /Л.В. Сазонова, Э.А. Власова. – Л.: Агропромиздат. Ленингр. изд-ие, 1990. – 296 с.
- Штайнерт Т.В. Овощные культуры и картофель в Сибири / Г.К. Машьянова, Е.Г. Гринберг, Т.В. Штайнерт / Новосибирск. – 2010. – 523 с.
- Леунов В.И. Повысить качество семян столовых корнеплодов / В.И. Леунов // Картофель и овощи. – 2004. - № 22. – с. 7-8.
- Гринберг Е.Г. Сорта редиса для Сибири / Е.Г. Гринберг // Гавриш. - № 8. – с. 16-17.
- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1 Сорта растений. – М. – 2017.
- Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции капустных растений. Л.: ВИР. – 1988. – 117 с.
- Методика Государственного сортотипирования. М.: Колос. – 1975.
- Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве / С.С. Литвинов. – М.: ВНИИО. – 2011. – 648 с.
- Методические указания по определению химических веществ для оценки качества урожая овощных и плодовых культур. Л.: ВИР. – 1979. – 101 с.

## References

- Sazonova L.V. Korneplodnye rasteniya (morkov', sel'derej, petrushka, pasternak, redis, red'ka) /L.V. Sazonova, EH.A. Vlasova. – L.: Agropromizdat. Leningr. otd-nie, 1990. – 296 s.
- SHTajnert T.V. Ovoshchnye kul'tury i kartofel' v Sibiri / G.K. Mash'yanova, E.G. Grinberg, T.V. SHTajnert / Novosibirsk. – 2010. – 523 s.
- Leunov V.I. Povysit' kachestvo semyan stolovyh korneplodov / V.I. Leunov // Kartofel' i ovoshchi. – 2004. - № 22. – s. 7-8.
- Grinberg E.G. Sorta redisa dlya Sibiri / E.G. Grinberg // Gavriish. - № 8. – s. 16-17.
- Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyj k ispol'zovaniyu. T. 1 Sorta rastenij. – M. – 2017.
- Metodicheskie ukazaniya po izucheniju i podderzhaniyu mirovoj kollekcii kapustnyh rastenij. L.: VIR. – 1988. – 117 s.
- Metodika Gosudarstvennogo sortotipirovaniya. M.: Kolos. – 1975.
- Litvinov S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve / S.S. Litvinov. – M.: VNIIO. – 2011. – 648 s.
- Metodicheskie ukazaniya po opredeleniyu himicheskikh veshchestv dlya otsenki kachestva urozhaya ovoshchnyh i plodovyh kul'tur. L.: VIR. – 1979. – 101 s.

УДК 635.132:573.6

DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-25-30

# ПОЛУЧЕНИЕ DH-РАСТЕНИЙ В КУЛЬТУРЕ МИКРОСПОР МОРКОВИ

## PRODUCTION OF DH-PLANTS IN CULTURE OF ISOLATED MICROSPORE IN CARROT



Вюртц Т.С.<sup>1</sup> – м.н.с. лаборатории селекции и семеноводства столовых корнеплодов

Домбладес Е.А.<sup>1</sup> – зав. лабораторией биотехнологии, кандидат с.-х. наук

Шмыкова Н.А.<sup>2</sup> – начальник отдела ОФР,

доктор с.-х. наук, проф. по специальности биотехнология

Федорова М.И.<sup>1</sup> – доктор с.-х. наук, профессор

Кан Л.Ю.<sup>1</sup> – с.н.с. лаборатории генетики и цитологии, кандидат с.-х. наук

Домбладес А.С.<sup>1</sup> – зав. лабораторией генетики и

цитологии, кандидат с.-х. наук

Vjurts T.S.<sup>1</sup>, Junior Researcher, Laboratory of Root Crop Breeding and seed Production

Dombildes E.A.<sup>1</sup>, Ph.D. in Agriculture, Head of Laboratory of Biotechnology

Shmykova N.A.<sup>2</sup>, Director of OFR Department,

Doctor of Sciences, Professor in Biotechnology

Fedorova M.I.<sup>1</sup>, Doctor of Sciences in Agriculture, Professor

Kan L.Ju.<sup>1</sup>, Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

in Laboratory of Genetics and Cytology

Dombildes A.S.<sup>1</sup>, Ph.D. in Agriculture, Head of Laboratory of Genetics and Cytology

<sup>1</sup> ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»

143072, Россия, Московская обл.,

Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14

E-mail: tajtza@yandex.ru, Edomblides@mail.ru

2 ООО «Ифар»

634021, Россия, г. Томск, ул. Елизаровых, д. 79/4

E-mail: shmykovana@mail.ru

1 FSBSI Federal Scientific Vegetable Center

Selectionaya St. 14, VNIISOK, Odintsovo region,

Moscow oblast, 143072, Russia

E-mail: tajtza@yandex.ru, Edomblides@mail.ru

2 LLC Iphar

Elisarovykh St. 79/4, Tomsk, 634021, Russia

E-mail: shmykovana@mail.ru

Целью данного исследования было изучить факторы, влияющие на процесс эмбриогенеза в культуре изолированных микроспор *in vitro*, оптимизировать существующие протоколы и получить удвоенные гаплоиды моркови (DH-растения). Из 10 изученных в 2017 году сортобразцов нам удалось получить эмбриоиды у 8 сортобразцов с использованием 5 различных вариантов питательных сред. Наибольший выход эмбриоидов наблюдался у селекционного образца 7к (84 эмбриоида на чашку Петри). Было отмечено, что оптимальными для введения в культуру являются бутоны, содержащие преимущественно микроспоры на поздней вакуолизированной стадии развития. Первые деления в культуре микроспор моркови под микроскопом были обнаружены уже через 3 дня после начала культивирования. На 40 сутки эмбриоиды были хорошо сформированы и видны невооруженным глазом. Было отмечено, что если продолжать культивировать эмбриоиды на питательной среде с 1% сахарозой более 60 суток, то активно начинается процесс образования вторичных эмбриоидов. В связи с этим мы рекомендуем эмбриоиды на сердцевидной стадии развития сразу же переносить в отдельные пробирки на регенерационную среду с 2% сахарозой, чтобы вести правильный учет образовавшихся эмбриоидов. Мы провели изучение влияния факторов генотипа и питательной среды, а также их совместного действия на образование эмбриоидов у 8 генотипов моркови на 5 различных питательных средах. Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ показал, что генотип является главным фактором определяющим образование эмбриоидов из микроспор, а совместное действие обоих факторов также определяет количество образовавшихся эмбриоидов. Прямым подсчетом числа хромосом в меристематических клетках и с использованием метода подсчета хлоропластов в замыкающих устьицальных клетках было установлено, что почти все полученные растения были удвоенными гаплоидами.

**Ключевые слова:** *Daucus carota L.*, DH-технологии, культура изолированных микроспор, андрогенез, регенерация растений.

**Для цитирования:** Вюртц Т.С., Домбладес Е.А., Шмыкова Н.А., Федорова М.И., Кан Л.Ю., Домбладес А.С. Получение DH-растений в культуре микроспор моркови. Овощи России. 2017;(5):25-30. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-25-30

The main goals of the research were to study the factors affecting on the process of embryogenesis in culture of isolated microspores, optimize the existing protocols, and finally produce the doubled haploid plants in carrot (DH-plants). Out of 10 carrot accessions tested in 2017 the embryos were obtained in 8 carrot accessions with the use of 5 different media. The highest yield of embryos was obtained in accessions 7kt (84 embryos per Petri dish). It was shown that optimal explants were buds containing microspores at late vacuolated uninucleate stage. The first divisions in microspores were seen in 3 days of cultivation. After 40 days, the well-developed embryos can be observed by naked eye. It was also shown that further cultivation of these embryos on medium with 13% agarose over 60 days provoked the active secondary embryo formation. Owing to this, it is recommended to place the embryos at heart-shaped stages on another regeneration medium supplied with 2 % of agarose, enabling to register correctly the number of well-formed embryos. We carried out the study on influence of such factors as genotype and composition of medium, and their combination on embryo formation in 8 genotypes on 5 various media. ANOVA analysis showed that the plant genotype was the main factor causing the embryo formation, whereas the effect of both factors had an impact on the number of embryos developed. The counting the chromosome number in meristem cells and also observation of chloroplast number in stoma guard cells enabled to reveal that most of the plants produced were the doubled haploids

**Keywords:** *Daucus carota L.*, DH-technology, culture of isolated microspores androgenesis, plant regeneration.

**For citation:** Vjurts T.S., Dombildes E.A., Shmykova N.A., Fedorova M.I., Kan L.Ju., Dombildes A.S. Production of DH-plants in culture of isolated microspore in carrot. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):25-30. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-25-30

Морковь — одна из важных сельскохозяйственных культур. По данным Министерства сельского хозяйства России площадь под промышленным производством моркови столовой в стране достигает ежегодно 23600 га, а потребность в семенах составляет около 40 т. В 2017 году в «Государственном реестре селекцион-

ных достижений, допущенных к использованию», представлено 148 сортов и 143 гибрида F<sub>1</sub> моркови столовой.

Корнеплоды моркови широко используются для продовольственных и кормовых целей, в детском и диетическом питании, а также в медицине. В сердцевине моркови обнаружен пигмент апигенин, снимающий усталость

сердечной мышцы (Бунин и др., 2004; Тюкавин, 2007). Из семян моркови производят Даукарин – препарат, который применяется при коронарной недостаточности и стенокардии, и Уролесан, применяемый при мочекаменной и желчекаменной болезни.

Одним из путей повышения урожайности и качества продукции моркови



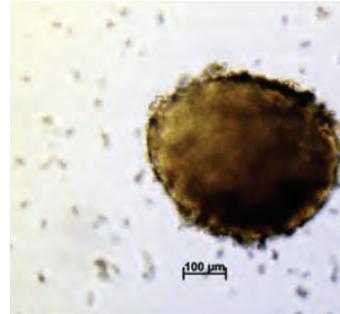
А. Равное деление – 3 суток культивирования



Б. Деления в микроспорах эллипсоидной и сферической формы – 3 суток культивирования



В. Многоклеточные эмбриоидные структуры – 10 суток культивирования



Г. Глобулярный эмбриоид – 18 суток культивирования



Д. Торпедовидный эмбриоид – 24 сутки культивирования

столовой является создание гетерозисных гибридов  $F_1$ , отличающихся улучшенными показателями хозяйствственно ценных признаков.

Для получения  $F_1$  гибридов моркови необходимы генетически выровненные линии, для создания которых методами классической селекции требуется 12-14 лет. Кроме того, не удается достичь полной степени гомозиготности по желаемым признакам. Это трудоемкий и длительный процесс, который можно сократить с использованием современных биотехнологических методов получения удвоенных гаплоидов *in vitro* (культура пыльников, изолированных микроспор и неоплодотворенных семяпочек).

Культура микроспор *in vitro* (андрогенез) занимает ведущее место в селекционных программах по созданию удвоенных гаплоидных растений (DH-растения). С помощью этого метода можно получить полностью гомозиготные линии за 1 год. Отсутствие соматических тканей в культуре микроспор, позволяет не ставить под сомнение происхождение полученных растений, а реализация гаметоклональной изменчивости в индивидуальных растениях предоставляет возможность получить

вании многоядерных структур и каллуса в культуре изолированных микроспор. Górecka K. et al. (2010) и Li J.-R. et al. (2013) впервые получили DH-растения моркови и представили разработанный ими протокол. Однако выход удвоенных гаплоидов у этой культуры остается достаточно низким, и новые генотипы нуждаются в оптимизации данной технологии.

Лаборатория столовых корнеплодов и лаборатория генетики ФГБНУ ФНЦО обладают большой коллекцией перспективных форм моркови столовой для создания гетерозисных гибридов  $F_1$ . Целью данного исследования было изучить факторы, влияющие на процесс эмбриогенеза в культуре изолированных микроспор *in vitro*, оптимизировать существующие протоколы и получить удвоенные гаплоиды моркови.

#### Материалы и методы

В работе использовали образцы моркови столовой из коллекции лаборатории столовых корнеплодов и лаборатории генетики и цитологии ФГБНУ ФНЦО, относящиеся к различным сортотипам (табл. 1). Донорные растения выращивали в условиях открытого грунта с соблюдением агротехнических мероприятий для получения семенников. Корнеплоды, полученные в условиях открытого грунта, после яровизации в холодильной камере при температуре +4-6°C в течение 3 месяцев высаживали в климатической камере при режиме 19°C круглосуточно, 16 ч день/8 ч ночь, освещение 9000 люкс или отапливаемой теплице.

При отборе бутона проводили цитологическое исследование стадий развития микроспор. Для визуализации микроспор и пыльцы использовали методику дифференциального окрашивания (Alexander, 1969) и микроскоп Axio Imager A2 (Zeiss, Германия), с помощью которого определяли стадию развития микроспор.

#### Культура микроспор

Бутоны собирали с растений, находящихся на начальной стадии цветения, и стерилизовали 30 с в 96% этаноле, затем в течение 5 мин. в 50% водном растворе коммерческого препарата

Таблица 1. Образцы моркови столовой *Daucus carota L.*

Селекционный №	Название	Происхождение	Сортотип
4	Нантская 4	Россия	Нантская
7	Cubic sperlings	Германия	Флакке
7kt	Селекц. линия	Россия	Флакке
8	Шантенэ	Россия	Шантене
9	De Luc	Франция	Шантене
10	Purple Dragon	США	Император
19	Nutri-RED	Чехия	Император
22	Rubra Vitamina	Германия	Флакке
23	Saint Valery	Нидерланды	Флакке
26	Maestro F1	Франция	Нантская

«Белизна» с добавлением Твина-20 (1 капля на 100 мл), с последующим трехкратным промыванием в стерильной дистиллированной воде.

Выделение и культивирование микроспор проводили по оптимизированной методике, разработанной для рапса (Lichter, 1982) на среде ½ NLN, pH 5.8 с концентрацией сахараозы 13% и добавлением цефотаксима 200 мг/л. Для индукции эмбриоидов было разработано 4 дополнительных варианта среды на основе NLN и MC (Murashige and Skoog, 1962) с различными добавками.

Культивирование проводили в чашках Петри диаметром 6 см на питательной среде (5 мл), в которой они инкубировались при 32°C в темноте в течение двух суток, далее инкубация проходила при 25°C в темноте до образования эмбриоидов.

#### Получение растений-регенерантов

Эмбриоиды на торпедо – и сердце-видной стадии развития помещали в стеклянные пробирки с мостиками из фильтровальной бумаги на питательную среду МСм (Masuda et al., 1981) с 2% сахарозой и добавлением 0,1 мг/л кинетина. Культивирование проводили на стеллажах с люминесцентными лампами при 25°C и фотопериоде 14 часов, освещенности 2,5 тыс. люкс.

#### Выращивание растений-регенерантов

Растения с нормально развитыми листьями и корневой системой переносили в вегетационные сосуды, заполненные смесью торфа и перлита (7:3), накрывали перфорированными пластиковыми стаканчиками для адаптации растений к условиям *in vivo*. Выращивали растения-регенеранты в тех же условиях, что и донорные растения.

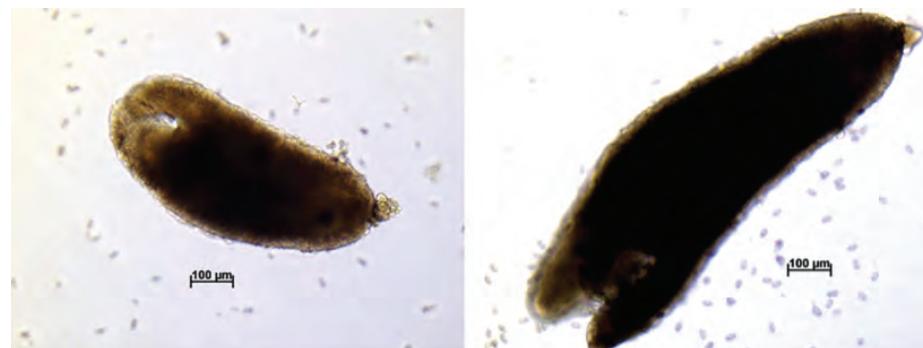
#### Определение пloidности растений подсчетом хлоропластов в замыкающих устьичных клетках

Определение пloidности у растений регенерантов проводили путем подсчета хлоропластов в замыкающих устьичных клетках. Эпидермальный слой клеток снимали с нижней стороны листьев, промывали в дистиллированной воде и помещали на предметное стекло в каплю воды, накрывали сверху покровным стеклом и просматривали под микроскопом Axio Imager A2 с флуоресценцией (набор фильтров BR 490 и 515). Не менее 10 пар устьичных клеток каждого растения были сфотографированы и проведен подсчет хлоропластов.

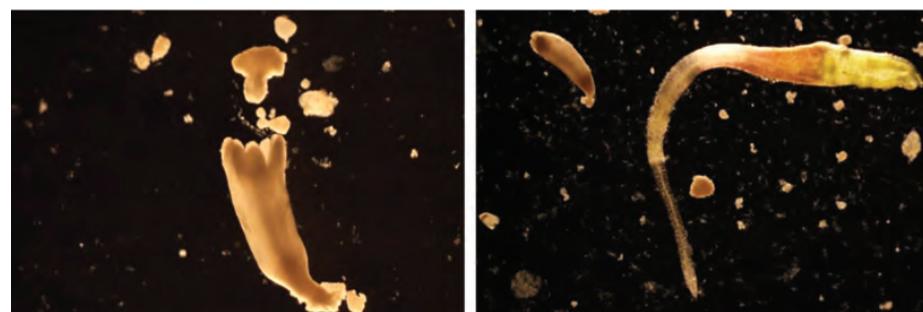
#### Подсчет числа хромосом

#### с использованием пропионо-лакmoidного метода

Цитологическое исследование проводили пропионо-лакmoidным методом (Соловьева, 1982) путем приготовления давленых препаратов меристемы стебля и кончиков корней растений, корешков проростков.



Е. Эмбриоиды на 30 сутки культивирования



Ж. Эмбриоиды в культуре микроспор на разных стадиях развития на 45 сутки культивирования  
Рисунок 1. Эмбриоиды на разных стадиях развития в культуре микроспор моркови столовой (*Daucus carota L.*)

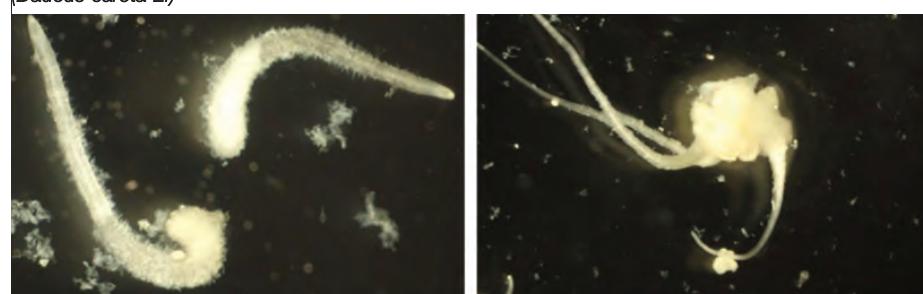


Рис. 2. Образование аномально развивающихся корневидных эмбриоидов.

Препараты просматривали с помощью микроскопа Zeiss Scope.A1, оснащенного камерой Digital Camera Power Shot G10 Canon. Обработку изображений проводили с помощью программы Axio Vision, версия 4.8 (Carl Zeiss MicroImaging, Jena, Germany).

#### Статистический анализ

Обработку экспериментальных данных проводили с использованием общепринятых математико-статистических методов с использованием пакета прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 6.0

#### Результаты

Одним из важных факторов, влияющих на образование эмбриоидов, является стадия развития микроспор. Ранее было определено, что индукция андрогенеза может наблюдаться как на стадии тетрад, так и на стадии вакуолизированных микроспор, но оптимальной для моркови является стадия, когда большая часть микроспор в пыльниках находится на поздней одноядерной стадии (Тюкавин и др., 1999; Домбладес А., 2001; Gorecka K. et al. 2010).

На донорных растениях сорта Шантенэ была проведена серия опытов

Таблица 2. Влияние стадий развития микроспор на образование эмбриоидов\*

№ опыта	Стадия развития микроспор и пыльцы в бутонах	Количество чашек, шт	Количество эмбриоидов, шт/ч
1	Тетрады и ранние микроспоры	4	0
2	Одноядерные и преимущественно поздние вакуолизированные микроспоры	4	5±1,4
3	Поздние вакуолизированные микроспоры и двухклеточная пыльца	4	1,25±0,6
4	Двухклеточная и зрелая пыльца	4	0

Примечание: \* в эксперименте использовалась среда 1 - S NLN -13, pH 5.8

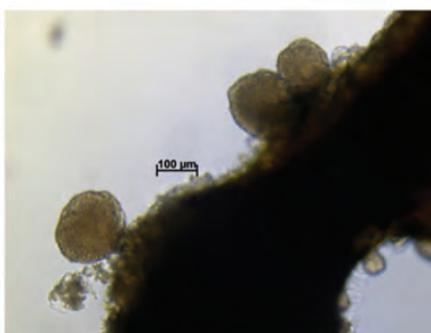
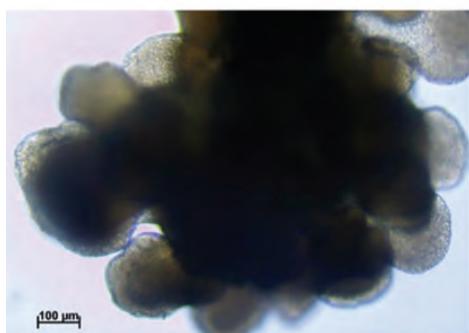
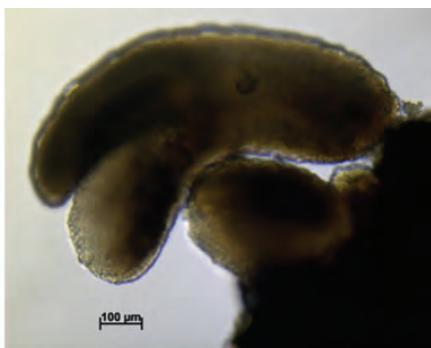
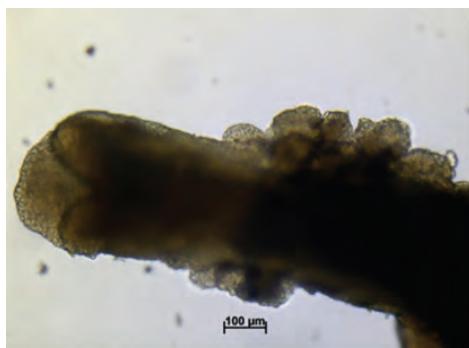


Рис. 3. Образование многочисленных вторичных эмбриоидов на первичных эмбриоидах при длительном культивировании на среде с 13% сахарозой – 70 суток культивирования.

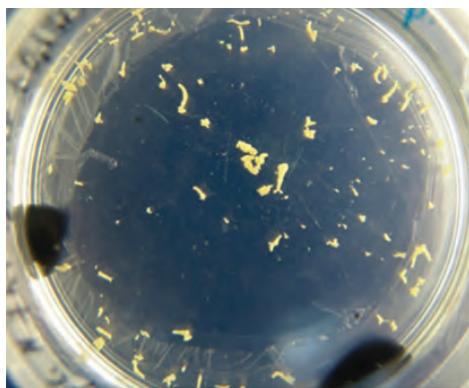


Рис. 4. Эмбриоиды в культуре микроспор на 40 сутки культивирования.

по определению оптимальной стадии развития микроспор и пыльцы для индукции эмбриогенеза в культуре изолированных микроспор моркови. Донорные растения выращивали в защищенном грунте, бутоны срывали с соцветий первого порядка, с зонтиков краевых цветков 1-2 ряда. Закладку опыта проводили каждые 3 дня. Перед введением в культуру *in vitro* для определения стадии развития микроспор препараты окрашивали дифференциальным красителем. В результате этого эксперимента было подтверждено, что наибольший выход эмбриоидов наблюдается у растений моркови, находящихся в начале цветения, из бутонов в которых наибольшая часть микроспор находится на поздней одноядерной стадии развития (табл. 2). Из бутонов, содержащих тетрады и микроспоры на ранней одноядерной стадии развития, а также из бутонов с двухклеточной и зрелой пыльцой эмбриоидов получено не было. Последующие эксперименты на всех образцах проводили, отбирая бутоны только с микроспорами на поздней одноядерной стадии развития.

Нами были цитологически изучены этапы образования эмбриоидов в культуре микроспор моркови (рис. 1-4). Первые деления в культуре микроспор моркови под микроскопом были обнаружены уже через 3 дня после начала культивирования, а на 30-45 сутки эмбриоиды были хорошо видны невооруженным глазом. Было отмечено, что если продолжать культивировать эмбриоиды на питательной среде с 13% сахарозой более 60 суток, то активно начинается процесс образования вторичных эмбриоидов (рис. 3) и в последующем это может привести к ложным результатам по увеличенному количеству образовавшихся эмбриоидов за счет вторичного эмбриогенеза. Большая часть эмбриоидов при этом будет генетически идентична. В связи с этим мы рекомендуем эмбриоиды на сердцевидной стадии развития сразу же переносить в отдельные пробирки на регенерационную среду с 2% сахарозой (рис. 5-6), чтобы вести правильный учет образовавшихся эмбриоидов. Поскольку эмбриоиды образуются в культуре микроспор моркови не одновременно и часто находятся на разных стадиях развития, то перенос эмбриоидов на регенерационную среду необходимо проводить несколько раз. Одной из проблем, с которой можно столкнуться при регенерации растений моркови из эмбриоидов, полученных в культуре микроспор *in vitro* – это образование альбиносных или частично альбиносных растений (рис. 7). Обычно эта проблема носит генотип-специфический характер. В нашем эксперименте такие растения появлялись в культуре микроспор у сортообразца Шантенэ, где процент альбиносных и частично альбиносных растений составлял около 50%.

Таблица 3. Количество образовавшихся эмбриоидов\*  
на различных вариантах питательной среды\*\*

Сортообразец	кол-во чашек	среда 1	среда 2	среда 3	среда 4	среда 5
Cubic sperlings	6	0	13±1,8	10± 2,7	13±1,1	2±0,4
7 кт	6	0	0	0	72 ± 5,4	0
De Luc	6	0	2,4±0,7	0	0	0
Nutri-Red	6	0	4,4±0,7	0	0	0
Rubra Vitamina	6	0	5,5±0,3	0	0	0
Saint Valery	6	4±0,8	0	0	0	0
Нантская 4	6	0	2,2±0,7	0	0	0
Шантене	6	5,4±0,5	3,5±0,6	0	0	19±0,9
HCP05		1,3	3,2		7,2	1,3

Примечание: \* - среднее количество образовавшихся эмбриоидов в одной чашке Петри на 45 сутки культивирования; \*\*состав питательных сред: среда 1 - S NLN - 13, pH 5.8; среда 2, 3, 4 – на основе среды NLN -13 с различными добавками, pH 5.8, среда 5 – на основе среды – МС с 13% сахарозой, pH 5.8



Рис. 5. Прямое развитие растения  $R_0$  из эмбриоида на мостице из фильтровальной бумаги в пробирке на жидкой среде  $Mcm$  с 0,1 кинетина.



Рис. 6. Регенерация растений  $R_0$ .

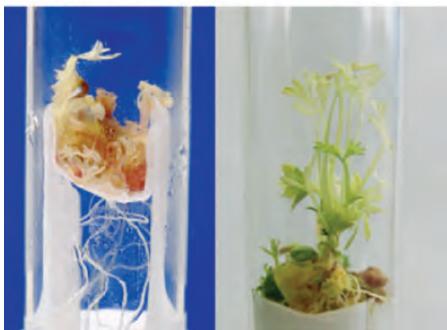


Рис. 7. Альбиносные и частично альбиносные растения моркови сорта Шантенэ.

Для моркови критическим этапом является адаптация растений-регенерантов, полученных в условиях *in vitro* к условиям выращивания их *in vivo*. При переносе растений-регенерантов в условия с влажностью, которая меньше чем в культуральном сосуде, растения быстро увядают. Предположительно это связано с ненормальным функционированием замыкающих клеток устьиц, либо их деформации, а также комплексом метаболических процессов, связанных с водным режимом. При дальнейшем культивировании в условиях *in vivo* у растений-регенерантов формируются новые листья с устьицами, которые нормально развиты (Huguette et al., 1993). Минимизировать эти потери можно,

используя профилактические обработки коммерческим препаратом «Квадрис 250 SC, К.С.», сразу после пересадки и через 2-е суток, затем по мере необходимости. В наших опытах процент гибели растений на этапе адаптации не превышал 20-30% в зависимости от образца.

Полученные растения-регенеранты, успешно прошедшие адаптацию, практически все были удвоенными гаплоидами. Это было подтверждено прямым подсчетом числа хромосом в меристематических клетках (рис.8) и с использованием косвенного метода определения полидности путем подсчета количества хлоропластов в

замыкающих устьичных клетках (рис. 9). Часть растений – регенерантов  $R_0$  зацветала без прохождения стадии яровизации корнеплодов (рис. 10), основная же часть нуждалась в 2-3 месячной яровизации для успешного получения семян (рис.11).

Известно, что одними из важнейших факторов, влияющих на эффективность эмбриогенеза, является генотип и питательная среда (Тюкавин и др., 1999; Gorecka K. et al. 2010; Чистова А.В., 2015). Из 10 изученных в 2017 году сортообразцов на 5 различных питательных средах нам удалось получить эмбриоиды у 8 сортообразцов (табл. 3). Наибольший

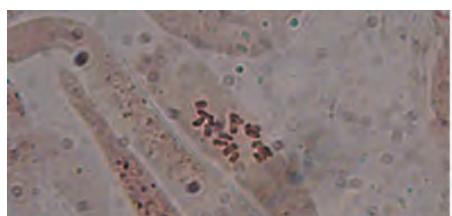


Рис. 8. Хромосомы в меристемных клетках окрашенные с использованием пропион-лакmoidного метода (увеличение  $\times 100$ ). А – растение – регенерант  $R_0$ , Б – контрольное диплоидное растение

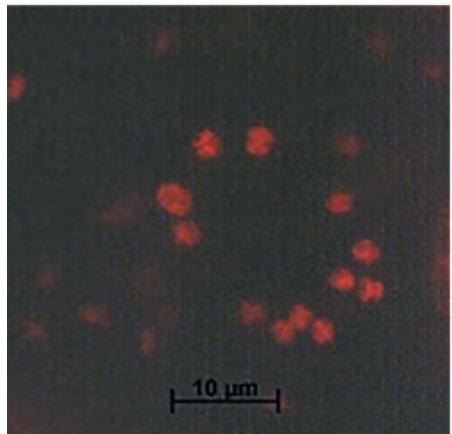
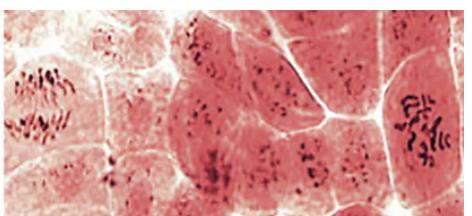


Рис. 9. Хлоропласты в замыкающих клетках устьиц (увеличение  $\times 100$ ; флуоресценция хлоропластов с использованием набора фильтров BR 490 и 515) А – растение- регенерант  $R_0$ , Б – контрольное диплоидное растение



Рис. 10.  
Растения-регенеранты  $R_0$



Рис. 11. Самоопыление растений-регенерантов  $R_0$  в теплице

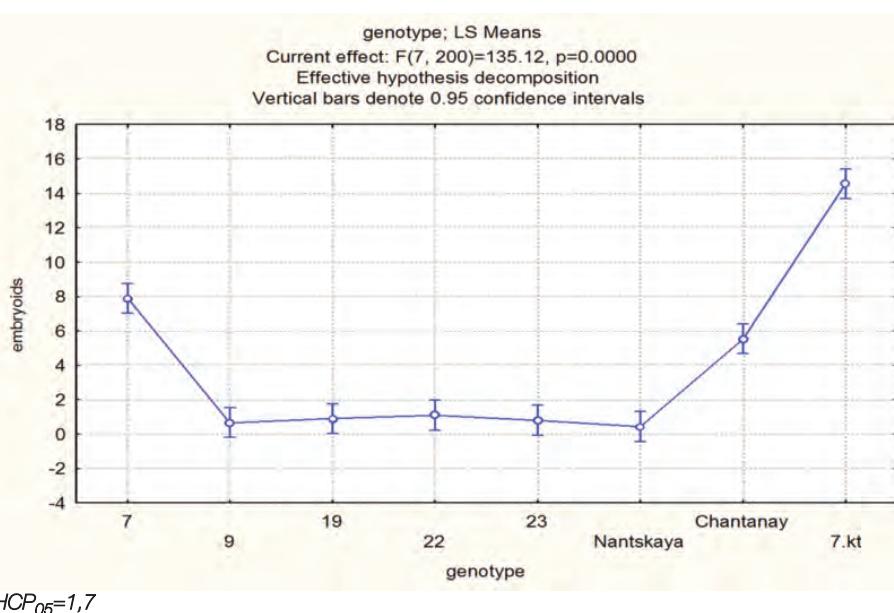
 $HCP_{05}=1,7$ 

Рис. 12. Образование эмбриоидов у различных генотипов моркови.

**Таблица 4. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа по влиянию генотипа и состава питательной среды на эффективность образования эмбриоидов в культуре изолированных микроспор *in vitro***

Источник вариации	SS	Degr. of	MS	F	p
<b>межгрупповая</b>	3816.04	1	3816.038	663.5625	0.00
<b>генотип</b>	5439.20	7	777.028	135.1157	0.00
<b>среда</b>	3008.11	4	752.027	130.7684	0.00
<b>Взаимодействие генотип*среда</b>	24579.49	28	877.839	152.6455	0.00
<b>случайная</b>	1150.17	200	5.751		

#### ● Литература

- Бунин М.С., Литвинова М.К., Мешков А.В. Морковь - *Daucus carota L.* (Биологические особенности, селекция и семеноводство, агротехника возделывания). - М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2004. – 164 с.
- Домбладес, А.С. Разработка лабораторной технологии получения гиногенных растений моркови *in vitro*: автореферат дис. к. с.-х.н.М., 2001. 23 с.
- Тюкавин, Г.Б., Шмыкова, Н.А., Монахова М.А. Цитология эмбриогенеза в культуре пыльников моркови // Физиология растений. 1999. Т. 46. № 6. С. 876-883.
- Тюкавин, Г.Б. Биотехнологические основы селекционной технологии моркови. М., 2007.539 с.
- Чистова А.В. Совершенствование *in vitro* технологии получения удвоенных гаплоидов для селекции F1 гибридов моркови на основе самонесовместимости: автореферат дис. к. с.-х.н., М., 2015. 18 с
- Шмыкова, Н.А. Разработка системы биотехнологических методов, направленных на ускорение селекционного процесса овощных культур: дис. ... д-ра с-х. Наук: 06.01.05, 03.00.23. - М., 2006.365 с.
- Соловьёва Л.В. Практикум по цитологии плодовых растений – М.: Изд-во МГУ,1982. – 54 с.
- Alexander M.P. Differential staining of aborted and non\$aborted pollen. // Stain technol. 1969. V.44. №3. P.117-122
- Andersen S.B. Anther Culture in Carrot // Hereditas Suppl. 1985. - V.3, N 12.-P. 132.
- Gyrecka K, Krzyżanowska D, Gyrecki R (2005) The influence of several factors on the efficiency of androgenesis in carrot. J of Appl Genet 46(3):265–269.
- Gyrecka, K., U. Kowalska., D. Krzyżanowska. W. Kiszezak. Obtaining carrot (*Daucus carota L.*) plants in isolated microspore cultures // J Appl Genet, 2010. V. 51.P. 141-147.
- Huguette S., Maryse T., Alain C. The ultrastructure of micropaginated and greenhouse rose plant stoma // Plant Cell, Tiss. Org. Cult. 1993. - V.32, N. 2. - P. 227-233.
- Li J.-R., Zhuang F.Y., Ou Ch.-G., Hu H., Zhao Z.-W., Mao J.-H. Microspore embryogenesis and production of haploid and doubled haploid plants in carrot (*Daucus carota L.*). //Plant Cell Tiss. Organ Cult. 2013. V. 112 P. 275-287.
- Lichter R. Induction of haploid plants from isolated pollen of *Brassica napus*. Z. Pflanzenphysiol., 1982, 105: 427-434.
- Masuda K., Kikuta Y., Okazawa Y. A Revision of the Medium for Somatic Embryogenesis in Carrot Suspension Culture // J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 1981. -Vol. 60. - P.–183–193.
- Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 1962, 15: 473-497 (doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x).
- Matsubara S., Dohya N., Murakami K., Nishio T., Dore C Callus formation and regeneration of adventitious embryos from carrot, fennel and mitsuba microspores by anther and isolated microspore cultures // Acta Hortic, 1995.V. 392. P. 129–137.

выход эмбриоидов наблюдали у селекционного образца 7kt (84 эмбриоида на чашку Петри). В своей работе мы провели изучение влияния этих двух факторов и их совместного действия на образование эмбриоидов у 8 генотипов моркови на 5 различных питательных средах.

Проведенный двухфакторный дисперсионный анализ (рис.12, табл.4), где генотип и среда являются определяющими факторами, показал, что генотип является главным фактором, определяющим образование эмбриоидов из микроспор. В то же время совместное действие обоих факторов также определяет количество образовавшихся эмбриоидов.

В результате проведенной работы нами были изучены этапы эмбриогенеза в культуре изолированных микроспор *in vitro*, изучены факторы, влияющие на эмбриогенез, и получены удвоенные гаплоиды (DH-растения) из 8 сортообразцов моркови столовой. Анализируя отечественный и зарубежный опыт, прослеживается перспективность разработок DH-технологий получения удвоенных гаплоидов у растений моркови столовой через культуру изолированных микроспор *in vitro*. Внедрение этой технологии позволит ускорить процесс создания конкурентно способных гибридов моркови.

#### ● References

1. Bunin M.S., Litvinova M.K., Meshkov A.V. Morkov' - *Daucus carota L.* (Biologicheskie osobennosti, selekciya i semenovodstvo, agrotehnika vozdelivaniya). - M.: FGNU «Rosinformagrotekh», 2004. – 164 s.
2. Domblides, A.S. Razrabotka laboratornoj tekhnologii polucheniya ginogenykh rastenij morkovi in vitro: avtoreférat dis. k. s.-h.n.M., 2001. 23 s.
3. Tyukavin G.B., SHmykova N.A., Monahova M.A. Citologiya ehmbriogeneza v kul'ture pyl'nikov morkovi // Fiziologiya rastenij. 1999. T. 46. № 6. S. 876-883.
4. Tyukavin, G.B. Biotehnologicheskie osnovy selekcionnoj tekhnologii morkovi. M., 2007.539 s.
5. CHistova A.V. Sovrshennstvovanie in vitro tekhnologii polucheniya udvoennyh gapoliodov dlya selekcii F1 gibridov morkovi na osnove samonesovmestimosti: avtoreférat dis. k. s.-h.n., M., 2015. 18 s
6. SHmykova, N.A. Razrabotka sistemy biotekhnologicheskikh metodov, napravленnyh na uskorenie selekcionnogo processa ovoshchnyh kul'tur: dis. ... d-ra s-h. Nauk: 06.01.05, 03.00.23. - M., 2006.365 s.
7. Solov'yova L.V. Praktikum po citologii plodovyh rastenij – M.: Izd-vo MGU,1982. – 54 s.
8. Alexander M.P. Differential staining of aborted and non\$aborted pollen. // Stain technol. 1969. V.44. №3. P.117-122
9. Andersen S.B. Anther Culture in Carrot // Hereditas Suppl. 1985. - V.3, N 12.-P. 132.
10. Gyrecka K, Krzyżanowska D, Gyrecki R (2005) The influence of several factors on the efficiency of androgenesis in carrot. J of Appl Genet 46(3):265–269.
11. Gyrecka, K., U. Kowalska., D. Krzyżanowska. W. Kiszezak. Obtaining carrot (*Daucus carota L.*) plants in isolated microspore cultures // J Appl Genet, 2010. V. 51.P. 141-147.
12. Huguette S., Maryse T., Alain C. The ultrastructure of micropaginated and greenhouse rose plant stoma // Plant Cell, Tiss. Org. Cult. 1993. - V.32, N. 2. - P. 227-233.
13. Li J.-R., Zhuang F.Y., Ou Ch.-G., Hu H., Zhao Z.-W., Mao J.-H. Microspore embryogenesis and production of haploid and doubled haploid plants in carrot (*Daucus carota L.*). //Plant Cell Tiss. Organ Cult. 2013. V. 112 P. 275-287.
14. Lichter R. Induction of haploid plants from isolated pollen of *Brassica napus*. Z. Pflanzenphysiol., 1982, 105: 427-434.
15. Masuda K., Kikuta Y., Okazawa Y. A Revision of the Medium for Somatic Embryogenesis in Carrot Suspension Culture // J. Fac. Agr. Hokkaido Univ. 1981. -Vol. 60. - P.–183–193.
16. Murashige T., Skoog F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. Physiologia Plantarum, 1962, 15: 473-497 (doi: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x).
17. Matsubara S., Dohya N., Murakami K., Nishio T., Dore C Callus formation and regeneration of adventitious embryos from carrot, fennel and mitsuba microspores by anther and isolated microspore cultures // Acta Hortic, 1995.V. 392. P. 129–137.

# НАСЛЕДОВАНИЕ ПРИЗНАКА УСТОЙЧИВОСТИ К ГАЛЛОВЫМ НЕМАТОДАМ У ГИБРИДОВ F<sub>1</sub> БАКЛАЖАНА



## INHERITANCE OF RESISTANCE TO ROOT-KNOT NEMATODES IN EGGPLANT HYBRIDS

Наджиев Ж.Н. – кандидат сельскохозяйственных наук

Сурхандарьинская научно-опытная станция НИИ  
 овощебахчевых культур и картофеля  
 191208, Узбекистан, Сурхандарьинская область,  
 Термезский район, п/о «Намуна»  
 E-mail: joraxon@mail.ru

Nadzhiev Z.N., Ph.D. in Agriculture

Surkhandarya Scientific and Experimental Research Station of Research Institute of Vegetable, Melon Crops and Potato  
 Surkhan-Darya region, Termez district,  
 p/o "Namuna", 191208, Uzbekistan  
 E-mail: joraxon@mail.ru

*В статье приведены результаты исследований по изучению наследования признака устойчивости к галловым нематодам у гибридов F<sub>1</sub> баклажана. Создание раннеспелых, нематодоустойчивых сортов и гибридов в Республике Узбекистан позволяет обеспечить потребность населения страны плодами баклажана ранней весной и предотвращает снижение урожайности в результате поражения галловыми нематодами. При селекции таких сортов и гибридов важно познание закономерностей наследования признака устойчивости. В результате оценки свыше 100 сортообразцов различного происхождения нам удалось выделить высокоустойчивой к галловым нематодам линию Mk/03, линия в наших исследованиях была использована в качестве источника устойчивости к нематоде, а восприимчивые к нематоде раннеспелые линии Ал/03 и Сс/03 выступали в качестве второго родительского компонента. Установлено, что устойчивость к галловым нематодам у гибридов F<sub>1</sub> баклажана наследуется как доминантный признак. Направление скрещиваний не влияет на степень доминирования. У изученных нами комбинаций 50,0-80,0% растений не имели признаков поражения и лишь 20,0-46,6% были поражены в слабой степени (1-2 балла). Степень доминирования устойчивости была во всех вариантах довольно высокая и составила hp= -0,74; -0,9, т.е. гибриды первого поколения по устойчивости к галловым нематодам были близки к непоражаемому родителю. Наши исследования показали, что если одна из родительских форм баклажана обладает высокой устойчивостью к галловым нематодам, то при скрещивании их с восприимчивыми формами, в первом поколении независимо от направления скрещивания, чаще всего наблюдается доминирование устойчивости.*

**Ключевые слова:** баклажан, гибриды, галловая нематода, устойчивость, наследование, селекция, линия, домinantный.

**Для цитирования:** Наджиев Ж.Н. Наследование признака устойчивости к галловым нематодам у гибридов F<sub>1</sub> баклажана. Овощи России. 2017;(5):31-32. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-31-32

**С**оздание раннеспелых, нематодоустойчивых сортов и гибридов является новым направлением в селекции баклажана в Республике Узбекистан. Создание таких сортов и гибридов позволяет обеспечить потребность населения страны плодами баклажана ранней весной и предотвращает снижение урожайности в результате поражения галловыми нематодами.

При селекции таких сортов и гибридов важно познание закономерностей наследования признака устойчивости.

В результате оценки свыше 100 сортообразцов различного происхождения нам удалось выделить высокоустойчивой к галловым нематодам линию Mk/03. В наших исследованиях эта линия выступала в качестве источника устойчивости к нематоде. Восприимчивые к нематоде.

раннеспелые линии Ал/03 и Сс/03 выступали в качестве второго родительского компонента.

Опыт проводили без повторностей. Площадь учетной делянки 6,3 м<sup>2</sup>. Делянка трехрядковая, число растений в ней 30 шт. Схема посадки 70x30 см. Оценку сортов и линий баклажана на устойчивость к галловым нематодам проводили на естественном сильно

Таблица 1. Поражаемость раннеспелых гибридов  $F_1$  баклажана и их родительских форм галловыми нематодами, 2015-2016 годы

Гибриды и их родительские формы		Процент пораженных растений, балл					Степень поражаемости, балл	С, %	R, %	ИУ, %
		0	1	2	3	4				
Аврора, ст.	30	0	0	43,3	56,7	0	2,6	64,0	100	36,0
$F_1$ Мк/03 x Ал/03	30	50,0	46,6	3,3	0	0	0,53	13,3	50,0	86,7
$F_1$ Мк/03 x Сс/03	30	76,7	23,3	0	0	0	0,23	5,8	23,3	94,2
$F_1$ Ал/03 x Мк/03	30	80,0	20,0	0	0	0	0,2	5,0	20,0	95,0
Л - Ал/03	30	0	0	0	0	100	4,0	100	100	0
Л - Мк/03	30	100	0	0	0	0	0	0	0	100
Л - Сс/03	30	3,3	20,0	66,7	3,3	0	1,87	46,7	96,7	53,3

Примечание: С – развитие болезни; R – распространение болезни; ИУ – индекс устойчивости



инвазионном фоне в конце вегетации по методике Кондаковой Е.И., Квасникова Б.В., С.И. Игнатовой С.И. (1976). Скрещивание проводили по схеме устойчивый х восприимчивый, восприимчивый х устойчивый. Наследование устойчивости к галловым нематодам растений баклажана определяли по формуле Брюбейкера (1966).

$$hp = \frac{E_1 - MP}{HP - MP}, \text{ где}$$

hp – степень доминирования;  
 $F_1$  – количественный показатель признака в гибридном поколении;  
 MP – среднее между показателями исходных форм;

HP – показатель компонента с наивысшим баллом поражения.

В табл. 1 приведены результаты оценки гибридов  $F_1$  и их родительских форм на устойчивость к галловым нематодам. Исследования показали, что на естественном сильно инвазионном фоне степень поражения стандартного сорта составила 2,6 балла при степени распространения болезни 100%.

Наиболее восприимчивой оказалась линия Ал/03, у которой степень поражения достигала 4 балла, при 100% развитии и распространении болезни. Степень поражения линии Сс/03 достигала 1,87 балла, при довольно высокой степени развитии (46,7%) и распространении (96,3%) болезни.

На этом фоне линия Мк/03 проявила высокую устойчивость к галловым нематодам. В конце вегетации в корневой системе этой линии не было отмечено признаков поражения. Довольно высокой была устойчивость к мелайдогинам и у гибридов  $F_1$ . Гибриды первого поколения независимо от направления скрещиваний проявили высокую устойчивость к галловым нематодам. Степень поражения в зависимости от комбинации колеблется от 0,2 до 0,53 балла, при развитии болезни 5,0-13,3%.

У изученных нами комбинаций 50,0-80,0% растений не имели признаков поражения и лишь 20,0-46,6% были поражены в слабой степени (1-2 балла). Степень доминирования устойчивости была во всех вариантах довольно высокая и составила  $hp = -0,74; -0,9$ , т.е. гибриды первого поколения по устойчивости к галловым нематодам были близки к непоражаемому родителю.

Наши исследования показали, что если одна из родительских форм баклажана обладает высокой устойчивостью к галловым нематодам, то при скрещивании их с восприимчивыми формами, в первом поколении независимо от направления скрещивания чаще всего наблюдается доминирование устойчивости.

Таблица 2. Наследование устойчивости к галловым нематодам

Гибриды $F_1$	Степень поражения, балл			Степень доминантности, hp
	$F_1$	$P_1$	$P_2$	
$F_1$ Мк/03 x Ал/03	0,53	0	4,0	-0,74
$F_1$ Мк/03 x Сс/03	0,23	0	1,87	-0,76
$F_1$ Ал/03 x Мк/03	0,2	4,0	0	-0,9

#### Литература

- Методические указания по изучению и поддержанию мировой коллекции овощных пасленовых культур (томат, перец, баклажан) /Л., 1977. – 23 с.
- Кондакова Е.И., Квасников Б.В., С.И. Игнатова С.И.. Методика оценки сортов томата на устойчивость к галловым нематодам. Тр. НИИОН, том. 6, М., 1976. – С.169-174.
- Брюбейкер Дж. Сельскохозяйственная генетика. М., 1966. – 242 с.

#### References

- Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu i podderzhaniyu mirovoj kollekcii ovoshchnyh paslenovyh kul'tur (tomat, perek, baklazhan) /L., 1977. – 23 s.
- Kondakova E.I., Kvasnikov B.V., S.I. Ignatova S.I.. Metodika ocenki sortov tomata na ustoichivost' k gallovym nematodam. Tr. NIIOH, tom. 6, M., 1976. – S.169-174.
- Bryubejker Dzh. Sel'skohozyajstvennaya genetika. M., 1966. – 242 s.

# ХАРАКТЕРИСТИКА ГИБРИДОВ МЕЖДУ *ALLIUM CEPA* L. И *ALLIUM NUTANS* L. ПО БИОХИМИЧЕСКОМУ СОСТАВУ



## CHARACTERIZATION OF HYBRIDS BETWEEN *ALLIUM CEPA* L. AND *ALLIUM NUTANS* L.

Романов В.С. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.  
 Кан Л.Ю. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.

Тимин Н.И. – доктор с.-х. наук, гл.н.с., профессор.  
 Домбладес А.С. – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией  
 Молчанова А.В. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.  
 Тареева М.М. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)  
 143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул.  
 Селекционная, д.14  
 E-mail: romanov\_valera@mail.ru; tareeva-marina@rambler.ru

Romanov V.S., Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

Kan L.Yu., Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

Timin N.I., Doctor of Sciences, Principal Researcher, Professor

Dombblides A.S., Ph.D. in Agriculture, Head of Laboratory of Genetics and Cytology

Molchanova A.V., Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

Tareeva M.M., Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center  
 Selectionaya St. 14, VNIISOK,  
 Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia  
 E-mail: romanov\_valera@mail.ru; tareeva-marina@rambler.ru

**Дикорастущие виды рода *Allium L.* являются источниками не только устойчивости к биотическим (бактериям, вредителям) и абиотическим факторам окружающей среды (морозо-, зимостойкость, засухоустойчивость), но также отличаются по биохимическим показателям от культурного вида лука. Проведение скрещиваний с участием дикорастущих видов лука может увеличить содержание биохимических веществ у гибридов в сравнении с культурными. Во ВНИИССОК проводили скрещивания между дикорастущими и культурными видами рода *Allium L.* для создания исходных форм для селекции с более высоким содержанием ценных биохимических веществ. Изучали растения межвидовых гибридов лука *F<sub>1</sub>*, в комбинации скрещивания *A. cepa* x *A. nutans* и растения родительских видов: *Allium cepa* L. (сорт лука репчатого – Штутгартэр ризен, Стригуновский) и *Allium nutans* L. В работе представлена морфологическая характеристика растений межвидовых гибридов лука *F<sub>1</sub>*, *Allium cepa* x *Allium nutans* и дана биохимическая оценка межвидовых гибридов лука. У растений определяли содержание  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ , аскорбиновой кислоты, сухого вещества, суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов. Повышенное содержание  $\text{NO}_3^-$  наблюдалось у №13 *F<sub>1</sub>*, *A. cepa* x *A. nutans* в сравнении с другими вариантами и стандартом. У №15 *F<sub>1</sub>*, *A. cepa* x *A. nutans* содержание  $\text{K}^+$  в листьях значительно превышало накопление этих элементов у растений других вариантов. Содержание аскорбиновой кислоты у всех гибридов *A. cepa* x *A. nutans* было меньшим, по сравнению с контролем в два-три раза и варьировало от 15,8 до 28,6 mg%. Все гибридные растения также уступали растениям стандарта по содержанию сухого вещества (9,3-11,7%, в стандарте – 12,7%). Самыми низким содержанием антиоксидантов характеризовался образец №3 – 15,3 mg/g (ЕАК), самые высокие значения были получены в варианте №16 – 37,3 mg/g (ЕАК), пре-восходящие стандарт в два раза. У полученных растений *F<sub>1</sub>*, *A. cepa* x *A. nutans* через индивидуальный отбор целесообразно направленно отбирать формы, лучшие по биохимическому составу.**

**Ключевые слова:** межвидовая гибридизация, лук репчатый, *Allium nutans* L., антиоксиданты, культура *in vitro*.

**Для цитирования:** Романов В.С., Кан Л.Ю., Тимин Н.И., Домбладес А.С., Молчанова А.В., Тареева М.М. Характеристика гибридов между *Allium cepa* L. и *Allium nutans* L. по биохимическому составу. Овощи России. 2017;(5):33-36. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-33-36

**Wild species of Allium L. genus are not only a harbor of resistance to biotic factors such as pathogens and pests and abiotic factor such as drought, cold and freezing, but also have the biochemical composition differed from cultural species. Crosses between wild and cultured species in Allium genus are usually performed to develop breeding forms with improved content of biochemically valuable compounds. Hybrids *F<sub>1</sub>* obtained from combination *Allium cepa* x *Allium nutans*, where varieties 'Stuttgarter Riesen' and 'Strigunovskiy' served as parental forms from *A. cepa* were studied. Biochemical contents and morphological descriptions of obtained plants were also given in the article.  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{K}^+$ , ascorbic acid, dry matter and total water-soluble antioxidants were analyzed in the plants. Increased content of  $\text{NO}_3^-$  was found in accession N13 *F<sub>1</sub>* of *A. cepa* x *A. nutans* combination that was higher than in other accessions, including control plants. The accession N15 had a much higher content of  $\text{Cl}^-$  and  $\text{K}^+$  in leaves than in other accessions. The content of ascorbic acid in all hybrids was 2-3 times less than in control accessions and varied from 15.8 to 28.6 mg%. All hybrid accessions had less dry matter content than in control accessions, achieving 9.3 to 11.7%, in control plants, 12.7. The lowest antioxidant content, 15.3 mg/g (conc. in ascorbic acid units), was found out in accession N3, but the highest antioxidant content 37.3 mg/g (conc. in ascorbic acid units) was in accession N16; it was twice higher than in control plants. The obtained hybrid *F<sub>1</sub>* plants from combination *A. cepa* x *A. nutans* can be then selected for their best biochemical composition.**

**Keywords:** interspecific hybridization, onion, *Allium nutans* L., antioxidants, culture *in vitro*.

**For citation:** Romanov V.S., Kan L.Yu., Timin N.I., Dombblides A.S., Molchanova A.V., Tareeva M.M. Characterization of hybrids between *Allium cepa* L. and *Allium nutans* L. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):33-36. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-33-36

### Введение

В основном на пищевые цели человека издавна использовало несколько видов рода *Allium L.*, основными из которых являются чеснок (*Allium sativum* L.) и лук репчатый (*Allium cepa* L.). В настоящее время изучение их значения для здоровья человека является одной из важнейших целей многочисленных исследований. Многие дикорастущие виды рода *Allium L.*

используют для получения различных фитопрепаратов [1]. Изучение биохимического состава различных видов лука показали, что некоторые из дикорастущих видов рода *Allium L.* содержат большее количество ароматических соединений, чем культурные виды [2]. Таким образом, проведение скрещиваний с участием дикорастущих видов лука может увеличить содержание ароматических соединений у гибридов в

сравнении с материнскими растениями *Allium cepa* L. В качестве побочного эффекта существует возможность получения гибридов, обладающих как мощными фармакологическими, так и новыми вкусовыми свойствами [3].

Нами проведены межвидовые скрещивания дикорастущего *Allium nutans* L. и культурного вида *Allium cepa* L. с целью создания селекционных форм с хозяйственными полезными признаками.



Рис. Растения лука слизуна:  
а) *A. nutans* L.; б), в) *F<sub>1</sub>* *A. сера* × *A. nutans*

#### Материалы и методы

В исследованиях использовали растения межвидовых гибридов лука  $F_1$  комбинации скрещивания *A. сера* × *A. nutans* и растения родительских видов: *Allium* *серы* L. (сорта лука репчатого – Штутгартер ризен, Стригуновский) и *Allium* *nutans* L. (рис. 1). Гибриды  $F_1$  получены с помощью эмбриокультуры *in vitro* [4]. Стандартом являлись растения *Allium nutans* L.

Биометрическую оценку проводили согласно «Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность», «Широкому унифицированному классификатору СЭВ и

международному классификатору СЭВ лука репчатого (*Allium серы* L.)» [5, 6].

Биохимический состав изучали на базе Лабораторно-аналитического Центра ВНИИССОК по следующим показателям:

- содержание сухого вещества – методом высушивания навески до постоянной массы [7];
- содержание аскорбиновой кислоты – по методике Сапожникова, Дорофеевой [8];
- содержание калия в листьях измеряли с помощью ион селективного электрода на приборе «ЭКОМ» после предварительной экстракции

образцов согласно «Руководству по эксплуатации «ЭКОМ», методике определения нитратов с помощью ионселективных электродов [9, 10].

Исследования и статистическую обработку результатов проводили согласно «Методике полевого опыта» [11] с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

#### Результаты исследований

При проведении межвидовых скрещиваний лук репчатый использовали в качестве материнского компонента скрещивания, *A. nutans* L. – в качестве опылителя. Растения  $F_1$  *A. сера* × *A. nutans* получены методом культуры

Таблица 1. Сравнительная характеристика растений гибрида  $F_1$  *A. сера* × *A. nutans* с *A. nutans* L.

Признак	<i>F<sub>1</sub></i> <i>A. сера</i> × <i>A. nutans</i>	<i>A. nutans</i> L.
Число ветвей, шт.	3-12	2-5
Число листьев на одной ветви, шт.	4-20	6-8
Наличие воздушной полости в листовой пластинке	есть	нет
Общее число листьев, шт.	12-150	12-40
Диаметр луковицы, мм.	5-34	15-20
Длина листа, см.	15-52	25-30
Ширина листа, мм.	5-20	8-15
Окраска листьев	зелёная и жёлто-зелёная	зелёная
Цветочные стрелки	прямостоячие и поникающие, ровные и изогнутые, округлые и в равной степени уплощённые с рёбрами или без них	поникающие, уплощённые с двумя крылатыми рёбрами
Окраска цветков	белая, бело-розовая	розовая, розово-фиолетовая
Форма околоцветника	промежуточная	чашевидная
Окраска пыльников	жёлтая, жёлто-зелёная, грязно-зелёная	светло-фиолетовая

изолированных зародышей и регенерацией растений из эмбриогенного калуса [12]. Полученные растения F<sub>1</sub> многолетние, промежуточные по морфологическим признакам, но больше в сторону отцовского родителя (табл. 1).

Растения второго года жизни можно разделить на группы:

- 1) с цветками в пределах одного растения, аналогичными цветкам исходного растения по размеру и окраске пыльников;
- 2) с более крупными цветками и ярко-фиолетовой окраской пыльников, не характерной ни для исходного растения скрещиваемых видов;
- 3) только с цветками, несущими жёлтые пыльники;
- 4) только с цветками большого размера и несущими ярко-фиолетовые пыльники [4]. Все растения полностью стерильны.

Изучение биохимического состава и накопление отдельных химических элементов в растениях лука слизуна и его гибридов проводили с целью отбора растений с наилучшими значениями.

Растительный материал собирали в первой декаде сентября (2012-2013 годы). Для анализа отбирали молодые, хорошо сформированные листья согласно методике исследований. У растений определяли содержание NO<sup>3-</sup>, K<sup>+</sup>, аскорбиновой кислоты, сухого вещества, суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов (табл. 2).

Содержание NO<sup>3-</sup> в листьях растений лука находилось в пределах 50,0-62,0 мг/кг. Повышенное содержание NO<sup>3-</sup> в сравнении с другими вариантами и стандартом наблюдалось у №13 F<sub>1</sub> A. сера x A. nutans.

nutans. Ценный низким содержанием NO<sup>3-</sup> (50,0 мг/кг) являлся вариант №128 F<sub>1</sub> A. сера x A. nutans.

По содержанию K<sup>+</sup> в листьях растений варианты можно разделить на две сильно отличающиеся группы: 131,2-168,9 и 171,3-203,4 мг/кг. Разделение вариантов на группы облегчает их сравнение и выделение лучших вариантов. После сравнения растений по содержанию K<sup>+</sup> у варианта №15 F<sub>1</sub> A. сера x A. nutans накопление данного элемента в листьях значительно превышало его нахождение у растений других вариантов.

Содержание аскорбиновой кислоты оказалось ниже у вариантов F<sub>1</sub> A. сера x A. nutans, по сравнению с контролем в два-три раза и варьировало от 15,8 до 28,6 мг%. По

**Таблица 2. Биохимические показатели растений межвидовых гибридов лука F<sub>1</sub> A. сера x A. nutans (2012-2013 годы)**

Вариант	Сухое вещество, %	Содержание аскорбиновой кислоты, мг%	Содержание NO <sup>3-</sup> , мг/кг	Содержание K <sup>+</sup> , мг/кг	Суммарное содержание антиоксидантов, мг/г в единицах аскорбиновой кислоты (ЕАК)
№3	10,9±0,1	28,6±3,1	55,0±4,1	156,0±10,2	16,1±2,1
№4	10,9±0,3	25,1±2,2	55,0±3,1	142,7±11,6	15,3±2,3
№5	9,7±0,1	28,2±4,6	62,0±1,2	176,0±12,4	19,5±1,6
№13	9,6±0,2	21,1±2,1	84,0±4,6	184,7±10,6	16,8±1,4
№14	10,1±0,3	15,8±1,1	-*	193,5±10,1	22,8±2,3
№15	11,3±0,0,2	15,8±0,9	-	203,4±15,3	23,9±1,3
№16	11,7±0,4	16,1±1,3	-	139,3±12,1	37,3±3,5
№17	9,9±0,1	17,6±1,6	56,0±3,6	171,3±10,2	19,9±2,1
№18	10,4±0,3	21,1±2,3	56,0±2,2	168,9±9,2	21,1±2,2
№19	10,2±0,1	15,8±1,4	55,0±1,6	180,2±7,7	20,4±1,4
№127	9,3±0,2	28,2±2,3	57,0±0,9	141,7±6,5	16,9±1,8
№128	10,1±0,4	28,2±1,5	50,0±0,1	131,2±3,6	17,9±1,3
№129	9,8±0,1	26,4±1,2	-	140,9±6,8	17,0±2,1
№130	9,6±0,1	25,4±1,6	-	137,3±10,5	24,4±4,1
<b>A. nutans L. (стандарт)</b>	12,7±0,2	51,7±5,3	66,0±4,3	190,8±10,2	21,4±2,4

Примечание: -\* нет данных

содержанию сухого вещества варианты гибридных растений лука находились в пределах от 9,3 до 11,7%, уступая растениям *A. nutans* L.

Избыточные активные формы кислорода окисляют жизненно важные компоненты организма: белки, жиры, углеводы, ДНК и РНК. В результате окисления этих компонентов образуются свободные радикалы, отрицательно влияющие на здоровье человека. Между тем сохранение здоровья любого организма определяется уравновешиванием источников активных форм кислорода и антиоксидантной защитой [13]. Поэтому велика роль растений с повышенным суммарным содержанием водорастворимых антиоксидантов. Суммарное содержание водорастворимых антиокси-

дантов в листьях растений лука F<sub>1</sub> A. сера x *A. nutans* варьировало в пределах от 16,1 до 24,4 мг/г (ЕАК) (табл. 2). Самыми низким содержанием антиоксидантов характеризовался образец №3 – 15,3 мг/г (ЕАК). Самые высокие значения были получены у образца №16 – 37,3 мг/г (ЕАК), превосходящие стандарт в два раза.

Полученные данные свидетельствуют, что среди растений лука F<sub>1</sub> A. сера x *A. nutans* можно целенаправленно отбирать формы с высоким содержанием водорастворимых антиоксидантов в листьях как исходный материал для селекции.

### Заключение

Скрещивание лука репчатого и лука слизуна позволяет получать

новые формы растений лука с хозяйственными полезными признаками для создания исходного материала. У полученных растений F<sub>1</sub> A. сера x *A. nutans* через индивидуальный отбор целесообразно направленно отбирать формы, лучшие по биохимическому составу. Выделенные формы лука по комплексу биохимических показателей необходимо использовать при дальнейшей селекционной работе на качество зелёной продукции лука. Необходимо продолжить исследования селекционных форм лука на содержание каротиноидов, серосодержащих и других химических соединений, играющих важную роль наряду с витаминами, антиоксидантами, макро- и микроэлементами в структуре растительного организма.

### Литература

1. Block E. Die Organoschwefelchemie der Gattung Allium und ihre Bedeutung für die Chemie des Schwefels. *Angew. Chem.* – 1992. – 104. – P. 1158-1203.
2. Keusgen M., Schulz H., Glodek J., Krest I., Kruger H., Herchert N., Keller J. Characterization of Some Allium Hybrids by Aroma Precursors, Aroma profiles, and Alinase Activity. *J. Agric. Food. Chem.* – 2002. – 50. – P. 2884-2890.
3. Storsberg J., Schulz H., Keusgen M., Tannous F., Dehmer K., Keller J. Chemical Characterization of Interspecific Hybrids between Allium cepa L. and Allium kermesinum Rchb. *Agric. Food. Chem.* – 2004. – 52. – P. 5499-5505.
4. Титова И.В. Межвидовая гибридизация лука с использованием культуры *in vitro*. // Автореф. дис. ... к. с.-х. наук. – М. 1989. – 23 с.
4. Титова И.В., Тимин Н.И., Юрьева Н.А., Дмитриева Н.Н. Применение метода культуры изолированных зародышей в межвидовой гибридизации лука // Тр. ВНИИССОК. – М., 1982. - №15. – С. 57-65.
5. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность лук-слизун (*Allium nutans* L.). - RTG/1052/1, UPOV, 2005. – С. 704-711.
6. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ лука репчатого (*Allium cepa* L.). – ЧССР, Оломоуц, 1980. – 42 с.
7. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П., Перуанский Ю.А., Луковникова Г.А., Иконникова М.И. Методы биохимических исследований. - Л.: Агропромиздат. - 1987. - 430 с.
8. Сапожникова Е.В., Дорофеева Л.С. Определение содержания аскорбиновой кислоты в окрашенных растительных экстрактах йодометрическим методом // Консервная и овощеводческая промышленность. – 1966. – № 5. – С. 29-31.
9. Корзун А.Г., Слободницкая Г.В., Миронович Н.А. Определение содержания калия в растениях с помощью ионселективного электрода // Агрохимия. – 1988. – № 2. – С. 96-99.
10. Методика выполнения измерений массовой доли (концентрации) калий-ионов в растворах потенциометрическим методом с использованием иономеров серии «Экостест и ионоселективных электродов «Эком-НО3». – М. – 2008. – 24 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
12. Титова И.В., Тимин Н.И., Юрьева Н.А., Дмитриева Н.Н. Применение метода культуры изолированных зародышей в межвидовой гибридизации лука // Тр. ВНИИССОК. – М., 1982. – №15. – С. 57-65.
13. Голубкина Н.А., Сирота С.М., Пивоваров В.Ф., Яшин А.Я., Яшин Я.И. Биологически активные соединения овощей. – М. Изд-во ВНИИССОК, 2010. – С. 99-175.

### References

# ИЗМЕНЧИВОСТЬ, КОРРЕЛЯЦИЯ И ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ СЕМЯН УКРОПА



## VARIABILITY, CORRELATION AND FACTORS OF FORMATION OF MORPHOLOGICAL PARAMETERS OF DILL SEEDS

Бухаров А.Ф.<sup>1</sup> – доктор с.-х. наук, вед. н.с. группы семеноведения центра селекции и семеноводства

Балеев Д.Н.<sup>1</sup> – канд. с.-х. наук, ст. н.с. группы семеноведения центра селекции и семеноводства

Иванова М.И.<sup>1</sup> – доктор с.-х. наук, главный н.с. группы зеленых культур

Бухарова А.Р.<sup>2</sup> – доктор с.-х. наук, проф., зам. декана агрономического факультета

Bukharov A.F.<sup>1</sup>, Doctor of Sciences, Head of Research Group of Seed Research in Centre of Breeding and seed Production

Baleev D.N.<sup>1</sup>, Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher, Group of Seed Research in Centre of Breeding and seed Production

Ivanova M.I.<sup>1</sup>, Doctor of Sciences, Principal Researcher in Group of Leafy Vegetables

Buharova A.R.<sup>2</sup>, Doctor of Sciences, Professor, Deputy Dean of Agronomical Faculty

<sup>1</sup> Всероссийский НИИ овощеводства – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» 140153, Россия, Московская обл., Раменский р-н, д. Верей, стр. 500

E-mail: afb56@mail.ru, dbaleev@gmail.com

<sup>2</sup> ФГОУ ВО РГАЗУ

143900, Россия, Московская обл.,  
г. Балашиха, ул. Ю. Фучика, д. 1

E-mail: mail@rgazu.ru

<sup>1</sup> All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing, Branch of the Federal Budget Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center Verey, 500, Ramenskiy region, Moscow obl, 140153, Russia

E-mail: afb56@mail.ru, dbaleev@gmail.com

<sup>2</sup> RGAZU

Yu. Fuchik St., 1, Balashikha,  
Moscow region, 143900, Russia

E-mail: mail@rgazu.ru

Проведено исследование влияния местоположения зонтика у укропа сорта Кентавр (*Anethum graveolens L.*) на линейные параметры семени. Семена укропа высевали на опытном поле ФГБНУ ВНИИО в 2015-2016 годах с целью производства семян. Выбирали 30 растений в трехкратной повторности для каждого варианта случайнным образом и срезали зонтики в соответствии со схемой опыта. Проведены измерения длины семени, зародыша и эндосперма из зонтиков, расположенных на побегах первого, второго порядков ветвления и контроля. Выявлено, что средние значения длины элементов семени (3,85-3,43 мм), эндосперма (3,37-2,99 мм) и зародыша (1,00-0,77 мм) укропа изменились в значительных пределах и зависели от архитектоники семенного растения и экологических условий. Длина эндосперма в среднем составляла 88-89% от длины семени. Длина зародыша в соцветиях первого порядка составляла 26% от длины семени и 30% длины эндосперма, а в зонтиках второго порядка на 5 и 6% ниже. На длину семени и эндосперма основное влияние оказывали условия выращивания (77% и 81% соответственно), а на длину зародыша – матрикальный фактор (92%). Корреляционный анализ показал, что влияние длины семени на длину эндосперма имело высокую положительную зависимость ( $r = 0,961-0,978$ ). Между длиной зародыша и длиной семени; а также длиной зародыша и длиной эндосперма отмечена слабая взаимосвязь ( $r = 0,050-0,314$  и  $0,066-0,325$  соответственно).

**Ключевые слова:** укроп, *Anethum graveolens L.*, архитектоника семенного растения, структура семян, семя, эндосперм, зародыш.

**Для цитирования:** Бухаров А.Ф., Балеев Д.Н., Иванова М.И., Бухарова А.Р. Изменчивость, корреляция и факторы формирования морфологических параметров семян укропа. Овощи России. 2017;(5):37-41. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-37-41

*The study was performed to discover the effect of the location of umbel in 'Centaur' variety (*Anethum graveolens L.*) on the linear parameters of the seed. The seeds were sown on the experimental field of the FGBNU VNIIO in 2015-2016 and grown for seed production. 30 plants were selected in three-fold repetition for each variant at random, and umbels were cut in accordance with the experimental design. Then, the length of the seed, embryo and endosperm from umbels, located on the stalks of first, second orders of branching and controls were measured. It was found that the mean lengths of the elements of the seed (3.85 - 3.43 mm), endosperm (3.37 - 2.99 mm) and embryo (1.00 - 0.77 mm) of dill varied considerably and depended on architecture of a seed plant and environment. The length of the endosperm averaged 88-89% of the length of the seed. The length of the embryo in the inflorescences of the first order was 26% of the length of the seed and 30% of the length of the endosperm, and in umbels of the second order was 5 and 6% lower. The length of the seed and endosperm was mainly influenced by growing conditions (77% and 81%, respectively), and the length of the embryo - the maternal factor (92%). Correlation analysis showed that the influence of the length of the seed on the length of the endosperm had a high positive dependence ( $r = 0.961-0.978$ ). Between the length of the embryo and the length of the seed; Also the length of the embryo and the length of the endosperm, a weak linkage was observed ( $r = 0.050-0.314$  and  $0.066-0.325$  respectively).*

**Key words:** dill, *Anethum graveolens L.*, seed plant architecture, seed structure, seed, endosperm, embryo.

**For citation:** Bukharov A.F., Baleev D.N., Ivanova M.I., Buharova A.R. Variability, correlation and factors of formation of morphological parameters of dill seeds. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):37-41. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-37-41

## Введение

У многих видов растений выявлено значительное варьирование размера семян [1, 2]. Разнокачественность семян распространена в таких семействах, как Asteraceae, Chenopodiaceae, Poaceae, Arecaceae и Brassicaceae [1, 3, 4]. Для некоторых видов характерна дискретная и даже альтернативная изменчивость конкретных размеров, например, *Danthonia spicata* [5], *Heterosperma pinnatum* [6]. Другие демонстрируют непрерывное варьирование размера семян (*Rubus ulmifolius* [7], *Raphanus raphanistrum* [8], *Rubus chamaemorus* [9]). Многие авторы предполагают, что разнокачественность семян является следствием адаптации [6, 10, 11, 12], и развивалась как стратегия хеджирования в ответ на гетерогенность среды [13,14].

Известно, что размер семян является одним из наименее изменчивых признаков у растений [15]. Тем не менее, семена часто демонстрируют значительную фенотипическую пластичность в ответ на условия окружающей среды, при которых они развиваются на материнском растении [16]. Разнокачественность семян может быть вызвана условиями внешней среды, матрикальными факторами и их сочетаниями. Материнские эффекты, являясь одной из форм фенотипической пластичности, могут проявляться в ряду поколений [17]. Эти изменения в развитии не являются наследственными, и их нельзя отнести к генетическим вариациям [18]. Теоретически эти модификационные изменения должны приносить пользу потомству, учитывая, что они получают экологические сигналы, аналогичные тем, которые испытывали материнские растения [17]. Напрямую матрикальные эффекты физически меняют фенотипические признаки потомков во время их развития на материнском растении (цитоплазматические воздействия или размер семян). В то время как косвенно материнские эффекты изменяют фенотип потомков и позже в процессе их автономного развития регулируют темп роста, который коррелирует с размером семян [19].

Высокие температуры приводят к формированию мелких семян у сорго [20] и пшеницы [21]. Высокий уровень питания, как правило, приводит к формированию более крупных семян [22]. Засуха [23,24], а также конкуренция [25] между соседними растениями уменьшают массу семени. Однако определенные места в пределах соцветия способны обеспечить более благоприятную микросреду или доступ к ресурсам [26, 27].

Укроп (*Anethum graveolens* L.) относится к семейству Сельдерейные (*Apiaceae*). Растения этого семейства характеризуются растянутым цвете-

нием и созреванием семян в зонтиках, и всхожесть их зависит от местоположения зонтика на побегах различного порядка ветвления [28]. Изучено влияние местоположения семян, происходящих из первичных, вторичных и третичных зонтиков, на их всхожесть [29,30]. При семеноводстве овощных культур требуют особого внимания физические [31], физиологические [32], фитосанитарные [33, 34] и генетические [35] свойства семян, чтобы фермеры получали качественные семена соответствующих культур и сортов.

**Цель работы:** изучить изменчивость линейных параметров семян (в том числе эндосперма и зародыша) укропа в зависимости от архитектоники и погодных условий в процессе выращивания семенных растений.

## Методика исследования

Исследования проводили в 2015-2016 годах в ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт овощеводства», Московская область. По природно-климатическому районированию место проведения исследований относится к южной лесной зоне европейской провинции центральной части русской равнины. Среднегодовая температура воздуха 3,8°C. Среднемноголетнее количество осадков за год составляет 539 мм. Почвы – аллювиально-луговые среднесуглинистого гранулометрического состава. Характеризуются низким уровнем грунтовых вод. Пахотный слой имеет высокую степень насыщенности основаниями и с небольшой гидролитической кислотностью. Почва с мощным гумусовым слоем (60-80 см). Содержание гумуса в пахотном слое более 0,2-0,24%. Содержание обменного калия и подвижного фосфора – среднее.

Объектом исследований служили плоды семена укропа *Anethum graveolens* L. сорта Кентавр селекции ФГБНУ ВНИИО разных порядков ветвления. Схема опыта: 1 – семена со всего растения (контроль); 2 – семена с зонтиков первого порядка; 3 – семена с зонтиков второго порядка.

Семена получены с растений укропа, выращенных в открытом грунте в условиях Московской области. Растения выращивали на естественном почвенном фоне. Посев семян проводили во второй декаде мая рядами по схеме 45x10 см. Глубина заделки семян 1,5 см. Норма высева 1-2 г/м<sup>2</sup>. Площадь делянки 10 м<sup>2</sup>, делянки размещены рандомизированным методом. Повторность опыта трехкратная.

Начало цветения первого порядка отмечено 25 июня 2015 года и 1 июля 2016 года; второго порядка – 1 июля 2015 года и 10 июля 2016 года. Уборку семян проводили на 50 сутки после цветения зонтиков первого

порядка. Выбирали 30 растений в трехкратной повторности для каждого варианта и срезали зонтики в соответствии со схемой опыта. В течение 1-2 суток проводили подготовку семян к дальнейшему анализу.

Измерение длины семени и эндосперма проводили с использованием штангенциркуля (ГОСТ 166-89). Длину зародыша определяли с использованием микроскопа Levenhuk 670T (Levenhuk, США) и видеоокуляра DCM 300 MD (Microscope Digital, Китай) при увеличении x40, с помощью программы Scope Photo (Image Software V. 3.1.386). Для этого семена замачивали в 14% водном растворе гипохлорита натрия в течение 1 ч. После чего семена промывали в проточной воде и выкладывали на смоченную дистиллированной водой фильтровальную бумагу. Анализировали последовательно длину каждого семени, эндосперма (продольный разрез) и зародыша (выделяли путем разрезания семени). Повторность опыта шестикратная, в каждой повторности по 100 семян.

## Результаты исследования

Анализ длины семян укропа показал, что семена, полученные из соцветий первого порядка, имели наибольшую длину, которая варьировала от 3,66 до 4,04 мм в зависимости от года исследования. В среднем длина семени в первом порядке составила 3,85 мм, что на 0,28 мм выше контроля и на 0,42 мм выше длины семени сформированного на втором порядке. Длина эндосперма имела аналогичную тенденцию, как и в случае с семенем. При этом максимальная длина эндосперма была зафиксирована в семенах с первого порядка в 2016 году и составила 3,58 мм. В среднем за годы исследований длина эндосперма в семенах первого порядка составила 3,37 мм, что на 0,22 мм выше контроля и на 0,38 мм выше второго порядка (рис. 1).

Одним из ключевых эндогенных факторов, влияющих на качество семян зонтичных культур, является морфологическое недоразвитие зародыша [29]. Независимо от времени созревания семян на материнском растении недоразвитие зародыша сохраняется. Процесс доразвития зародыша протекает уже после отделения семени, если оно попадет в условия достаточной влажности и благоприятной температуры [36]. Это накладывает особые требования на работу исследователя с семенами данных культур (рис. 2).

Анализ длины зародыша в семенах разных порядков показал сходную тенденцию. Так, длина зародыша в семенах первого порядка составляла 0,96-1,04 мм, что на 0,10-0,17 и 0,21-0,36 мм выше контроля и второго порядка соответственно. Коэффициент вариации длины семени изменялся в пределах

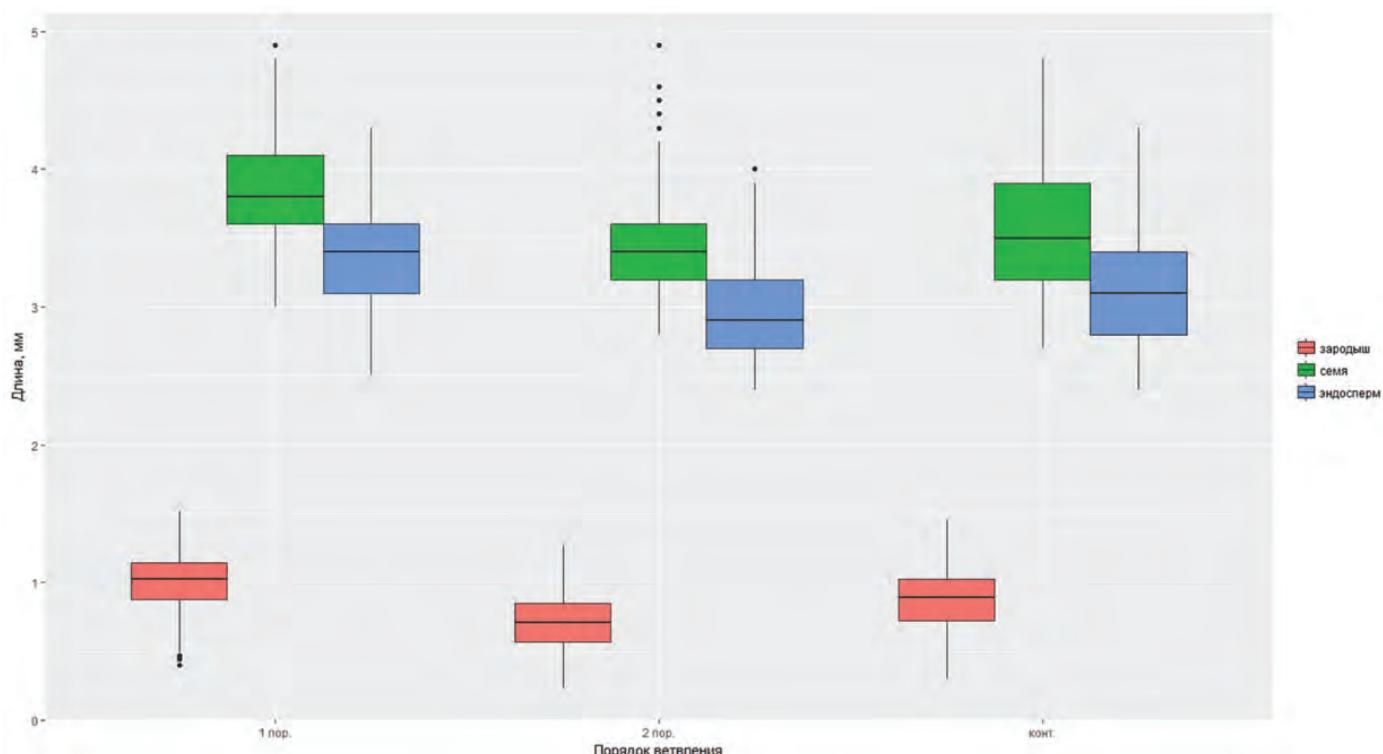


Рис. 1. Морфометрические показатели семени укропа сорта Кентавр в зависимости от архитектоники семенного растения.



Рис. 2. Зародыш укропа, выделенный из семян первого порядка (~0,95 мм) и второго порядка (~0,75 мм) (увеличение  $\times 100$ ).

10-12% в зависимости от варианта исследования с максимумом в контроле. Длина эндосперма также варьировала в пределах 11-13% с максимумом в контроле. Коэффициент вариации длины зародыша в семенах первого и второго порядка составлял 19 и 27% соответственно, а в контрольном варианте - 26%.

Исследования показали, что длина эндосперма в среднем составила 88% от длины семени, а длина зародыша около 24 и 28% от длины семени и эндосперма соответственно. Однако анализ показал, что длина зародыша в семенах первого порядка составила 26 и 30% от длины семени и эндосперма, а зародыш в семенах второго порядка 21 и 24% соответственно.

Корреляционный анализ взаимосвязей основных элементов семени укропа показан на рисунке 3.

Отмечена тесная положительная связь между длиной семени и эндоспермом, при этом коэффициент корреляции Пирсона составлял для первого порядка  $r = 0,961$  ( $t = 120,1$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ), для второго порядка:  $r = 0,971$  ( $t = 141,1$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ) и для контроля:  $r = 0,978$  ( $t = 163,33$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ). Проведенный анализ зависимости длины зародыша от длины семени и эндосперма показал, что для первого, второго порядков и контроля коэффициент корреляции составлял  $r = 0,314$  ( $t = 11,45$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ),  $r = 0,049$  ( $t = 1,71$ ;  $p\text{-value} = 0,0866$ ),  $r = 0,248$  ( $t = 8,84$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ) и  $r = 0,325$  ( $t = 11,90$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ),  $r = 0,066$  ( $t = 2,28$ ;  $p\text{-value} = 0,022$ ),  $r = 0,266$  ( $t = 9,56$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ). Коэффициент корреляции взаимосвязи длины семени, эндосперма и зародыша в зависимости от порядка ветвления

составлял  $r = -0,505$  ( $t = -28,64$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ),  $r = -0,484$  ( $t = -27,11$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ) и  $r = -0,592$  ( $t = -35,97$ ;  $p\text{-value} < 2,2 \times 10^{-16}$ ) соответственно.

Дисперсионный анализ влияния некоторых факторов на изменение длины семян укропа представлен в таблице.

Анализ показал, что экологический фактор имеет высокое влияние на длину семени и эндосперма, при этом средний квадрат составляет: 1,98 (77% ( $F = 286,1$ ;  $P = <2 \times 10^{-16}$ )) и 1,98 81% ( $F = 267,1$ ;  $P = <2 \times 10^{-16}$ )), а эффект матричального фактора снижен, при этом средний квадрат составляет: 0,56 до 23% ( $F = 80,2$ ;  $P = 9,2 \times 10^{-13}$ ) и 0,44 18% ( $F = 59,2$ ;  $P = 3,9 \times 10^{-11}$ ) соответственно. На длину зародыша основное влияние оказывал матричный эффект, средний квадрат составляет 0,24 ( $F = 445,7$ ;  $P = <2 \times 10^{-16}$ ), экологический 0,0009 ( $F = 1,7$ ;  $P = 0,21$ ), а взаимодействие этих факторов 0,018 ( $F = 32,6$ ;  $P = 3,0 \times 10^{-8}$ ).

Показатели линейных размеров зародыша, эндосперма, семени, и степень их изменчивости могут быть использованы для дополнительной характеристики партии семян. Знания о морфологической разнокачественности семян следует учитывать при их выращивании, сортировке, хранении и предпосевной доработке. Архитектоника семенного растения укропа, степень зрелости семян определяют линейные размеры зародыша, оказывая существенное влияние на явление покоя, скорость доразвития зародыша и

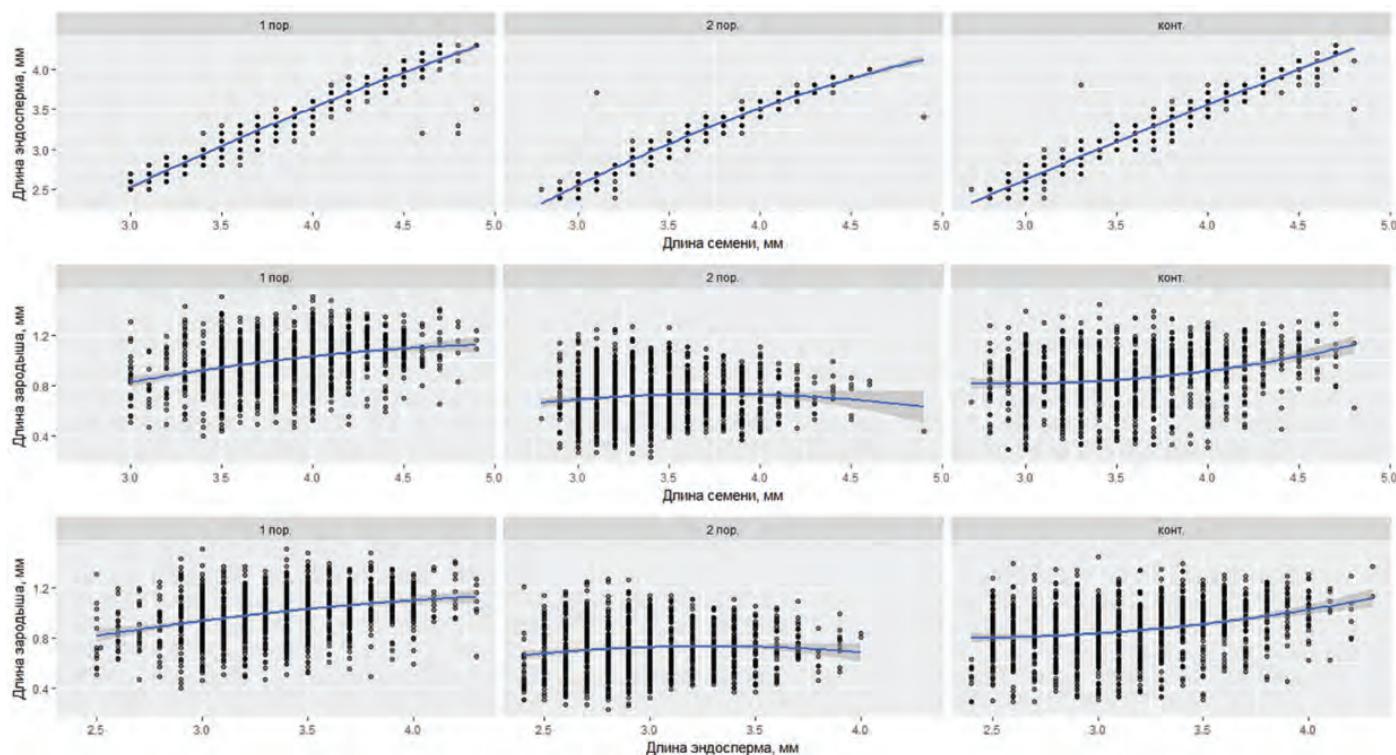


Рис. 3. Корреляционный анализ взаимосвязей основных элементов семени укропа.

основные параметры качества семян, отвечающие за их прорастание. Современные технологии выращивания, которые применяются для получения качественного урожая в овощеводстве, требуют использования соответствующего посевного материала. Повышение качества семян и усовершенствование методов семенного контроля в современных условиях являются одной из важнейших задач.

#### Выводы

- Средние значения длины элементов семени (3,85-3,43 мм), эндосперма (3,37-2,99 мм) и зародыша (1,00-0,77 мм) укропа изменялись в значительных пределах и зависели от архитектоники семенного растения и экологических условий.
- Длина эндосперма в среднем составляла 88-89% от длины семени. Длина зародыша в соцветиях первого порядка составляла 26% от длины семени и 30% длины эндосперма, а в зонтиках второго порядка – на 5 и 6% ниже.

- На длину семени и эндосперма основное влияние оказывали условия выращивания (77% и 81% соответственно), а на длину зародыша – матричный фактор (92%).
- Корреляционный анализ показал, что влияние длины семени на длину эндосперма имело высокую положительную зависимость ( $r = 0,961-0,978$ ). Между длиной зародыша и длиной семени; а также длиной зародыша и длиной эндосперма отмечена слабая взаимосвязь ( $r = 0,050-0,314$  и  $0,066-0,325$  соответственно).

**Таблица. Дисперсионный анализ изменчивости длины эндосперма, зародыша и семени укропа под влиянием экологического (A) и матричного (B) факторов и их взаимодействия**

Морфологический элемент	Дисперсия	Степени свободы	Средний квадрат	F - value	Pr(>F)
Семя	Общая	35	2,58	-	-
	A	1	1,98	286,1	$< 2 \times 10^{-16} ***$
	B	2	0,56	80,2	$9,2 \times 10^{-13} ***$
	A : B	2	0,04	5,2	0,0114 *
Эндосперм	Остаток	30	0,007	-	-
	Общая	35	2,45	-	-
	A	1	1,98	267,1	$< 2 \times 10^{-16} ***$
	B	2	0,44	59,2	$3,9 \times 10^{-11} ***$
Зародыш	A : B	2	0,02	2,3	0,115
	Остаток	30	0,007	-	-
	Общая	35	0,26	-	-
	A	1	0,0009	1,7	0,21
	B	2	0,24	445,7	$< 2 \times 10^{-16} ***$
	A : B	2	0,018	32,6	$3,0 \times 10^{-8} ***$
	Остаток	30	0,0005	-	-

Signif. codes: 0 ‘\*\*\*’ 0.001 ‘\*\*’ 0.01 ‘\*’ 0.05 ‘.’ 0.1 ‘ ’

### ● Литература

1. Harper J. L. Population biology of plants. Academic Press, London. 1977. 892 p.
2. Michaels H. J., Benner B., Hartgerink A. P. et al. Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates // Evolutionary Ecology, 1988. 2: 157-166.
3. Mandrák B. Seed heteromorphism and the life cycle of plants: a literature review // Preslia, 1997. 69: 129-159.
4. Imbert E. Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism // Perspect. Plant Ecol., 2002. 5: 13-36.
5. Clay K. The differential establishment of seedlings from chasmogamous and cleistogamous flowers in natural populations of the grass *Danthonia spicata* (L.) // Beauv. Oecologia (Berlin), 1983. 57: 183-188.
6. Venable D. L., Burquez A., Corral G., et al. The ecology of seed heteromorphism in *Heterosperma pinnatum* in central Mexico // Ecology, 1987. 68: 65-76.
7. Jordano P. Seed weight variation and differential avian dispersal in blackberries *Rubus ulmifolius* // Oikos, 1984. 43: 149-153.
8. Stanton M. L. Seed variation in wild radish: effect of seed size on components of seedling and adult fitness // Ecology, 1984. 65: 1105-1112.
9. Agren K. Seed size and number in *Rubus chamaemorus*: between-habitat variation, and effects of defoliation and supplemental pollination // Journal of Ecology, 1989. 77: 1080-1092.
10. Galloway L.F., Etterson J.R. Transgenerational plasticity is adaptive in the wild // Science, 2007. 318: 1134-1136.
11. Galloway L.F., Etterson J.R., McGlothlin J.W. Contribution of direct and maternal genetic effects to life history evolution // New Phytologist, 2009. 183: 826-838.
12. Dyer A.R., Brown C.S., Espeland E.K., et al. The role of adaptive transgenerational plasticity in biological invasions of plants // Evol. Appl., 2010. 3: 179-192.
13. Silvertown J. W. Phenotypic variety in seed germination behavior: the ontogeny and evolution of somatic polymorphisms in seeds // American Naturalist, 1984. 124: 1-16.
14. Rathcke B., Lacey E. P. Phenological patterns of terrestrial plants // Annual Review of Ecology and Systematics, 1985. 16: 179-214.
15. Marshall D. L., Levin D. A., Fowler N. L. Plasticity of yield components in response to stress in *Sesbania macrocarpa* and *Sesbania vesicaria* (Leguminosae) // American Naturalist, 1986. 127: 508-521.
16. Fenner M. Environmental influences on seed size and composition // Horticultural Reviews, 1992. 13: 183-213.
17. Wolf J.B., Wade M.J. What are maternal effects (and what are they not)? // Philos. Trans R Soc B-Biol. Sci., 2009. 364: 1107-1115.
18. Uller T. Developmental plasticity and the evolution of parental effects // Trends Ecol. Evol., 2008. 23: 432-438.
19. Roach D.A., Wulff R.D. Maternal effects in plants // Annu. Rev. Ecol. Syst., 1987. 18: 209-235.
20. Kiniry J. R., Musser R. L. Response of kernel weight of sorghum to environment early and late in grain filling // Agronomy Journal, 1988. 80: 606-610.
21. Wardlaw I.F., Dawson I. A., Munibi P. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II. Grain development // Australian Journal of Agricultural Research, 1989. 40: 15-24.
22. Parish J. A. D., Bazzaz F. A. Nutrient content of *Abutilon theophrasti* seeds and the competitive ability of the resulting plants // Oecologia, 1985. 65: 247-251.
23. Eck H. V. Effects of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn // Agronomy Journal, 1986. 78: 1035-1040.
24. Benech Arnold R. L., Fenner M., Edwards P. J. Changes in germinability, ABA levels and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) induced by water stress during grain filling // New Phytologist, 1991. 118: 339-347.
25. Bhaskar A., Vyas K. G. Studies on competition between wheat and *Chenopodium album* L. // Weed Research, 1988. 28: 53-58.
26. Susko D. J., Lovett L. Patterns of seed mass variation and their effects on seedling traits in *Alliaria petiolata* (Brassicaceae) // American Journal of Botany, 2000. 87: 56-66.
27. Espadaler X., Gomez C. Female performance in *Euphorbia characias*: effect of flower position on seed quantity and quality // Seed Science Research, 2001. 11: 163-172.
28. Bralewski T. W., Szopinska D., Morozowska M., Study for the evaluation of dill (*Anethum graveolens* L.) seeds // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj., 2005. XXXIII: 20-24.
29. Anouar F., Mannino M.R., Casal M.L., et al. Carrot seeds grading using a vision system // Seed Sci. Technol., 2001. 29 (1): 215-225.
30. Hendrix S. D. Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca sativa* L. (Umbelliferae) // Am. J. Bot., 1984. v. 71: 795-802.
31. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Долговечность семян овощных зонтичных культур и физиология их прорастания // Вестник АГАУ, 2013. – №11 (109). – С. 22-26.
32. Бухаров А.Ф., Балеев Д. Н. Морфология разнокачественности семян овощных зонтичных культур, обусловленная местом формирования на материальном растении // Овощи России, 2012. – № 2 (15). – С. 44-48.
33. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Багров Р.А. Повреждение овощных зонтичных культур щитником полосатым (*Graphosoma lineatum* L.) как фактор снижения продуктивности и качества семян // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2014. – № 10 (120). – С. 19-25.
34. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Полосатый щитник – причина дегенерации семян овощных зонтичных культур // Защита и карантин растений, 2015. – №8. – С. 26-30.
35. Ткаченко К.Г. Гетеродиаспория и сезонные колебания в ритмах прорастания // Научные ведомости, 2009. – №11 (66). – С. 44-50.
36. Кордюм Е. Л. Цитоэмбриология семейства зонтичных. Киев: Наукова Думка, 1967. – 175 с.

### ● References

11. Harper J. L. Population biology of plants. Academic Press, London. 1977. 892 p.
2. Michaels H. J., Benner B., Hartgerink A. P. et al. Seed size variation: magnitude, distribution, and ecological correlates // Evolutionary Ecology, 1988. 2: 157-166.
3. Mandrák B. Seed heteromorphism and the life cycle of plants: a literature review // Preslia, 1997. 69: 129-159.
4. Imbert E. Ecological consequences and ontogeny of seed heteromorphism // Perspect. Plant Ecol., 2002. 5: 13-36.
5. Clay K. The differential establishment of seedlings from chasmogamous and cleistogamous flowers in natural populations of the grass *Danthonia spicata* (L.) // Beauv. Oecologia (Berlin), 1983. 57: 183-188.
6. Venable D. L., Burquez A., Corral G., et al. The ecology of seed heteromorphism in *Heterosperma pinnatum* in central Mexico // Ecology, 1987. 68: 65-76.
7. Jordano P. Seed weight variation and differential avian dispersal in blackberries *Rubus ulmifolius* // Oikos, 1984. 43: 149-153.
8. Stanton M. L. Seed variation in wild radish: effect of seed size on components of seedling and adult fitness // Ecology, 1984. 65: 1105-1112.
9. Agren K. Seed size and number in *Rubus chamaemorus*: between-habitat variation, and effects of defoliation and supplemental pollination // Journal of Ecology, 1989. 77: 1080-1092.
10. Galloway L.F., Etterson J.R. Transgenerational plasticity is adaptive in the wild // Science, 2007. 318: 1134-1136.
11. Galloway L.F., Etterson J.R., McGlothlin J.W. Contribution of direct and maternal genetic effects to life history evolution // New Phytologist, 2009. 183: 826-838.
12. Dyer A.R., Brown C.S., Espeland E.K., et al. The role of adaptive transgenerational plasticity in biological invasions of plants // Evol. Appl., 2010. 3: 179-192.
13. Silvertown J. W. Phenotypic variety in seed germination behavior: the ontogeny and evolution of somatic polymorphisms in seeds // American Naturalist, 1984. 124: 1-16.
14. Rathcke B., Lacey E. P. Phenological patterns of terrestrial plants // Annual Review of Ecology and Systematics, 1985. 16: 179-214.
15. Marshall D. L., Levin D. A., Fowler N. L. Plasticity of yield components in response to stress in *Sesbania macrocarpa* and *Sesbania vesicaria* (Leguminosae) // American Naturalist, 1986. 127: 508-521.
16. Fenner M. Environmental influences on seed size and composition // Horticultural Reviews, 1992. 13: 183-213.
17. Wolf J.B., Wade M.J. What are maternal effects (and what are they not)? // Philos. Trans R Soc B-Biol. Sci., 2009. 364: 1107-1115.
18. Uller T. Developmental plasticity and the evolution of parental effects // Trends Ecol. Evol., 2008. 23: 432-438.
19. Roach D.A., Wulff R.D. Maternal effects in plants // Annu. Rev. Ecol. Syst., 1987. 18: 209-235.
20. Kiniry J. R., Musser R. L. Response of kernel weight of sorghum to environment early and late in grain filling // Agronomy Journal, 1988. 80: 606-610.
21. Wardlaw I.F., Dawson I. A., Munibi P. The tolerance of wheat to high temperatures during reproductive growth. II. Grain development // Australian Journal of Agricultural Research, 1989. 40: 15-24.
22. Parish J. A. D., Bazzaz F. A. Nutrient content of *Abutilon theophrasti* seeds and the competitive ability of the resulting plants // Oecologia, 1985. 65: 247-251.
23. Eck H. V. Effects of water deficits on yield, yield components, and water use efficiency of irrigated corn // Agronomy Journal, 1986. 78: 1035-1040.
24. Benech Arnold R. L., Fenner M., Edwards P. J. Changes in germinability, ABA levels and ABA embryonic sensitivity in developing seeds of *Sorghum bicolor* (L.) induced by water stress during grain filling // New Phytologist, 1991. 118: 339-347.
25. Bhaskar A., Vyas K. G. Studies on competition between wheat and *Chenopodium album* L. // Weed Research, 1988. 28: 53-58.
26. Susko D. J., Lovett L. Patterns of seed mass variation and their effects on seedling traits in *Alliaria petiolata* (Brassicaceae) // American Journal of Botany, 2000. 87: 56-66.
27. Espadaler X., Gomez C. Female performance in *Euphorbia characias*: effect of flower position on seed quantity and quality // Seed Science Research, 2001. 11: 163-172.
28. Bralewski T. W., Szopinska D., Morozowska M., Study for the evaluation of dill (*Anethum graveolens* L.) seeds // Not. Bot. Hort. Agrobot. Cluj., 2005. XXXIII: 20-24.
29. Anouar F., Mannino M.R., Casal M.L., et al. Carrot seeds grading using a vision system // Seed Sci. Technol., 2001. 29 (1): 215-225.
30. Hendrix S. D. Variation in seed weight and its effects on germination in *Pastinaca sativa* L. (Umbelliferae) // Am. J. Bot., 1984. v. 71: 795-802.
31. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Долговечность семян овощных зонтичных культур и физиология их прорастания // Вестник АГАУ, 2013. – №11 (109). – С. 22-26.
32. Бухаров А.Ф., Балеев Д. Н. Морфология разнокачественности семян овощных зонтичных культур, обусловленная местом формирования на материальном растении // Овощи России, 2012. – № 2 (15). – С. 44-48.
33. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф., Багров Р.А. Повреждение овощных зонтичных культур щитником полосатым (*Graphosoma lineatum* L.) как фактор снижения продуктивности и качества семян // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2014. – № 10 (120). – С. 19-25.
34. Балеев Д.Н., Бухаров А.Ф. Полосатый щитник – причина дегенерации семян овощных зонтичных культур // Защита и карантин растений, 2015. – №8. – С. 26-30.
35. Ткаченко К.Г. Гетеродиаспория и сезонные колебания в ритмах прорастания // Научные ведомости, 2009. – №11 (66). – С. 44-50.
36. Кордюм Е. Л. Цитоэмбриология семейства зонтичных. Киев: Наукова Думка, 1967. – 175 s.

# ООО "Гетерозисная селекция"



Компания занимается вопросами селекции и  
семеноводства овощных культур.  
Селекционная работа организована  
с ведущими НИИ России.

Предлагаем выгодные закупочные  
цены для семеноводческих хозяйств!

## ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ ФЕРМЕРСКИЕ И СЕМЕНОВОДЧЕСКИЕ ХОЗЯЙСТВА ДЛЯ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ ПО СЕМЕНОВОДСТВУ



огурец – гетерозисные гибриды и сорта;



томат;



перец сладкий;



редис;



морковь;



свёкла столовая;

тыква, кабачок, патиссон;

фасоль, горох, бобы;

салат и другие зеленые культуры.



По вопросам  
сотрудничества  
обращаться:  
456305, Челябинская область,  
г. Миасс, ул. Кирова, д. 53  
E-mail: aliluev@semena74.com  
Тел: +7 (351) 242-00-87, доб. 777

# СОВИНТЕР – НОВЫЙ СРЕДНЕСПЕЛЬНЫЙ СОРТ ГОРОХА ОВОЩНОГО ДЛЯ КОНСЕРВНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ



## A NEW MID-RIPENING VARIETY OF PEA SOVINTER FOR CANNED-FOODS INDUSTRY

Пронина Е.П. – кандидат с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства бобовых культур  
 Котляр И.П. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.  
 Ушаков В.А. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.  
 Кривенков Л.В. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»  
 143080, Московская обл., Одинцовский р-н,  
 пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14  
 E-mail: goroh@vniissok.ru

Для консервной промышленности внесен в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, в 2015 году среднеспельный дружно-созревающий сорт гороха овощного Совинтер селекции ФГБНУ ФНЦО, который позволит увеличить продолжительность конвейерного поступления сырья на консервные предприятия.

**Ключевые слова:** горох овощной, селекция, сорт, урожайность, технология семеноводства.

**Для цитирования:** Пронина Е.П., Котляр И.П., Ушаков В.А., Кривенков Л.В. Совинтер – новый среднеспельный сорт гороха овощного для консервной промышленности. Овощи России. 2017;(5):43-44. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-43-44

**ФГБНУ** «Федеरальныи научный центр овощеводства» (ВНИИССОК) – лидер в Российской Федерации по селекции и семеноводству овощных бобовых культур, в том числе и гороха овощного. На основе сложных конвергентных скрещиваний созданы продуктивные, высококачественные сорта разных групп спелости, пригодные для современных прогрессивных технологий возделывания; которые обеспечивают продолжительное равномерное поступление сырья на консервные заводы.

В Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию, на 2017 год включено 28 сортов гороха овощного селекции ФГБНУ «ФНЦО».

Зеленый горошек в свежем, консервированном и замороженном виде обладает сбалансированным сочетанием белково-углеводного комплекса, различных биологически активных и минеральных веществ, витаминов; а

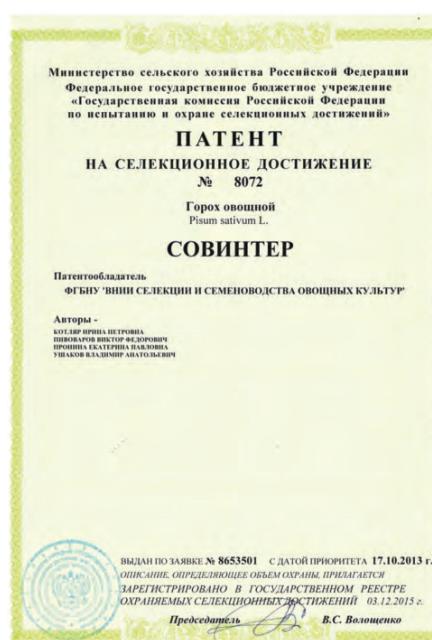
Pronina E.P., Ph.D. in Agriculture  
 Kotlyar I.P., Ph.D. in Agriculture  
 Ushakov V.A., Ph.D. in Agriculture  
 Krivenkov L.V., Ph.D. in Agriculture

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center  
 Selectionaya St. 14, VNIISOK,  
 Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia  
 E-mail: goroh@vniissok.ru

*The variety 'Sovinter' is a result of breeding program and originated at FGBNU, Federal Research Centre of Vegetable Breeding has been included into State Register of Breeding Achievements and permitted to be used in 2015 as mid-ripening, simultaneous-pod-ripening and very suitable for canned-foods industry. The variety can be used as a raw plant material for cannery and will be served in industrial technological chain as permanent source for food production.*

**Keywords:** vegetable pea, breeding, variety, yielding ability, seed technology of seed production.

**For citation:** Pronina E.P., Kotlyar I.P., Ushakov V.A., Krivenkov L.V. A new mid-ripening variety of pea 'Sovinter' for canned-foods industry. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):43-44. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-43-44



консервы из него имеют высокие вкусовые качества и относятся к диетическим продуктам с повышенной биологической ценностью. Кроме того, мощная корневая система гороха овощного с клубеньковыми бактериями оставляет в почве после уборки урожая до 100 кг/га азота, что ценно для последующих культур в севообороте; а надземная растительная масса представляет собой ценный белковый корм для сельскохозяйственных животных.

Федеральный научный центр овощеводства ведет семеноводство в десяти хозяйствах семи регионов России. Посевы наших сортов гороха овощного на товарные цели в стране ежегодно составляют 1200-1500 га.

Основные составляющие применяемой технологии семеноводства:  
 1. Соблюдение схемы размножения семян гороха овощного (отборы, ПИП-1, ПИП-2, ПР-1, ПР-2, СЭ, ЭС, РС-1, РС-2);  
 2. Подбор оптимальных предшествен-



## ● Литература

- Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. – М.: Государственная комиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений.–2015 год.
- Сирота С.М., Пронина Е.П., Котляр И.П., Антошкин А.А., Гончаров С.В., Ушаков В.А. Итоги научно-методического семинара “Состояние и перспективы развития селекции и семеноводства гороха овощного для переработки” - М., “Овощи России” № 3.–2009.–С.10-14.
- Пивоваров В.Ф., Пронина Е.П. Основные направления и результаты селекции и семеноводства овощных бобовых культур во ВНИИССОК// Овощи России.–2013.–№ 1.–С.4-12.
- Вишнякова М.А., Булынцев С.В., Бурляева М.О., Буравцева Т.В., Егорова Г.П., Семенова Е.В., Сеферова И.В. Исходный материал для селекции овощных бобовых культур в коллекции ВИР // Овощи России.–2013.–№1.–С.16-25.
- Пронина Е.П., Котляр И.П., Кайгородова И.М., Ушаков В.А. Направления селекции гороха овощного во ВНИИССОК// Овощи России.–2014.–№4.–С.28-29.

## ● References

- Gosudarstvennyj reestr selekcionnyh dostizhenij, dopushchennyy k ispol'zovaniyu. –M.: Gosudarstvennaya komissiya Rossijskoj Federacii po ispytaniyu i ohrane selekcionnyh dostizhenij.–2015 god.
- Sirota S.M., Pronina E.P., Kotlyar I.P., Antoshkin A.A., Goncharov S.V., Ushakov V.A. Itogi nauchno-metodicheskogo seminaru "Sostoyanie i perspektivy razvitiya selekcii i semenovodstva goroha ovoshchnogo dlya pererabotki" - M., "Ovoshchi Rossii" № 3.–2009.–S.10-14.
- Pivovarov V.F., Pronina E.P. Osnovnye napravleniya i rezul'taty selekcii i semenovodstva ovoshchnyh bobovyh kul'tur vo VNIISOK// Ovoshchi Rossii.–2013.–№ 1.–С.4-12.
- Vishnyakova M.A., Bulyncev S.V., Burlyaeva M.O., Buravceva T.V., Egorova G.P., Semenova E.V., Seferova I.V. Iskhodnyj material dlya selekcii ovoshchnyh bobovyh kul'tur v kollekcii VIR // Ovoshchi Rossii.–2013.–№1.–С.16-25.
- Pronina E.P., Kotlyar I.P., Kajgorodova I.M., Ushakov V.A. Napravleniya selekcii goroha ovoshchnogo vo VNIISOK// Ovoshchi Rossii.–2014.–№4.–С.28-29.

ников по зонам семеноводства;  
3. Использование современных высокопроизводительных и энерго-эффективных сельскохозяйственных машин и агрегатов на всех этапах производства, что позволяет значительно повысить производительность труда;

4. Интегрированная система защиты растений с использованием современных средств и технологий.

Действующий конвейер зеленого горошка состоит из шести конкурентных сортов интенсивного типа с замедленным переходом сахаров в крахмал и повышенным содержанием амилозной фракции в крахмале.

В 2015 году внесен в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации, допущенных к использованию, среднеспелый (CATE-792°C), дружно-созревающий сорт гороха овощного консервного направления использования Совинтер (по Северо-Западному (2), Центральному (3), Центрально-Черноземному (5), Северо-Кавказскому (6) и Средневолжскому (7) регионам), который позволит увеличить продолжительность конвейерного поступления сырья на консервные предприятия.

Сорт гороха овощного Совинтер пригоден для механизированной уборки (стебель длиной 60-80 см, высота прикрепления нижнего боба 32-36 см). В бобе 8-10 семян, боб слабоизогнутый, верхушка заостренная. Среднее число бобов на растении 10-14. Горошек отличных вкусовых качеств (сахаров – до 10%). Обладает дружным созреванием и замедленным переходом сахаров в крахмал. Масса 1000 семян 180 г, семена – мозговые, зеленые. Товарная урожайность зеленого горошка – 8 т/га.

В 2017 году площадь под семеноводческими посевами сорта Совинтер составила 100 га, под товарными – более 80 га. Получены высококачественные семена элиты. Урожайность семян – 2,5 т/га.

По итогам Российской агропромышленной выставки 4-7 октября 2017 года ФГБНУ «ФНЦО» награжден серебряной медалью и дипломом Министерства сельского хозяйства РФ за создание сорта гороха овощного Совинтер.

УДК 635.649:631.5

DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-45-46

# СХЕМЫ ПОСАДКИ ПЕРЦА СЛАДКОГО ЛЕТНЕГО СРОКА ВОЗДЕЛЫВАНИЯ



## SCHEME PLANTING OF SWEET PEPPER IN SUMMER TERM OF CULTIVATION

Расулов Ф.Ф. – младший научный сотрудник-исследователь

Rasulov F. F., Junior Researcher

Научно-исследовательский институт овощебахчевых культур и картофеля  
111106, Узбекистан, Ташкентская обл., п/о «Куксарай»  
E-mail: sabpkiti@qsvx.uz

Research Institute Vegetable-Melon Crops and Potato  
c/o "Kuksaray", Tashkent region,  
111106, Uzbekistan  
E-mail: sabpkiti@qsvx.uz, fahridin83@mail.ru

**Выбор площади питания – один из наиболее важных вопросов при разработке агротехники овощных культур, особенно при повторной культуре.** В последние годы в Узбекистане перец сладкий все больше возделывается как повторная культура после зерновых. В связи с этим возникла необходимость в разработке схем посадки этой культуры, позволяющих получить высокий и качественный урожай. Исследования проводили в 2012-2014 годах в экспериментальном хозяйстве НИИ овощебахчевых культур и картофеля, объектом исследований служили сорта перца сладкого Дар Ташкента и Тонг. Были изучены следующие схемы посадки при повторной культуре: 70x30 (контроль), 70x20, 70x40, 70x40/2, 70x50 и 70x50/2 см. Проведенные исследования показали, что схемы посадки оказывают существенное влияние на продолжительность межфазных периодов и вегетационного периода в целом. С увеличением площади питания увеличивается как масса корней, так и вегетативная масса растений. Для получения наибольшего урожая при повторной культуре сорта перца сладкого Дар Ташкента и Тонг следует выращивать по схемам 70x20 и 70x40/2 см.

**Ключевые слова:** перец сладкий, сорта, схема посадки, масса плода, масса корней, число плодов с растения, урожайность.

**Для цитирования:** Расулов Ф.Ф. Схемы посадки перца сладкого летнего срока возделывания. Овощи России. 2017;(5):45-46.  
DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-45-46

*The sweet pepper varieties 'Dar Tashkenta' and 'Tong' were included in the State Register of Breeding Achievements in 1980 and 2005 respectively, and recommended for cultivation in the territory of the Republic of Uzbekistan. The planting schemes 70x30 (control), 70x20, 70x40, 70x40/2, 70x50 and 70x50/2 for these varieties were studied. The control variety was 'Dar Tashkenta'. The feeding area and the number of plants per hectare embodiment was 0.21m<sup>2</sup> and 47.6 thousand plants; 0.14 m<sup>2</sup> and 71.4; 0.28 m<sup>2</sup> and 35.7; 0.28 m<sup>2</sup> and 71.4; 0.35 and 28.5 m<sup>2</sup> and 0.35 m<sup>2</sup> and 57.1 thousand plants. Studies were carried out in summer after harvesting early vegetable crops. During the spring period of the sweet pepper seedlings were planted in the second decade of April, they were planted in the second half of the month of June. It was shown that the planting samples and the density of plant standing had a different effect on the phenological phase of the varieties studied. In the variety of thickened 'Dar Tashkenta' (70x20 cm) to rarefied (70x50 cm) planting duration of about a period of from germination to 10% weight of technical maturity of the fruit was increased up to 8-10 days and amounted to 92-99 per day. The 'Tong' variety grew for 90-95 days. The phase of 75% of the technical ripeness of fruits in variety 'Dar Tashkenta' was for 108-114 days, in Tong for 104-110 days. The planting scheme has an influence on the following measurement parameters: the weight of the roots, the weight of the bush per plant, the number of leaves per plant, the area of the leaf blade, the number of stems of the first and second order, the length and diameter of the fruit, the number of fruits per one fruit set, the mass of fruit and yield. The number of plants from the first planting scheme to the last one was different and ranged from 28.5 to 71.4 thousand per ha. Therefore, the productivity of all varieties is estimated by the number of plants per unit area. Comparing with control (70x30 cm) variant, a low yield was obtained in both varieties with the planting schemes of 70x40 and 70x50 cm, according to the data 20.4 and 18.7 t/ha was in the 'Tong' variety 14.2 and 13.6 t/ha. In order to obtain a high yield, the optimal scheme of plant planting was recommended for 'Dar Tashkenta' and 'Tong': 70x20 and 70x40/2 cm, which corresponds to 71.4 thousand plants per hectare.*

**Keywords:** sweet pepper, varieties, planting scheme, yield.

**For citation:** Rasulov F.F. Scheme planting of sweet pepper in summer term of cultivation. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):45-46. (In Russ.)  
DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-45-46

### Введение

Выбор площади питания – один из наиболее важных вопросов при разработке агротехники овощных культур, особенно при повторной культуре. Схема размещения и густота стояния растений в значительной мере влияют на величину и качество урожая, а также на внедрение механизации основных процессов по уходу за растениями. Поэтому изучение

площадей питания и схем размещения растений является одним из важных направлений исследований в овощеводстве [1-5]. В последние годы в Узбекистане перец сладкий все больше возделывается как повторная культура после зерновых. В связи с этим возникла необходимость в разработке схем посадки этой культуры, позволяющих получить высокий и качественный урожай.

### Методы исследований

Исследования проводили в 2012-2014 годах в экспериментальном хозяйстве НИИ овощебахчевых культур и картофеля, согласно «Методике Государственного сортиспытания сельскохозяйственных культур» (1975), «Методике полевого опыта» (Б.А. Доспехов, 1985). Объектом исследований служили сорта перца слад-

кого Дар Ташкента и Тонг. Были изучены следующие схемы посадки при повторной культуре: 70x30 (контроль), 70x20, 70x40, 70x40/2, 70x50 и 70x50/2 см. Семена поселяли в первой декаде мая, высадили рассаду в открытый грунт во второй половине июня. Делянки четырехрядные, повторность четырехкратная. Площадь учетной делянки 28 м<sup>2</sup>.

## Результаты исследований

Фенологические наблюдения показали, что схемы посадки растений оказали существенное влияние на дату наступления и продолжительность фаз развития у изученных сортов перца сладкого. Так, у сорта Дар Ташкента при схеме посадки 70x30 см продолжительность фазы «всходы – начала цветения» составила 73 суток, а «всходы – массовое цветение» – 78 суток. При схеме посадки 70x50 см эти показатели составили соответственно 75 и 84 суток. Продолжительность периода «массовые всходы – массовая техническая спелость плодов» в контрольном варианте составила 114 суток, а при схеме посадки 70x50 см – 119, то есть увеличивается на 5 суток. От загущенных посадок к разреженным продолжительность фенологических фаз развития увеличивается.

Масса корней также в значительной степени зависит от площади питания растений. В контрольном варианте масса корней одного растения составила 51,4 г, а при схеме посадки 70x50 см – 57,8 г, то есть увеличивается на 12,5%. От густоты стояния растений зависит и число листьев на одном растении. С уменьшением густоты стояния растений от 71,4 тыс. шт./га до 28,6 тыс. шт./га у сортов Дар Ташкента и Тонг число листьев увеличилось на 114,9%.

С увеличением площади питания увеличивается и листовая поверхность, и в целом вегетативная масса растений.

По иному происходят эти процессы у растений перца сладкого при схеме посадки 70x40/2 и 70x50/2 см, т.е. по два растения в гнезде. Продолжительность фенологических фаз развития при схеме посадки 70x40/2 см были такими же, как у растений контрольного варианта. Однако при схеме 70x50/2 см продолжительность фаз развития существенно удлиняются. При схеме посадки 70x40/2 см такие показатели как масса корней, вегетативная масса, листовая поверхность были такими же, как у растений контрольного варианта или незначительно уступали им. Растения перца сладкого, выращенные по схеме 70x50/2 см по всем этим показателям, хотя незначительно, но превышают контрольный вариант.

Произрастая при различных площадях питания и находясь в разных условиях освещения, почвенного питания и водо-

снабжения растения перца сладкого сформировали неодинаковое число плодов на одно растение. С представлением большей площади питания за счет увеличения расстояния между растениями в ряду у обоих сортов увеличивалось число плодов с одного растения. Наибольшее число плодов сформировали растения сорта Дар Ташкента выращенные по схемам 70x40 (7,8 шт.) и 70x50 см (8,7 шт.), что на 11,4 и 24,3% больше по сравнению с контрольным вариантом (табл.). Еще больше плодов сформировали растения, выращенные по схеме 70x40/2 и 70x50/2 см, т.е. по два растения в гнезде. Они сформировали плодов на 68,6 и 97,1% больше по сравнению с контрольным вариантом.

растения обоих сортов формировали неодинаковый по величине урожай. Наибольший урожай был получен при схеме 70x20 см. В среднем за три года урожайность сорта Дар Ташкента при этой схеме составила 28,0 т/га, а у сорта Тонг – 18,7 т/га. Это на 23,3 и 19,1% больше соответственно по сравнению с контрольным вариантом. Сравнительно высокая была урожайность и при схеме посадки 70x40/2 у обоих сортов. По этой схеме общий урожай в среднем за три года у сорта Дар Ташкента составил 26,4 т/га, а у сорта Тонг – 18,8 т/га, что на 16,3-19,9% больше по сравнению с контрольным вариантом.

**Таблица. Влияние схемы посадки на урожайность, число и массу плода перца сладкого при летнем сроке возделывания, 2010-2012 годы**

Схемы посадки, см.	При массовой технической спелости плода				Урожайность			
	число плодов, раст./шт.		масса плода		т/га	% к контролю		
	штук	% к контролю	г	% к контролю				
<b>Дар Ташкента</b>								
<b>70x30 (контроль)</b>	7,0	100,0	68,2	100,0	22,7	100,0		
<b>70x20</b>	6,1	87,1	64,4	94,4	28,0	123,3		
<b>70x40</b>	7,8	111,4	73,2	107,3	20,4	89,9		
<b>70x40/2*</b>	11,8	168,6	62,6	91,8	26,4	116,3		
<b>70x50</b>	8,7	124,3	75,6	110,8	18,7	82,4		
<b>70x50/2*</b>	13,8	197,1	65,4	95,9	25,7	113,2		
<b>среднее</b>	9,2		68,2					
<b>r</b>	$0,92 \pm 0,19$				HCP <sub>05</sub> 0,33 Sx= 1,46			
<b>tr</b>	4,8							
<b>Тонг</b>								
<b>70x30 (контроль)</b>	5,8	100,0	56,8	100,0	15,7	100,0		
<b>70x20</b>	4,8	82,8	54,5	96,0	18,7	119,1		
<b>70x40</b>	6,6	113,8	60,4	106,3	14,2	90,4		
<b>70x40/2*</b>	9,4	162,1	56,0	98,6	18,8	119,9		
<b>70x50</b>	7,2	124,1	66,4	116,9	13,6	86,6		
<b>70x50/2*</b>	11,6	200,0	55,2	97,2	18,2	116,1		
<b>среднее</b>	7,6		58,2					
<b>r</b>	$0,93 \pm 0,18$				HCP <sub>05</sub> 0,13 Sx= 0,93			
<b>tr</b>	5,2							

Примечание: \* – число растений в гнезде 2

Средняя масса плодов, сформировавшихся при различных площадях питания и схемах размещения, были неодинаковы. Наиболее крупные плоды формировали растения, выращенные по схеме 70x40 и 70x50 см, соответственно 73,2 и 75,6 г. Не очень крупными были плоды у растений, выращенных по схеме 70x40/2 и 70x50/2 см. Они составили соответственно 62,6 и 65,4 г, что составляет 91,8-95,9% по сравнению с контрольным вариантом.

Произрастая при различных площадях питания и схемах размещения,

## Выводы

Проведенные нами исследования показали, что схемы посадки оказывают существенное влияние на продолжительность межфазных периодов и вегетационного периода в целом. С увеличением площади питания увеличивается как масса корней, так и вегетативная масса растений. Для получения наибольшего урожая при повторной культуре сорта перца сладкого Дар Ташкента и Тонг следует выращивать по схемам 70x20 и 70x40/2 см.

## References

- Vdovenko A.V. Perec. Priemy povysheniya urozhajnosti ovochnykh kul'tur. Doneck. Stalky. 2005. – S. 56.
- Dospeskov B.A. «Metodika polevogo opyta». Moskva. Agropromizdat. 1986.
- Zelenichkin V.G. i dr. Skhema posadki perca. Promyshlennye tekhnologii v ovochhevodstve – Kishinev. Karta Moldovenyaskya. 1980. – S. 211-212.
- Ludilov V.A., Fomin V.A. Agrotehnika vyraschivaniya percev i baklazhanov. Tomaty, percy, baklazhany. Rekomendaciya. – Rostov-na-Donu: Rostovsk. Kniga izd. 1981. – S. 38-43.
- Senyagin I.K. Ploshchadi pitaniya rastenij. M.: Rossel'hozizdat. 1975. – C. 28-38.
- Belov N.V. Perec. V kn. 10000 sovetov ogorodniku. Minsk. Sovremennaya literatura. 2003. – C. 238-240.
1. Vdovenko A.V. Perec. Priemy povysheniya urozhajnosti ovochnykh kul'tur. Doneck. Stalky. 2005. – S. 56.
2. Dospeskov B.A. «Metodika polevogo opyta». Moskva. Agropromizdat. 1986.
3. Zelenichkin V.G. i dr. Skhema posadki perca. Promyshlennye tekhnologii v ovochhevodstve – Kishinev. Karta Moldovenyaskya. 1980. – S. 211-212.
4. Ludilov V.A., Fomin V.A. Agrotehnika vyraschivaniya percev i baklazhanov. Tomaty, percy, baklazhany. Rekomendaciya. – Rostov-na-Donu: Rostovsk. Kniga izd. 1981. – S. 38-43.
5. Senyagin I.K. Ploshchadi pitaniya rastenij. M.: Rossel'hozizdat. 1975. – S. 28-38.
6. Belov N.V. Perec. V kn. 10000 sovetov ogorodniku. Minsk. Sovremennaya literatura. 2003. – S. 238-240.

# ТЕХНОЛОГИЯ ВЫРАЩИВАНИЯ ВЕШЕНКИ В УСЛОВИЯХ ЗАМКНУТОГО ЦИКЛА ПРОИЗВОДСТВА



## TECHNOLOGY OF GROWING OYSTER MUSHROOMS IN A CLOSED PRODUCTION CYCLE

Девочкина Н.Л. – доктор с.-х. наук, зав. лабораторией грибоводства  
 Нурметов Р.Д. – доктор с.-х. наук, заведующий отделом

зашщищенного грунта и грибоводства

Разин О.А. – кандидат с.-х. наук, заместитель директора  
 по земельным и имущественным отношениям

Всероссийский НИИ овощеводства –  
 филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства»  
 140153, Россия, Московская обл., Раменский р-н, д. Веряя, стр. 500  
 E-mail: green-hothouse@mail.ru

Devochkina N.L., Head of the Laboratory  
 of Mushrooming, Doctor of Agricultural Sciences  
 Nurmetov R.D., Doctor of Agricultural Sciences, Manager of Department of  
 Protected Soil and Mushrooming  
 Razin O.A., Ph.D. in Agricultural Sciences Sci., Deputy Director

All-Russian Scientific Research Institute of Vegetable Growing, Branch of the  
 Federal Budget Scientific Institution Federal Scientific Vegetable Center  
 Verey, 500, Ramenskiy region, Moscow obl, 140153, Russia  
 E-mail: green-hothouse@mail.ru

*Представлены результаты исследований в области применения новых организационно-технологических систем в грибоводстве, в частности, для выращивания широко распространенной грибной культуры вешенки, занимающей второе место (около 1,5 млн т) в мировом производстве плодовых тел культивируемых грибов после шампиньона (2,8 млн т). Обоснована возможность использования замкнутых технологических процессов выращивания овощных и грибных культур в защищенном грунте с целью повторного использования органических субстратов, особенно кокосового сырья для культуры вешенки. В замкнутых технологических циклах при повторном использовании ранее приобретенного кокосового материала его фактическая исходная стоимость сведена к нулю, тем самым обеспечивается минимизация затрат на приобретение сырья и исходных материалов, на их транспортировку. В результате наших исследований по урожайности выделился субстрат с составом: кокосовый материал после первого года использования (1 год) + костра льна + отруби пшеничные (20%:75%:5%) и урожайностью 3,2 кг с 10 кг субстрата (32%). По нашим расчетам экономически эффективен уровень урожайности грибов не менее 20% от массы субстрата (200 кг/т), который обеспечивается соблюдением технологических норм выращивания плодовых тел, в этом случае рентабельность составляет 33%. Стабильная доходность производства достигается при уровне урожайности вешенки 30–35% от массы субстрата, и, соответственно, рентабельность составляет 95–127%.*

**Ключевые слова:** грибоводство, культивируемые виды грибов, вешенка, плодовые тела, отходы сельскохозяйственного производства, исходные материалы, термическая обработка, тоннель, кокосовый материал, замкнутый технологический цикл.

**Для цитирования:** Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Д., Разин О.А. Технология выращивания вешенки в условиях замкнутого цикла производства. Овощи России. 2017;(5):47-50. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-47-50

Рыночные отношения в сфере сельскохозяйственной деятельности выдвинули новые требования к организации современных предприятий и внедрению новых форм работы в условиях современных интенсивных технологий. Промышленные сельскохозяйственные комплексы организуются в форме агрохолдингов, которые представляют собой форму интеграции предприятий с различными видами деятельности в сфере сельского хозяйства, но объединены в единый производственный и технологический процесс получения широкого ассортимента товарной продукции (Литвинов и др., 2016).

Грибоводство идеально вписывается в производственный ряд с такими отраслями агропромышленного ком-

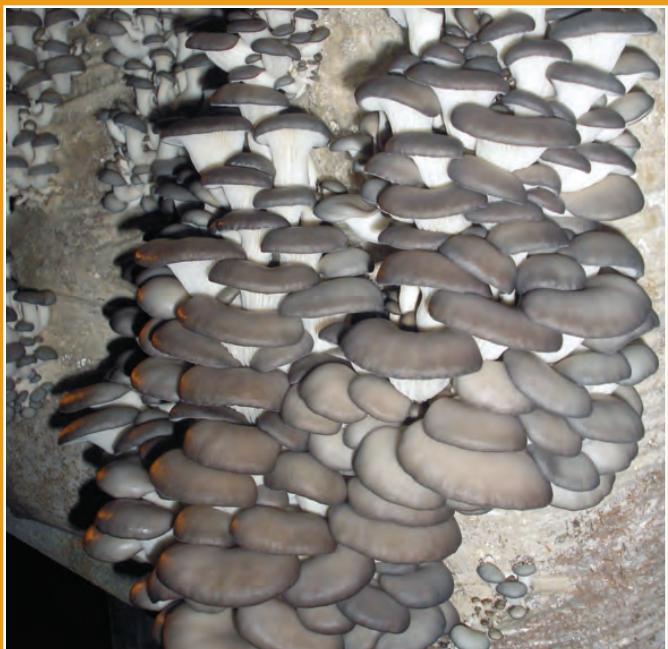
*The article presents the results of research in the field of the application of new organizational and technological systems in mushroom growing, in particular, for the cultivation of the widespread mushroom culture such as oyster mushrooms, which takes the second place (about 1.5 million tons) in the world production of fruit bodies of cultivated mushrooms after champignon (2.8 million tons). The possibility of using closed technological processes for growing vegetable and fungus cultures in protected soil with the purpose of reusing organic substrates for oyster culture is considered. In the closed production cycles the use of earlier utilized coconut material brought its actual initial cost to zero, minimizing cost for buying raw materials, initial materials, and expenses for their transportation. It was shown that the substratum that was distinguished by productivity had the following structure: coconut material after the first year of use (1 year) + hemp hurds + wheat bran (20%:75%:5%), and with yield of 3.2 kg from 10 kg of a substrate (32%). By our calculations the level of productivity of mushrooms not less than 20% of the mass of a substratum (200 kg/t), which was in accordance with technological cultivation norms for fruit bodies was economically effective. In this case profitability was 33%. Stable production profitability has been achieved by the level of productivity of an oyster mushroom to 30–35% from the substratum mass, with profitability, 95–127% respectively.*

**Keywords:** mushroom cultivation, cultivated species of mushrooms, oyster mushrooms, fruit bodies, agricultural waste, raw materials, heat treatment, tunnel, coconut material, closed technological cycle.

**For citation:** Devochkina N.L., Numetov R.D., Razin O.A. Technology of growing oyster mushrooms in a closed production cycle. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):47-50. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-47-50

плекса, как растениеводство и животноводство, так как в своем технологическом процессе использует исходные материалы, являющиеся отходами этих отраслей сельскохозяйственного производства, утилизирует их и получает экономически эффективный выход ценной в пищевом отношении и экологически чистой продукции – плодовых тел культивируемых грибов. Потребление ресурсов грибоводческого комплекса достаточно высоко, поэтому при организации подобного производства очень важен процесс его стабильного круглогодичного обеспечения исходными материалами одновременно с решением вопроса снижения себестоимости конечного продукта.

Новый этап развития промышленного грибоводства в



России, являющейся составной частью производства овощных культур в защищенном грунте, ориентирован на внедрение новой современной организационно-технологической системы производства. Она широко применяется в европейских странах мира и подразумевает выделение основных технологических процессов в самостоятельные специализированные производства, например, приготовление субстрата, выращивание плодовых тел грибов, производство посадочного материала. Приготовление субстрата является чрезвычайно трудоемким процессом, его осуществление возможно на крупных полностью механизированных и автоматизированных предприятиях. В ряде европейских стран созданы централизованные производства субстрата для культивирования шампиньона, которые широкомасштабно обеспечивают производителей грибов качественным субстратом (Нидерланды, Польша, Черногория и др.).

Для промышленного культивирования шампиньонов технология приготовления субстрата разработана достаточно подробно, что позволяет получать субстрат со стабильными параметрами и хорошего качества, обеспечивающий высокую урожайность шампиньона. Объясняется это тем, что используют постоянные компоненты: солома озимой пшеницы и бройлерный помет, которые имеют относительно однородный химический состав и физические свойства, а также хорошо отработанный полностью контролируемый режим приготовления.

Для культивирования вешенки в зависимости от региона могут широко применяться различные местные материалы, включая солому злаковых культур и различных отходов мукомольной, текстильной, бумажной промышленности и т.д.

Практика показывает, что для каждого типа сырья необходим подбор оптимальных режимов увлажнения исходной массы, способа и режима термической обработки, которая в свою очередь зависит от необходимого объема производства и является неотъемлемой частью технологического процесса приготовления субстрата. Это обеспечивает ему чистоту от различного рода патогенных организмов, что особенно важно при монокультуре, т.е. при интенсивном многократном выращивании одного вида сельскохозяйственной продукции в одном и том же культивационном сооружении.

Основными производителями плодовых тел вешенки являются фермерские хозяйства, которые находятся в постоянном поиске решения проблемы качественного приготовления субстратов. В связи с ограниченностью финансовых средств и часто малыми объемами производства применяют простейшие способы обработки исходных материалов, такие как замачивание исходных материалов в горячей воде без контроля температурного режима и продолжительности замачивания. Качество субстрата, приготовленного таким образом, является низким, а уровень полученного урожая не обеспечивает рентабельных результатов работы. Возникшие в этих условиях проблемы неразрешимы, если отсутствует возможность приобретения действительно хорошего по качеству субстрата.

В России масштабное промышленное производство вешенки отсутствует. Его ежегодный объем не превышает 3,5-4 тыс. т плодовых тел. Однако потенциал данной культуры достаточно высок при правильной организации производства и его технологическом обеспечении. На наш взгляд, сдерживающим фактором в развитии и продвижении грибоводства является именно отсутствие централизованного производства субстрата, отработанной оптимизированной технологии его приготовления с учетом применяемых исходных материалов.

В этой связи агротехнические приемы, технология приготовления субстрата и способ его термообработки имеют важное практическое значение для интенсивного культивирования вешенки. Для глобального решения вопроса необходима организация региональных субстратных предприятий, которые позволили бы обеспечить всех нуждающихся производителей грибов качественным субстратом (Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Дж., Прянишникова Л.Н., 2016).

Таблица 1. Урожайность вешенки за 2 недели плодоношения и свойства субстрата в зависимости от его состава

№ п/п	Вариант	pH	Влагоемкость, %	Содержание азота, %	Соотношение C:N	Урожайность и динамика плодоношения кг/10 кг субстрата
1.	Кокосовый материал 1 год + костра льна + отруби пшеничные (10%:85%:5%)	6,8	560-600	1,0-1,2	30-32	2,3 (1,2:1,0; 0,1)
2.	Кокосовый материал 1 год + костра льна + отруби пшеничные (15%:80%+5%)	6,8	540-580	1,0-1,2	30-34	2,8 (1,8:1,0)
3.	Кокосовый материал 1 год + костра льна + отруби пшеничные (20%:75%:5%)	6,8	500-520	1,0-1,2	30-32	3,2 (1,7:1,5) (1,5: 1,3)
4.	Костра льна + отруби пшеничные – контроль (95%+5%)	6,6-	450-470-	0,9-1,0-	30-32-	2,2 (1,4:0,8)
	<b>HCP<sub>05</sub></b>					0,34

Например, ранее применяемая технология приготовления субстрата для выращивания вешенки с использованием приспособленного для этих целей отечественного оборудования (кормозапарников различной емкости) включала предварительное измельчение соломы, загрузку массы в емкость, нагрев паром (или горячей водой), а затем ее частичную стерилизацию (пастеризацию) с последующим охлаждением. Отрицательным моментом данной технологии по настоящему времени является большая сложность поддержания оптимальных параметров процесса и быстрого охлаждения субстрата в емкостях (кормозапарниках).

Промышленные комплексы по выращиванию шампиньонов уже более 30 лет назад стали использовать для термообработки субстрата тоннели – специализированные, хорошо теплоизолированные помещения, в которых обрабатывали субстрат для выращивания шампиньона при его загрузке высоким слоем до 2 м высотой. Это позволяло обрабатывать большие объемы субстрата от 30 до 60 т в течение 3-4 суток. Эти сооружения в настоящее время повсеместно используются при приготовлении субстрата по трехфазной технологии. Конечным продуктом трехфазной технологии является субстрат, пророщенный мицелием гриба, и готовый к плодоношению. Технология как аналог применима для приготовления субстрата для выращивания вешенки.

Таким образом, для решения вопроса массового расширения производства субстратных блоков для культивирования вешенки тоннель является наиболее эффективным специализированным сооружением, обеспечивающим проведение процесса термообработки в заданном режиме.

Исследования, проведенные в нашем институте по технологии культивирования вешенки в 2006-2016 годах, позволили изучить целый ряд агротехнических вопросов: различные составы субстратов на основе соломы злаковых культур, шелухи семян подсолнечника и костры льна с различными добавками органического и минерального происхождения. Были выделены перспективные композиции субстратов, обоснованы наиболее эффективные способы и режимы приготовления субстратов.

Исследования свойств субстратов различного состава в предыдущие годы показали, что основными проблемами целлюлозосодержащих материалов являются:

- низкое содержание общего и белкового азота (солома злаковых культур – не более 0,4-0,5%),
- неудовлетворительная аэрация, препятствующая хорошему росту мицелия гриба по всей массе субстрата (высокая плотность массы из шелухи семян подсолнечника и мелкие фракции исходного материала),
- быстрая потеря влаги из субстрата в период плодоношения (костра льна и шелуха семян подсолнечника).

Низкий уровень содержания азота не обеспечивает нарастание массы плодовых тел. Урожайность вешенки находится в пределах 15-18% от массы готового субстрата, что не обеспечивает положительной рентабельности производства.

Запас воды, который имеет приготовленный субстрат, является лимитирующим фактором для получения массы белковой продукции плодовых тел вешенки. В случае, если влажность субстрата после волны плодоношения за счет выноса с урожаем и испарения с поверхности субстратного блока резко снижается до 40-42%, плодообразование и плодоношение вешенки прекращается.

Поэтому актуальна работа по поиску материалов-наполнителей, используемых в качестве добавки к основному исходному материалу субстрата, способствующих созданию благоприятного водно-воздушного режима и повышению питательности приготовленного субстрата.

Для расширения ассортимента выпускаемой продукции в защищенном грунте возможна организация выращивания вешенки в тепличных хозяйствах. Основными овощными культурами в защищенном грунте являются огурец и томат. Выращивание огурца и томата ведется по малообъемной технологии с широким использованием кокосовых субстратов, которые обладают выраженными водоудерживающими свойствами, при этом даже при длительном двухгодичном использовании сохраняют хорошую воздухопроницаемость, а уровень содержания целлюлозы и лигнина сходен с ее содержанием в соломе и опилках лиственных пород деревьев. Анализ литературных источников и проведенные эксперименты по использованию кокосовых материалов для приготовления субстрата и выращивания на нем вешенки показали возможность широкого практического применения этого вида сырья в технологии ее выращивания. Кокосовые субстраты хоро-

шо сохраняют свои свойства, сильно не разлагаются, могут быть использованы в качестве исходного материала для приготовления субстрата для последующего культивирования вешенки. Практика показала, что при высоком уровне технологической дисциплины в теплицах сохраняется хорошая фитосанитарная обстановка, т.е. отсутствует зараженность субстрата патогенной микрофлорой. При этом использование кокосового сырья в технологии приготовления субстрата для культивирования вешенки не требует существенных изменений в режиме термообработки исходного материала (табл.1).

Повторное использование кокосового сырья позволяет внедрять в защищенном грунте замкнутые безотходные технологические процессы, дополнительно организовать производство грибной продукции на базе тепличных хозяйств, используя для этого остекленные теплицы как основные сооружения для культивирования вешенки. Практический опыт подобного выращивания успешно применялся в ЗАО «Агрокомбинат Московский», где производили до 600 т плодовых тел вешенки в год; в ЗАО «Агрофирма Нива», где в старых ангарных теплицах производили до 150 т вешенки в год.

По урожайности выделился субстрат с составом: кокосовый материал после первого года использования (1 год) + костра льна + отруби пшеничные (20%:75%:5%) и урожайностью 3,2 кг с 10 кг субстрата (32%).

Кокосовое сырье применяется во многих странах мира для выращивания вешенки. Ведется активное изучение его особенностей и других различных видов сырья для оптимизации параметров технологии приготовления композиционных субстратов, повышения их качества.

Таким образом, в замкнутых технологических циклах, при повторном использовании ранее приобретенного кокосового материала его фактическая исходная стоимость сведена к нулю. Тем самым обеспечивается минимизация затрат на приобретение сырья и исходных материалов, на их транспортировку. При использовании рекомендуемых составов в среднем себестоимость субстрата снижается на 12-13%. Оптимизация структуры и свойств композиционного субстрата обеспечивает повышение урожайности вешенки в среднем на 20% в сравнении с контролем (использованием чистой соломы без добавок) и на 50% (при использовании субстрата на основе костры льна и отработанного кокоса). Оценка

структурь затрат на производство грибной продукции позволяет прогнозировать уровень роста себестоимости продукции при ежегодном изменении тарифов на тепловые и энергетические ресурсы, реагировать на динамику цен на сырье и трудозатраты, определять баланс экономических показателей в целом всего производства, в состав которого входит несколько технологических подразделений.

Продажа субстрата потребителю идет по установленной цене, которая складывается с учетом полных производственных издержек, и производство субстрата становится экономически эффективным, независимо от результатов деятельности по выращиванию плодовых тел грибов. Рентабельность субстратного производства составляет более 100% (106%). По фактическим данным ЗАО АФ «Нива» (Московская обл.) продажа субстрата для выращивания вешенки составляла в 2009 году 8500 руб./т (без учета транспортировки покупателю) при себестоимости субстрата 4500 руб./т; уровень рентабельности составил 89%.

В этом случае эффективность производства плодовых тел грибов зависит от объема их производства и уровня урожайности.

В настоящее время средняя цена реализации грибов (2017) находится на уровне 140 руб./ кг. Коммерческая цена реализации готового субстрата, в среднем, варьирует от 17 до 25 тыс. руб. за 1 т. Расчетная себестоимость субстрата в случае собственного производства составляет 7-8 тыс. руб. за 1 т (Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Дж., Прянишникова Л.Н. заключительный отчет, - 2016 г., 20 с.).

Приведем расчет эффективности производства грибов при различных уровнях урожайности с учетом фиксированной цены субстрата (табл.2).

Расчет показывает, что экономически эффективен уровень урожайности грибов не менее 20% от массы субстрата (200 кг/т), который обеспечивается соблюдением технологических норм выращивания плодовых тел, в этом случае рентабельность составляет 33%. При урожайности вешенки – 15% от массы субстрата рентабельность производства нулевая. Стабильная доходность производства достигается при уровне урожайности вешенки 30-35% от массы субстрата, и, соответственно, рентабельность составляет 95-127%.

**Таблица 2. Эффективность производства плодовых тел вешенки в зависимости от урожайности**

Уровень урожайности		Затраты на приобретение 1 т субстрата	Затраты на выращивание и сбор урожая, руб.	Сумма от реализации продукции, руб.	Доход от реализации продукции, руб.	Рентабельность, %
% от массы субстрата	кг/ т субстрата					
15 (min)	150	17500	3500	21000	0	-
20	200	17500	3500	28000	7000,0	33
25	250	17500	3500	35000	14000,0	66
30	300	17500	4000	42000	20500,0	95
35(max)	350	17500	4000	49000	27500,0	127

\* без учета налогов и накладных расходов

#### ● Литература

1. Девочкина Н.Л., Нурметов Р.Дж., Прянишникова Л.Н. Технологический регламент использования отработанного кокосового материала в технологии приготовления субстрата для выращивания вешенки обыкновенной //ФГБНУ ВНИИО. – отчет заключительный.-2016.-20 с.
2. Алексеева К.Л., Нурметов Р.Дж., Прянишникова Л.Н. Перспективы инновационного развития промышленного грибоводства в России / Сборник научных трудов ВНИИО. - 2016.– С.105-108.
3. Литвинов С.С., Разин А.Ф., Иванова М.И., Мещерякова Р.А., Разин О.А. Состояние, проблемы, перспективы и риски развития овощеводства России в условиях санкций/ /Картофель и овощи.-2016.-№2.-С.25-29.

#### ● References

1. Devochkina N.L., Nurmetov R.Dzh., Pryanishnikova L.N. Tekhnologicheskij reglament ispol'zovaniya otrabotannogo kokosovogo materiala v tekhnologii prigotovleniya substrata dlya vyrashchivaniya veshenki obyknovennoj //FGBNU VNIIO. – otchet zaklyuchitel'nyj.-2016.-20 s.
2. Alekseeva K.L., Nurmetov R.Dzh., Pryanishnikova L.N. Perspektivy innovacionnogo razvitiya promyshlennogo gribovodstva v Rossii / Sbornik nauchnyh trudov VNIIO. - 2016.– S.105-108.
3. Litvinov S.S., Razin A.F., Ivanova M.I., Meshcheryakova R.A., Razin O.A. Sostoyanie, problemy, perspektivi i riski razvitiya ovoshchevodstva Rossii v usloviyah sankcij/ /Kartofel i ovoshchi.-2016.-№2.-S.25-29.

УДК 635.356:664.8

DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-51-56

# РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ И НОРМАТИВНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ИМПОРТОЗАМЕЩАЮЩИЙ ПРОДУКТ ПЕРЕРАБОТКИ БРОККОЛИ



## DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY AND REGULATORY DOCUMENTATION ON PROCESSED BROCCOLI PRODUCT

**Крячко Т.И.<sup>1</sup>** – аспирант кафедры «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств»

**Малкина В.Д.<sup>1</sup>** – доктор техн. наук, проф. кафедры «Технологии переработки зерна, хлебопекарного, макаронного и кондитерского производств»

**Голубкина Н.А.<sup>2</sup>** – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического испытательного центра

**Павлов Л.В.<sup>2</sup>** – доктор с.-х. наук, профессор, зав. лаб. стандартизации, нормирования и метрологии

**Бондарева Л.Л.<sup>2</sup>** – доктор с.-х. наук, зав. лаб. селекции и семеноводства капустных культур

**Kryachko T.I.<sup>1</sup>**, Postgraduate Student in Faculty of Wheat grain Processing, Baking, Pasta, Candy Production

**Malkina V.D.<sup>1</sup>**, Doctor of Sciences, Professor in Faculty of Wheat grain Processing, Baking, Pasta, Candy Production

**Golubkina N.A.<sup>2</sup>**, Doctor of Sciences, Principal Researcher, Analytic Center

**Pavlov L.V.<sup>2</sup>**, Doctor of Sciences, Principal Researcher, Laboratory of Standardization, Rates and Metrology

**Bondareva L.L.<sup>2</sup>**, Doctor of Science, Head of Laboratory of Brassica Crop Breeding and Seed Production

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (Первый казачий университет)» 109004, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73  
E-mail: tciganova@yandex.ru

<sup>1</sup> Federal State Educational Institute of Higher Education «K.G. Razumovsky Moscow State University of Technologies and Management (The First Cossack University)» Zemlyanoy Val, 73, Moscow, 109004, Russia, E-mail: tciganova@yandex.ru

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» 143080, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14  
E-mail: vniissok@mail.ru

<sup>2</sup> FSBSI Federal Scientific Vegetable Center Selectionaya St. 14, VNISSOK, Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia  
E-mail: vniissok@mail.ru

Цель данных исследований заключалась в разработке эффективной технологии получения порошков из свежей капусты брокколи; установлении возможности использования брокколи отечественного производства как импортозамещающего продукта; разработке нормативной документации на порошки брокколи для использования в пищевой промышленности. Исследования проводили совместно с представителями ФГБНУ ВНИИССОК на экспериментальной базе в посевной период 2016 года. К исследованиям принятая капуста брокколи: отечественный сорт Тонус (селекции ФГБНУ ВНИИССОК) и гибрид Маратон F<sub>1</sub> (производитель Франция), различающиеся по внешним признакам, продолжительности вегетации, биохимическим и физическим характеристикам. Технология порошков брокколи из сырья отечественного и импортного производств осуществлена с применением двух способов сушки – конвективной и лиофильной. Щадящие условия высушивания свежего продукта при лиофильной сушке обеспечивали повышенное содержание в конечном порошке как витамина С, так и полифенолов по сравнению с порошками конвективной сушки. Сравнительными исследованиями органолептических и физико-химических свойств порошков, полученных из сырья разного происхождения, установлены близкие показатели качества, что является обоснованием для использования отечественного сырья в качестве импортозамещающего. Впервые в Российской Федерации разработан «Стандарт организации», призванный регламентировать показатели качества порошков брокколи, предназначенных для использования в пищевой промышленности.

**Ключевые слова:** стандарт, брокколи, сушка, сублимация, конвекция, порошок, качество, импортозамещение.

**Для цитирования:** Крячко Т.И., Малкина В.Д., Голубкина Н.А., Павлов Л.В., Бондарева Л.Л. Разработка технологии и нормативной документации на импортозамещающий продукт переработки брокколи. *Овощи России*. 2017;(5):51-56. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-51-56

*The aim of the present investigation was development of an efficient technology for obtaining powders from fresh broccoli; determination of the possibility of using domestic production of broccoli as an import-substituting product; development of regulatory documentation for broccoli powders for the food industry. The research was carried out jointly with the representatives of the Federal Scientific center of vegetable production on an experimental basis in 2016. The domestic Tonus variety of broccoli (Federal Scientific center of vegetable production) and the Maraton F<sub>1</sub> hybrid (France), differing in appearance, vegetative period, biochemical and physical characteristics were chosen. Technology of broccoli powder production from domestic and imported products was developed using two methods of drying - convection and lyophilization. The gentle drying conditions of broccoli freeze drying compared to convective drying technology provided higher content of both vitamin C and polyphenols in the final powder. Comparative studies of organoleptic and physico-chemical properties of powders obtained from domestic and imported broccoli demonstrated close quality parameters, indicating the possibility of effective domestic broccoli utilization and import substitution. For the first time in the Russian Federation, the "Organization Standard" was developed for regulation of the quality parameters of broccoli powders intended for use in the food industry.*

**Keywords:** standard, broccoli, drying, lyophilisation, convection, powder, quality, import substitution.

**For citation:** Kryachko T.I., Malkina V.D., Golubkina N.A., Pavlov L.V., Bondareva L.L. Development of technology and regulatory documentation on processed broccoli product. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):51-56. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-51-56

# ОВОЩЕВОДСТВО

В мировом объеме потребления свежих овощей капуста занимает значительное место. Этому способствуют высокие концентрации полезных веществ, таких как витамин С, полифенолы, серосодержащие соединения антиканцерогенного действия (изотиоцианаты), белки, минералы, которые необходимы для удовлетворения физиологических потребностей организма человека. Ценность капустных культур заключается в их высокой урожайности, транспортабельности и способности сохранять качественные показатели при хранении.

В настоящее время в Российской Федерации обеспечение населения овощами, по официальной статистике Министерства сельского хозяйства, происходит благодаря товарному производству сырья акционерными организациями, фермерскими и личными хозяйствами. По производству капусты Россия занимает третье место в мире, преимущественно это достигается за счет капусты белокочанной. Овощные культуры семейства капустных и продукты их переработки являются перспективным сырьем в производстве биологически активных добавок вследствие высокой пищевой ценности.

Особое внимание заслуживает капуста брокколи (*Brassica oleracea* var. *cymosa* Duch), завоевавшая в мире наибольшую популярность благодаря уникальному химическому составу. Родиной этого растения принято считать Южную Италию [1].

Брокколи является хорошим источником витаминов (С и К), полифенолов (преимущественно кверцетина и кемпферола), белка, сульфорафана и индол-3-карбинола, а также калия, кальция, железа и марганца. Свежая брокколи содержит около 90% воды, низкокалорийная, обеспечивает организму 34 ккал/100 г. Углеводы капусты состоят из пищевых волокон и моносахаридов. В 100 г брокколи содержится около 3% частиц, не перевариваемых пищеварительными ферментами организма, удовлетворяя физиологические потребности в пищевых волокнах взрослого населения на 15% [2]. Эпидемиологические исследования показывают, что рацион, богатый капустными овощами, включая брокколи, играет важную роль для жизнедеятельности человека, защищает от возникновения и развития ряда онкологических заболеваний [3]. Важнейшими биологически активными соединениями растений семейства капустных являются изотиоцианаты, способные влиять на ферменты печени, останавливать воспалительные процессы, повышать иммунитет и замедлять развитие раковых клеток [4]. Среди изотиоцианатов в брокколи преобладает сульфорафан, предупреждающий развитие рака на молекулярном уровне, в частности, снижая оксидантный стресс [5]. Брокколи используют как основной компонент для изготовления лекарственных комплексов отечественного и зарубежного производств: «Мастофит Эвалар», «Индол Форте Эвалар», «Defense Maintenance», «Grapine» и другие [6]. В

Таблица 1. Удовлетворение физиологической потребности взрослого населения в макро- и микроэлементах при употреблении брокколи

Наименование макро- и микроэлементов	Содержание, массовая доля на 100 г брокколи, мг	Физиологическая потребность мг/сутки	Удовлетворение суточной потребности, %
<b>Макроэлементы</b>			
<b>Фосфор</b>	87	800	10,9
<b>Калий</b>	370	2500	14,8
<b>Магний</b>	22	400	5,5
<b>Кальций</b>	556	1000	55,6
<b>Микроэлементы</b>			
<b>Марганец</b>	0,2	2	10
<b>Медь</b>	0,02	1	2
<b>Цинк</b>	0,6	12	5
<b>Железо</b>	1,7	10	17
<b>Йод</b>	2 мкг/г	150 мкг/сутки	1,3

Таблица 2. Удовлетворение физиологической потребности взрослого населения в витаминах при употреблении брокколи

Наименование витамина	Содержание, массовая доля на 100 г брокколи, мг	Физиологическая потребность мг/сутки	Удовлетворение суточной потребности, %
<b>Витамин В<sub>1</sub> (тиамин)</b>	0,1	1,5	6,7
<b>Витамин В<sub>2</sub> (рибофлавин)</b>	0,06	1,8	3,3
<b>Витамин В<sub>3</sub> (ниацин)</b>	0,9	20	4,5
<b>Витамин В<sub>6</sub> (пиридоксин)</b>	0,14	2,0	7
<b>Витамин А (каротин)</b>	0,575	5	11,5
<b>Витамин С (аскорбиновая кислота)</b>	87	90	96,7
<b>Витамин Е (токоферол)</b>	1,30	15	8,7
<b>Витамин В<sub>9</sub> (фолиевая кислота)</b>	90 мкг	400 мкг/сутки	22,5
<b>Витамин К (филлохинон)</b>	242 мкг	120 мкг/сутки	201,7

то же время установлено, что синергизм действия различных биологически активных соединений, присутствующих в брокколи, эффективнее проявляется в свежем продукте, по сравнению с употреблением БАД на основе брокколи [7].

Высокая антиоксидантная активность брокколи определяется также интенсивным синтезом в растении витамина С, при этом именно брокколи характеризуется наибольшим уровнем витамина среди всего семейства *Brassica* [8,9,10].

Указанные выше перечисленные факторы позволяют отнести капусту брокколи к продуктам функционального назначения [11].

На основании Методических рекомендаций МР 2.3.1.2432-08 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации» и лабораторных исследований ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур» рассчитана степень удовлетворения физиологической потребности взрослого населения страны в макро- и микроэлементах (табл. 1), витаминах (табл. 2) от употребления брокколи [2].

Представляется очевидным, что брокколи является хорошим источником кальция для организма человека (более 55% от суточной потребности в элементе из 100 г брокколи), железа (17%), калия (около 15%), фосфора (около 11%) и марганца (около 10%).

Среди витаминов выделяются витамин С, содержание которого в 100 г брокколи практически равно суточной потребности данного органического вещества, витамин К, обеспечивающий его двукратный избыток, и фолиевая кислота, содержание которой достигает почти 23% от суточной потребности.

В настоящее время в Российскую Федерацию капуста брокколи поступает от зарубежных производителей, качество которой неоднородно и, возможно, содержит небезопасные ингредиенты. Объем ввозимой капусты незначителен и не удовлетворяет растущим потребностям населения. В связи с этим возникает необходимость осуществления замены импортной продукции на отечественные культуры. Учитывая природно-климатические условия страны, возникают трудности в полноценном использовании свежесобранного растительного сырья, поэтому актуальным стало изучение полезных свойств капусты брокколи и продуктов ее переработки.

**Целью данных исследований является:**

- разработка эффективной технологии порошков из свежей капусты брокколи;
- установление возможности использования брокколи отечественного производства как импортозамещающего продукта;
- разработка нормативной документации на порошки брокколи для использования в пищевой промышленности.

#### Материалы и методы

Исследования проводили совместно с представителями ФГБНУ ВНИИССОК на экспериментальной базе в посевной период 2016 года. К исследованиям принята капуста брокколи: отечественный сорт Тонус (селекции ФГБНУ ВНИИССОК) и гибрид Маратон F<sub>1</sub> (производитель Франция), отличающиеся по внешним признакам, продолжительности вегетации, биохимическим и физическим характеристикам.

Сорт Тонус – раннеспелый. Период вегетации 60-90 суток. Размер листа маленький с черешком, по цвету темно-зеленый с голубизной и с восковым налетом. Ткань листа слабоморщинистая и слабоволосистая. Плодовое соцветие среднеплотное, диаметром 5-8 см, массой 160-250 г. Вкус плода хороший. Количество продукции растениеводства составляет 1,6-2,2 кг/м<sup>2</sup> (рис. 1).

Гибрид Маратон F<sub>1</sub> – период вегетации около 80 суток. Центральное соцветие шарообразное, наружная поверхность гладкая с небольшими выступами и очень уплотненная. Продуктивность высокая – с гектара можно собрать 36-40 т плодов. Маратон F<sub>1</sub> неприхотлив к почвам, допускает разнообразие методик возделывания и приспособлен к механизированным приемам агротехники. Плоды имеют отличный вкус, могут употребляться и храниться как свежесобранными, так и подвергнутыми термообработке и замораживанию (рис. 2).



Рис. 1. Брокколи сорт Тонус.



Рис. 2. Гибрид брокколи Маратон F<sub>1</sub>.



Таблица 3. Органолептические показатели качества брокколи свежей и порошков брокколи

Наименование показателей	Брокколи свежая		Порошок брокколи конвективной сушки		Порошок брокколи лиофильной сушки	
	Сорт Тонус	Маратон F <sub>1</sub>	Сорт Тонус	Маратон F <sub>1</sub>	Сорт Тонус	Маратон F <sub>1</sub>
<b>Внешний вид</b>	плодовое соцветие среднеплотное, листья маленькие	соцветие шарообразное, наружная поверхность гладкая с небольшими выступами	порошкообразный	порошкообразный	мелкодисперсный	мелкодисперсный
<b>Цвет</b>	темно-зеленый с голубизной и с восковым налетом	темно-зеленый	желто-зеленый	желто-зеленый	оливковый	салатовый
<b>Вкус</b>	свойственный данному ботаническому сорту	свойственный данному ботаническому сорту	сладковатый с ароматом брокколи	соответствует брокколи	сладковатый, имеющий капустный оттенок	сладковатый
<b>Запах</b>	свойственный данному ботаническому сорту	свойственный данному ботаническому сорту	менее выраженный	менее выраженный	натурального сырья ярко-выраженный	натурального сырья ярко-выраженный
<b>Консистенция</b>	среднеплотная	очень уплотненная	однородная	однородная	сыпучая	сыпучая

Две ботанические культуры: сорт Тонус и гибрид Маратон F<sub>1</sub> выращивали в открытом грунте рассадным способом в одинаковых условиях. Семена располагали по схеме 70 см рядами с последующим прореживанием, оставляя промежутки между растениями 20-30 см. Для посева семян применяли специальные сейлки. Использовали общепринятую агротехнику.

Для подготовки свежей брокколи к выработке порошков, соцветия промывали водой, естественно удаляли поверхностную влагу для последующей искусственной сушки. Применили два способа сушки: конвективный и лиофильный. При конвективном способе сушку проводили в течение 24 часов в сушильном шкафу ШСП-0,25-500 с принудительной циркуляцией воздуха при температуре 70 °C. Лиофильная (сублимационная) сушка предусматривает высушивание замороженных компонентов под вакуумом и состоит из следующих стадий: замораживание сырого сырья и сушка продукта. Мелко нарезанные кусочки

соцветий брокколи охлаждали в течение 6 часов при температуре -40 °C, после чего помещали в камеру для вакуумной сушки при температуре 50-60 °C.

Полученную по двум способам брокколи сушеную гомогенизировали с помощью блендера для получения порошкообразного полуфабриката разных категорий для последующего использования.

Содержание сухого вещества в свежей капусте брокколи определяли методом высушивания навески до постоянной массы при температуре 70 °C.

Уровень витамина С устанавливали методом визуального титрования реактивом Тиллманса (2,6-дихлорфенол индофенолят натрия) [12].

Содержание полифенолов регистрировали спектрофотометрически с использованием реактива Фолина [13] на спектрофотометре Unico 2804 UV (USA). Содержание белка определяли по методу Лоури [14]. Определение моносахаридов проводили цианидным методом [15].

Таблица 4. Сравнительный анализ показателей качества брокколи свежей

Наименование показателей*	Брокколи свежая		Порошок брокколи конвективной сушки		Порошок брокколи лиофильной сушки	
	Сорт Тонус	Маратон F <sub>1</sub>	Сорт Тонус	Маратон F <sub>1</sub>	Сорт Тонус	Маратон F <sub>1</sub>
<b>Сухое вещество, %</b>	12,5±0,5a	13,1±0,5a	-	-	-	-
<b>Зола, %</b>	6,5±0,3a	7,1±0,4a	-	-	-	-
<b>Витамин С, мг/100 г</b>	680±58	443±541	114±4	224±4	243±5a	250±6a
<b>Полифенольные соединения, мг ГК/100 г</b>	218±21a	208±18a	126±5b	126,5±4b	140±6c	140,5±5c
<b>Моносахариды, %</b>	110±10a	105±8a	-	-	-	-
<b>Белки, %</b>	22,4±2,1a	22,7±0,1a	-	-	-	-
<b>Марганец, мг/кг</b>	41,4±1,0a	42,1±1,1a				
<b>Железо, мг/кг</b>	109±4,0 a	107±3,1 a				
<b>Цинк, мг/кг</b>	33,5±1,1 a	33,2±1,2 a				

\*все показатели представлены в расчете на сухое вещество

\*значения в ряду с одинаковыми индексами статистически не различаются



Рис. 3. Сохранность витамина С в брокколи при конвективной и лиофильной сушке соцветий брокколи.

Содержание фотосинтетических пигментов устанавливали спектрофотометрически по величине поглощения ацетонового экстракта при 663, 647 и 470 нм [12], используя формулы расчета содержания:

- хлорофилла a:  $Ch_a = 12.25A_{663} - 279A_{647}$ ;
- хлорофилла b:  $Ch_b = 21.5A_{647} - 5.1A_{663}$ ;
- каротиноидов:  $C_c = (1000A_{470} - 1.82Ch_a - 85.02Ch_b)/198$ , где A = величина поглощения, Ch-a = хлорофилл a, Ch-b = хлорофилл b, Cc = каротин

Элементный состав порошков брокколи определяли методом атомно-абсорбционной спектрометрии на спектрофотометре Shimadzu 7000 (Япония) [12].

Статистическую обработку результатов осуществляли на основе использования компьютерной программы Excel с помощью критерия Стьюдента.

### Результаты и обсуждения

Органолептические показатели качества порошков брокколи отечественного сорта Тонус и гибрида Маратон F<sub>1</sub> зарубежной селекции, полученных с применением конвективной сушки (табл. 3), практически не различались, несмотря на то что исходный материал – свежая брокколи – отличался по внешнему виду, цвету и плотности соцветий. Использование лиофильной сушки для двух видов сырья обеспечивало сохранение зеленого цвета порошков за счет щадящих условий высушивания, в отличие от продуктов конвективной сушки.

Сравнение биохимических показателей свежей брокколи отечественного сорта и гибрида зарубежной селекции показали, что отечественное и импортируемое сырье практически не различаются по содержанию сухого вещества, уровню накопления железа, цинка и марганца, золы, уровню полифенолов, моносахаридов и белка, при этом полученные показатели близки к описанным данным в литературе [16]. По уровню минералов 100 г сорта

Тонус и гибрид Маратон F<sub>1</sub>, выращенных на полях ФГБНУ ВНИИССОК, обеспечивают 14,2% суточной потребности человека в железе, 26,9% в марганце и 3,5% в цинке. Отличительной особенностью сорта Тонус в свежем виде является более высокое содержание витамина С, превышающее соответствующий показатель для гибрида Маратон F<sub>1</sub> в 1,5 раза (табл. 4).

Щадящие условия высушивания свежего продукта при лиофильной сушке обеспечивали повышенное содержание в конечном порошке как витамина С, так и полифенолов по сравнению с порошками конвективной сушки. Однако если межсортовые различия в содержании полифенолов в порошке брокколи при разных условиях высушивания были одинаковы как для сорта Тонус, так и гибрида Маратон F<sub>1</sub> и составляли около 11%, то в отношении витамина С сорт Тонус и гибрид Маратон F<sub>1</sub> вели себя по-разному. Действительно, как видно из данных табл. 4, если различия в содержании аскорбиновой кислоты в порошке гибрида Маратон F<sub>1</sub>, полученном методом конвективной и лиофильной сушки были минимальны (11,6%), то для сорта Тонус уровень аскорбиновой кислоты в лиофилизованном продукте превышал данные для продукта конвективной сушки более чем в 2 раза (213%). Значительные различия, по-видимому, связаны с более плотной консистенцией соцветий гибрида Маратон F<sub>1</sub>, замедляющей процессы окисления при повышенной температуре. Потери полифенолов при лиофильном высушивании составили 32,7–35,8%, при конвективном – 39,4–42,2%.

Что касается витамина С, то сохранность этого антиоксиданта по сравнению с исходным содержанием в свежем продукте составила при использовании лиофильной сушки 35,7% и 56,4% для сорта Тонус и гибрида Маратон F<sub>1</sub> соответственно. При конвективном высушивании эти показатели составили 16,8% и 50,6% соответственно (рис. 3).

Теоретически процесс лиофилизации должен полностью исключать процессы окисления, однако создание микропористой структуры продукта, благодаря процессам испарения кристаллов льда из клеток, как известно, резко увеличивает величину удельной поверхности и способствует окислению конечной продукции. При конвективной сушке за счет происходящих окислительных процессов при высоких температурах и присутствия кислорода воздуха, порошок быстрее окисляется, что приводит к изменению цвета, вкуса и аромата конечного продукта. Попытка использовать щадящий режим конвективной сушки путем снижения температуры до 500С дает лишь ограниченный защитный эффект против процессов окисления (рис. 3).

Анализ содержания пигментов порошков брокколи отечественного и импортного производств: хлорофиллов a, b и каротина – показывает сходный характер снижения хлорофиллов в результате конвективной и лиофильной сушки (рис. 4). В то же время обращает внимание существенно более интенсивное разрушение каротина в соцветиях гибрида Маратон F<sub>1</sub> по сравнению с сортом Тонус в условиях конвективной сушки и наличие противоположного эффекта при использовании процесса лиофилизации.

Сотрудниками МГУТУ имени К.Г. Разумовского и ФГБНУ ВНИИССОК на основании полученных научно-обоснованных данных по показателям качества порошков брокколи впервые в Российской Федерации разработан Стандарт организации СТО 45727225-54-2017 «Брокколи сушеная. Промышленное сырье. Технические условия».

Стандарт включает нижеперечисленные разделы:

- область применения порошков брокколи, полученных конвективным и лиофильным способами сушки;
- перечень нормативных документов, на которые представлены ссылки;
- термины, определения и сокращения, применяемые в стандарте;
- требования к технологиям получения и к показателям

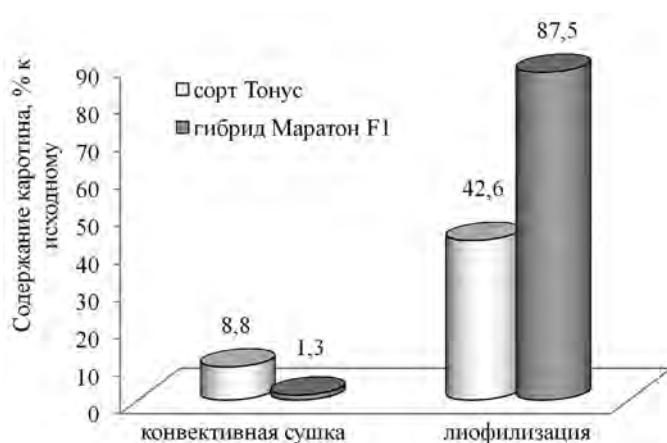


Рис. 4. Изменения содержания каротиноидов в результате конвективной и лиофильной сушки соцветий брокколи.

качества порошков брокколи, а также к упаковке и маркировке;

- правила приемки, соответствующие ГОСТ 13341-77;
- методы контроля качества; указаны ГОСТы, по которым ведется отбор проб; определение органолептических и физико-химических показателей; содержание минеральных элементов, нитратов, пестицидов, радионуклидов;
- транспортирование и хранение брокколи сушено согласно ГОСТ 13342-77;
- требования техники безопасности труда при выполнении технологических процессов производства порошков брокколи согласно ГОСТ 12.0.004-90.

В соответствии с результатами хранения порошков брокколи было установлено, что при хранении в герметичной таре срок хранения составляет до семи месяцев, в негерметичной – до трех месяцев, при условии соблюдения температурного режима от 18 до 20°C и относительной влажности воздуха 60-65%.

Уровень стандарта соответствует современным нормам и требованиям, установленным ГОСТ и СанПиН

Российской Федерации. Стандарт направлен на обеспечение изготовления качественных порошков брокколи и контроль технологического процесса на производстве. Порошок брокколи в пищевой промышленности возможно применять для приготовления начинок, паст, соусов, консервированной и хлебобулочной продукции, а также блюд общественного питания.

Таким образом, можно заключить, что порошки, полученные из капусты брокколи сорта Тонус и гибрида Маратон F<sub>1</sub> двумя способами сушки, по органолептическим показателям практически не различаются. Физико-химические показатели качества капусты брокколи свежей и порошков брокколи отечественного и импортного производств – массовая доля влаги, содержание золы, витамина С, полифенольных соединений, моносахаридов и белков имели близкие характеристики, что является теоретическим и практическим обоснованием для использования отечественного сорта Тонус в качестве импортозамещающего сырья.

## ● Литература

1. Пивоваров, В.Ф. Капуста, ее виды и разновидности (разнообразие форм). / В.Ф. Пивоваров, В.И. Старцев// – М.: ВНИИССОК, 2006. – 192 с.
  2. Голубкина, Н.А. «Биологически активные соединения овощей» / Н.А. Голубкина, С.М. Сирота // Москва: ВНИИССОК, 2010. – С.133-136.
  3. Matusheski, N.V. Epithiospecifier protein from broccoli (*Brassica oleracea* L. ssp. *italica*) inhibits formation of the anticancer agent sulforaphane / N.V. Matusheski, R. Swarup, J.A. Juvik et al. //J. Agr. Food Chem. – 2006. – Vol. № 54(6). – p. 2069-2076.
  4. Poppel, G van Brassica Vegetables and Cancer Prevention: Epidemiology and Mechanisms / G van Poppel, D.T. Verhoeven, H. Verhagen, R.A. Goldbohm //Adv.Exp. Med. Biol. - 1999; 472. – p. 159–168.
  5. Riso, P. Effect of broccoli intake on markers related to oxidative stress and cancer risk in healthy smokers and nonsmokers / P. Riso, D. Martini, F. Visioli, A. Martinetti, M. Porrini // Nutrition and Cancer. - 2009; № 61(2). – p. 232-237.
  6. Владимира, И.Н. «Капуста брокколи – *Brassica oleracea* L. var. *Italic Plenck» / И.Н. Владимира, В.С. Кисличенко // Провизор. – 2007. – № 11. – С.8-11.*
  7. Li, Y. Targeting cancer stem cells with sulforaphane, a dietary component from broccoli and broccoli sprouts. / Y. Li, T. Zhang // Future Oncology. – 2013. – № 9(8). – p. 1097-1103.
  8. Hwang, J.H. Antioxidant and Anticancer Activities of Broccoli By-Products from Different Cultivars and Maturity Stages at Harvest / J.H. Hwang, S.B. Lim // Preventive Nutr. Food Sci. - 2015. – Vol. 20 №1. – p. 8-14.
  9. Podsedek, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review / A. Podsedek // LWT – Food Sci. Technol. – 2007. – № 40. – p. 1-11.
  10. Koh, E. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli / E. Koh, K.M.S. Wimalasiri, A.W. Chassy, A.E. Mitchell //J. Food Comp. Anal. – 2009. – № 22. – p. 637-643.
  11. Прохасько, Л.С. «Продукты питания функционального назначения» / Л.С. Прохасько // Молодой ученик. – 2015. – № 3. – С.205-207.
  12. Волобуева, В.Ф. Практикум по биотехнологии овощных, плодовых, ягодных, эфироносных и лекарственных культур / В.Ф. Волобуева, Т.И. Шатилова // – М.: МСХА им. Тимирязева, 2008. – С.3-6.
  13. Руководство по методам контроля качества и безопасности биологически активных добавок к пище Р 4.1.1672-03. – М.: Федеральный центр Госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.
  14. Виноградова, А.А. Лабораторный практикум по общей технологии пищевых производств / А.А. Виноградова, Г.М. Мелькина, Л.А. Фомичева и др.; // Под ред. Л.П. Ковальской - М.:Агропромиздат, 1991. – 335 с.
  15. Кидин, В.В. Практикум по агрохимии / В.В. Кидин, И.П. Дерюгин, В.И. Кобзаренко и др.; Под ред. В.В. Кидина. – М.: Колос, 2008. – 599 с.
  16. Koh, E. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli / E. Koh, K.M.S. Wimalasiri, A.W. Chassy, A.E. Mitchell //J. Food Comp. Anal. – 2009. – № 22. – p. 637-643.
- References
1. Pivovarov, V.F. Kapusta, ee vidy i raznovidnosti (raznoobrazie form). / V.F. Pivovarov, V.I. Starcev// – M.: VNIISOK, 2006. – 192 s.
  2. Golubkina, N.A. «Biologicheski aktivnye soedineniya ovoshchej» / N.A. Golubkina, S.M. Sirota // Moskva: VNIISOK, 2010. – S.133-136.
  3. Matusheski, N.V. Epithiospecifier protein from broccoli (*Brassica oleracea* L. ssp. *italica*) inhibits formation of the anticancer agent sulforaphane / N.V. Matusheski, R. Swarup, J.A. Juvik et al. //J. Agr. Food Chem. – 2006. – Vol. № 54(6). – p. 2069-2076.
  4. Poppel, G van Brassica Vegetables and Cancer Prevention: Epidemiology and Mechanisms / G van Poppel, D.T. Verhoeven, H. Verhagen, R.A. Goldbohm //Adv.Exp. Med. Biol. - 1999; 472. – r. 159–168.
  5. Riso, P. Effect of broccoli intake on markers related to oxidative stress and cancer risk in healthy smokers and nonsmokers / P. Riso, D. Martini, F. Visioli, A. Martinetti, M. Porrini // Nutrition and Cancer. - 2009; № 61(2). – r. 232-237.
  6. Vladimirosa, I.N. «Kapusta brokkoli – *Brassica oleracea* L. var. *Italic Plenck» / I.N. Vladimirosa, V.S. Kislichenko // Provizor. – 2007. – № 11. – S.8-11.*
  7. Li, Y. Targeting cancer stem cells with sulforaphane, a dietary component from broccoli and broccoli sprouts. / Y. Li, T. Zhang // Future Oncology. – 2013. – № 9(8). – p. 1097-1103.
  8. Hwang, J.H. Antioxidant and Anticancer Activities of Broccoli By-Products from Different Cultivars and Maturity Stages at Harvest / J.H. Hwang, S.B. Lim // Preventive Nutr. Food Sci. - 2015. – Vol. 20 №1. – p. 8-14.
  9. Podsedek, A. Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review / A. Podsedek // LWT – Food Sci. Technol. – 2007. – № 40. – p. 1-11.
  10. Koh, E. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli / E. Koh, K.M.S. Wimalasiri, A.W. Chassy, A.E. Mitchell //J. Food Comp. Anal. – 2009. – № 22. – r. 637-643.
  11. Prohas'ko, L.S. «Produkty pitaniya funkcional'nogo naznachenija» / L.S. Prohas'ko // Molodoj uchenyj. – 2015. – № 3. – S.205-207.
  12. Volobueva, V.F. Praktikum po biotekhnologii ovoshchnyh, plodovyh, yagodnyh, ehfironosnyh i lekarstvennyh kul'tur / V.F. Volobueva, T.I. SHatilova // – M.: MSKHA im. Timiryazeva, 2008. – S.3-6.
  13. Rukovodstvo po metodam kontrolya kachestva i bezopasnosti biologicheski aktivnyh dobavok k pishche R 4.1.1672-03. – M.: Federal'nyj centr Gossanepidnadzora Minzdrava Rossii, 2004.
  14. Vinogradova, A.A. Laboratornyj praktikum po obshchej tekhnologii pishchevih proizvodstv / A.A. Vinogradova, G.M. Mel'kina, L.A. Fomicheva i dr.; // Pod red. L.P. Koval'skoj - M.:Agropromizdat, 1991. – 335 s.
  15. Kidin, V.V. Praktikum po agrohimii / V.V. Kidin, I.P. Deryugin, V.I. Kobzarenko i dr.; Pod red. V.V. Kidina. – M.: Kolos, 2008. – 599 s.
  16. Koh, E. Content of ascorbic acid, quercetin, kaempferol and total phenolics in commercial broccoli / E. Koh, K.M.S. Wimalasiri, A.W. Chassy, A.E. Mitchell //J. Food Comp. Anal. – 2009. – № 22. – r. 637-643.

# ХАУТТЮЙНИЯ (*Houttuynia cordata* Thunb.) – НОВАЯ ДЛЯ РОССИИ ОВОЩНАЯ И ЛЕКАРСТВЕННАЯ КУЛЬТУРА (МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ)



HOUTTUYNIA (*Houttuynia cordata* Thunb.) – NEW VEGETABLE AND MEDICINAL CROP  
FOR RUSSIA (MORPHOLOGICAL FEATURES AND BIOCHEMICAL COMPOSITION)

Фотев Ю.В.<sup>1</sup> – с.н.с., кандидат с.-х. наук

Кукушкина Т.А.<sup>1</sup> – с.н.с.

Чанкина О.В.<sup>2</sup> – с.н.с., кандидат хим. наук

Белоусова В.П.<sup>1</sup> – н.с.

Fotev Y.V.1, Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

Kukushkina T.A.1, Senior Researcher

Chankina O.V.2, Ph.D. in Chemistry, Senior Researcher

Belousova V.P.1, Researcher

<sup>1</sup> ФБГНУ Центральный Сибирский Ботанический сад СО РАН  
630090, Россия, г. Новосибирск  
ул. Золотодолинская, 101  
E-mail: fotev\_2009@ngs.ru

1 Central Siberian Botanical Garden of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
Zolotodolinskaya St., 101, Novosibirsk, 630090, Russia  
E-mail: fotev\_2009@ngs.ru, tel.: (383)339-97-41

<sup>2</sup> ФБГНУ Институт химической кинетики и  
горения им. В.В. Воеводского СО РАН  
630090, Россия, г. Новосибирск ул. Институтская, 3  
E-mail: chankina@kinetics.nsc.ru

2 Voevodsky Institute of Chemical Kinetics and Combustion Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences  
Institutskaya St., 3, Novosibirsk, 630090, Russia  
E-mail: chankina@kinetics.nsc.ru

Учитывая важное значение, придаваемое хауттюйнией *Houttuynia cordata* Thunb. в качестве овощного и лекарственного растения в странах юго-восточной Азии, а также возможности его выращивания в условиях умеренного климата, исследовали в условиях теплицы ФБГНУ ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск ( $54^{\circ}49'33''$  с. ш.  $83^{\circ}06'34''$  в. д.) морфологические и биохимические признаки растений двух форм (обычной и вариегатной) вида. В качестве субстрата использовали верховой торф. Содержание в корневищах и листьях макро- и микроэлементов определяли методом РФА-СИ. За три месяца выращивания фитомасса растений обычной формы увеличилась с  $4,7 \pm 0,84$  г до  $30,3 \pm 8,00$  г, т.е. в 6,4 раза, при этом на долю корневищ приходилось 51–56% от общей фитомассы. Размер листьев вариегатной формы оказался на 15–29% меньше, по сравнению с обычной формой. Высота растений была  $25,9 \pm 0,98$  см у обычной и  $29,0 \pm 0,62$  см – у вариегатной формы; длина и ширина листа, соответственно,  $6,6 \pm 0,26$  x  $5,9 \pm 0,25$  и  $4,70 \pm 0,19$  x  $4,90 \pm 0,17$  см. Растения обычной формы формировали верхушечное, продолговатое, плотное, почковидно-колосовидное соцветие с цветками, лишенными околоцветника, с тремя тычинками и 3-4 сросшимися плюдодолистиками, образующими синкарпный гинецей. Вариегатная форма соцветий не образовывала. В листьях *H.cordata* накапливается  $35,6$  мг%/аскорбиновой кислоты, в корневищах –  $14,2$  мг%. В наибольшей степени листья *H.cordata* концентрируют Mn, Fe и Cu, а корни – Fe, Co, Cu и Zn. Необходимо дальнейшее изучение этого растения и с целью позиционирования его в качестве перспективного функционального продукта питания.

**Ключевые слова:** хауттюйния, *Houttuynia cordata*, морфологические признаки, биохимический состав, РФА-СИ, макро- и микроэлементы.

**Для цитирования:** Фотев Ю.В., Кукушкина Т.А., Чанкина О.В., Белоусова В.П. Хауттюйния (*Houttuynia cordata* Thunb.) – новая для России овощная и лекарственная культура (морфологические особенности и биохимический состав). Овощи России. 2017;(5):57-61. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-57-61

*Taking into account the importance of *Houttuynia cordata* as a vegetable and medicinal plant in the South-East Asia, and the possibility of its cultivation in a temperate climate, the morphological and biochemical features of the plants belonging to 'common' and 'variegated' forms were studied in conditions of a greenhouse. We used a peat as a substrate for growing plants. The content of macro- and microelements in rhizomes and leaves was estimated with use of the synchrotron radiation induced X-ray fluorescence analysis (SR-XRF). During three months of cultivation, the total phytomass of 'common form' increased from  $4.7 \pm 0.84$  g to  $30.3 \pm 8.00$  g, i.e. in 6.4 times, while in rhizomes it reached 51–56% out of the total phytomass. The size of the leaves of 'variegated form' was 15 - 29% less, as compared with the 'usual form'. The height of the plants was  $25.9 \pm 0.98$  cm in the 'usual' and  $29.0 \pm 0.62$  cm in the 'variegated' form, the length and width of the leaf blade were  $6.6 \pm 0.26$  x  $5.9 \pm 0.25$  and  $4.70 \pm 0.19$  x  $4.90 \pm 0.17$  cm, respectively. Plants of the 'common' form formed apical, elongated, dense, ctenopod spine inflorescence with flowers lacking perianth, with three stamens and 3-4 fused carpal forms forming syncarpous gynoecium. 'Variegated' form did not form any inflorescences. *H.cordata* leaves contain  $35, 6$  mg% ascorbic acid, rhizomes –  $14.2$  mg%. Leaves of *H.cordata* mainly accumulated Mn, Fe and Cu, and the roots – Fe, Co, Cu and Zn. It is necessary to carry out the further study on new promising functional food.*

**Keywords:** *Houttuynia cordata*, morphological features, biochemical features, synchrotron radiation induced X-ray fluorescence analysis (SR-XRF), macro and microelements.

**For citation:** Fotev Y.V., Kukushkina T.A., Chankina O.V., Belousova V.P. *Houttuynia (Houttuynia cordata Thunb.) – new vegetable and medicinal crop for Russia (morphological features and biochemical composition).* Vegetable crops of Russia. 2017;(5):57-61. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-57-61

**В** Юго-восточной Азии, особенно в Японии и Китае, как нигде в мире понятия «продукт питания» и «лекарство» часто сливаются, формируя использование растений в качестве «лекарственной пищи» [1]. Среди ведущих лекарственных растений, использующихся в Юго-восточной Азии в качестве овощных культур хауттюния сердцевидная (*Houttuynia cordata* Thunb.) или рыбья мята (кит.: Yú xīng cǎo - 鱼腥草), относящаяся к семейству савуровые (*Saururaceae* Rich. ex T.Lestib.), занимает особое место.

Вид распространен, преимущественно, в центральных, юго-восточных и юго-западных регионах Китая, в Японии, Корее и других странах Юго-восточной Азии, где произрастает на увлажненных, затененных участках [2], на высоте от 300 до 2600 м [3]. В Японии рыбья мята – одно из ведущих лекарственных и пряно-ароматических растений, объем выращивания которого достигает 16100 кг (2002 год) [4]. Издавна в этой стране корни высушивали и использовали в лекарственных целях [5]. В китайской провинции Юньнань одна из групп тибето-бирманских народов (*Shuhi*) с давних пор использовала целые растения рыбьей мяты, включающие корневища, вместе с перцем чили [6]. Тибетцы, живущие в уездах Шанти-Ла и Вэйси этой же провинции КНР, обычно используют листья и корни хауттюнии под названием «жерген» в свежем и обжаренном виде [7]. Во Вьетнаме рыбью мяту употребляют как салатное растение и в качестве лекарственной культуры [8]. В Бутане вид входит в число наиболее распространенных дикорастущих съедобных растений [9]. Для приготовления популярного здесь соуса Чатни молодые нежные листья и корни нарезают на небольшие кусочки, добавляя перец чили, лук, чеснок, имбирь и соль.

*Houttuynia cordata* Thunb – единственный вид в роде *Houttuynia* Thunb. Число хромосом  $2n=96$  [10], хотя в разных популяциях встречаются цитотипы с  $2n=72$ , 80, 96, 112 и 128 [11]. ISSR анализ большого числа образцов *H.cordata*, собранных в центральной, юго-восточной и юго-западной части Китая показал, что базальная группа состоит из популяций, происходящих из юго-западной части Китая, а остальные распределены равномерно и имеют тренд распределения на восток [2]. Структура генетического разнообразия популяций позволяет предположить, что вид, вероятно, сохранился в ледниковый период на юго-западе Китая и в дальнейшем распространялся в восточном направлении.

*H.cordata* – многолетнее травянистое растение с тонкими шнуровидными корнями. Корневища расползаются горизонтально в поверхностном слое почвы. Высота растений 20–50 см, стебли красноватой окраски, несут очередно расположенные листья длиной 4–8 см и шириной 3–6 см, овально-сердцевидной формы [12]. Соцветие плотное колосо-

видное, состоящее из 45–70 сидячих цветков [13]. Цветки мелкие, перигинные с 4 (реже 6–8) белыми прицветниками, напоминающими лепестки, тычинок 3, реже 4, пыльники 2-гнездные [14]. Высвобождаемая из пыльников пыльца представлена преимущественно монадами [15]. Пыльцевые зерна мелкие (размер 18–20 мкм), гетерополярные, билатерально-симметричные, ладьевидной формы, монокольпнатные, апертура расположена на дистальном полюсе, с негладкой (рельефной) мембранный апертуры, текут перфорированный. Цитологическое изучение *H.cordata* показало, что этот вид является полностью или почти полностью с мужской стерильностью [16]. Отмечены нарушения цитокинеза, приводящие к широкому варьированию формы и размера микроспор. Наблюдалась дегенерация микроспор.

Растение содержит флавоноиды и другие полифенольные соединения, пиридиновые алкалоиды, апорфин, органические и жирные кислоты, стеролы и микроэлементы [3]. Сообщается [3] о 346 летучих компонентах эфирного масла *H.cordata*. Основным его компонентом является 4-тридеканон [17]. Кроме того, во всех частях растения обнаружен основной ациклический монотерпен мирцен. В корневищах – доминирующий монотерпен –  $\beta$ -пинен. В этанольном экстракте целого растения общее содержание фенольных веществ – 45,74 мг/г эквивалента таниновой кислоты, танинов 33,29 мг/г, флавоноидов 104,55 мг/г эквивалента рутина [12].

Растение представляет собой потенциальный источник антиоксидантов и широко используется в народной медицине при лечении значительного числа болезней человека, таких как сердечно-сосудистые и онкологические заболевания, анемия, сахарный диабет, дизентерия и др. [18]. Исследованиями подтвержден антибактериальный эффект рыбьей мяты против паразитических видов грибов рода *Trichophyton*, бактерий из рода *Staphylococcus* Rosenbach и микобактерий туберкулеза. Недавнее исследование показало, что припарки на основе листьев *Houttuynia cordata* с высокой эффективностью используют для лечения гнойных поражений кожи. Так, этанольный экстракт *H.cordata* проявил активный положительный эффект против *Staphylococcus aureus*, вызывающего гнойные заболевания кожи [19]. Содержащийся в рыбьей мяте кверцетин-3-рамнозид подавляет репликацию вируса гриппа серотипа A/WS/33 в начальной стадии инфекции [20].

В исследовании стрептоzoцин-индцированного диабета у крыс установлено, что этаноловый экстракт *H.cordata* в дозе 250 мг/кг может рассматриваться в качестве нового фактора при лечении этого заболевания, оказывающего также положительный эффект на функции печени [21]. Данные, полученные в КНР, показали, что фармакологическая эффективность этого растения про-

является также при заболеваниях почек и респираторных проблемах [22]. Установлено, что экстракт листьев *H.cordata* подавляет возрастную гиперплазию простаты у мужчин [23]. В штате Аруначал-Прадеш на северо-востоке Индии измельченные части растения применяют для изгнания гельминтов из организма человека [24]. В этнотерапевтических практиках индийского штата Ассам листья этого вида представители народности Ахом с давних пор использовали для лечения дизентерии [25]. В Аргентине последователи китайской народной медицины широко используют рыбью мяту для улучшения когнитивных функций и в качестве адаптогена, а также в «анти-эйдж» терапии [26]. Есть данные [27] о хороших перспективах использования *H.cordata* для лечения ожирения. Экстракт *H.cordata* подавляет образование активных форм кислорода, вызванных поступлением бензопирена [28].

Анализ активности патентования в Великобритании, включающего генетические ресурсы, показал наличие патента на косметические и лекарственные средства в комбинации с *H.cordata* (патент US6280751B120010828: 31–33) [29].

В рыбоводстве эфирное масло из *H.cordata* проявило себя хорошим потенциальным стимулятором роста для рыбы и, вероятно, может заменить антибиотики при выращивании гибридной красной тилапии (*Oreochromis mossambicus* Linn. x *Oreochromis niloticus* Linn.) [30].

В России хауттюния – довольно распространенное декоративное растение. Среди садоводов популярна его пестролистная форма 'Chameleon', выращиваемая в том числе на юге Западной Сибири в открытом грунте (Новосибирская область.). Данный вид включен в состав эргазиофитов в Белорусси [31].

С учетом важного значения, придаваемого *H.cordata* в качестве овощного и лекарственного растения в странах юго-восточной Азии, а также возможности его широкого культивирования в условиях умеренного климата целесообразно оценить биохимический состав хауттюнии с перспективой интродукции вида в России для получения функциональных продуктов питания.

### Материал и методика

В качестве материала для исследования использовали форму *H.cordata* из провинции Юньнань (КНР) и местную декоративную вариегатную форму, выращиваемую садоводами в открытом грунте Новосибирской области. В качестве контроля использовали томат сорта Дельта 264 и огурец F<sub>1</sub> Регина.

Растения выращивали в условиях теплицы ФГБУН Центрального сибирского ботанического сада СО РАН (ЦСБС СО РАН), г. Новосибирск (54°49'33" с. ш. 83°06'34" в. д.) в сосу-

дах объемом 4 л на тепличном грунте, приготовленном на основе верхового торфа. Подкормки проводили один раз в три недели удобрением «Растворин» (марка 10-5-20-5) производства Буйского химического завода (<https://bhz.ru/>) в концентрации 0,15% с расходом 0,5 л на сосуд.

Исследовали морфометрические признаки растений: высоту растений, длину и ширину листа, длину черешка, прилистника и междуузлий, диаметр корневища. Микроскопическое исследование структурных элементов соцветия и цветка выполнили с помощью электронного сканирующего микроскопа Hitachi TM-1000 (Япония).

Использовали традиционные методы биохимического исследования растений [32]. Определение аскорбиновой кислоты проводили титриметрическим методом, основанным на ее редуцирующих свойствах (реакция Тильманса). Содержание макро- и микроэлементов определяли только в обычной (не вариегатной) форме методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием синхротронного излучения (РФА СИ) на станции элементного анализа Сибирского Центра синхротронного и терагерцового излучения Института ядерной физики им. Г.И. Будкера СО РАН (накопитель ВЭПП-3).



Рис. 2. Корневище *H.cordata* Thunb.

Статистическая обработка опытных данных выполнена стандартным способом [33].

### Результаты

В период активного роста хаутюния отличается интенсивным нарастанием зеленой фитомассы и корневищ. Так, за три месяца выращивания от посадки нарезанных побегов с корнями до развитых растений с мощными разветвленными корневищами в период с 28.07.17 по 25.10.17 их масса увеличилась с  $4,7 \pm 0,84$  г до  $30,3 \pm 8,00$  г, т.е. в 6,4 раза. При этом на долю корневищ приходится 51 – 56% от общей фитомассы.

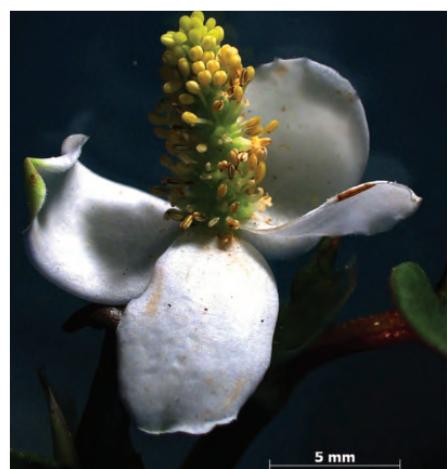


Таблица 1. Морфометрические показатели растений двух форм *H.cordata*

	Формы	
	обычная	вариегатная
Высота растений, см	25,9±0,98	29,0±0,62
Длина листа, см	6,6±0,26	4,70±0,19
Ширина листа, см	5,9±0,25	4,90±1,17
Длина прилистника, см	1,5±0,05	1,50±0,06
Длина черешка, см	3,6±0,15	3,00±0,12
Длина междуузлия, см	4,1±0,26	3,50±0,21
Диаметр корневища, мм	3,8±0,23	3,19±0,20



Рис. 1. Побег *H. cordata* Thunb., слева – обычной, справа – вариегатной формы.

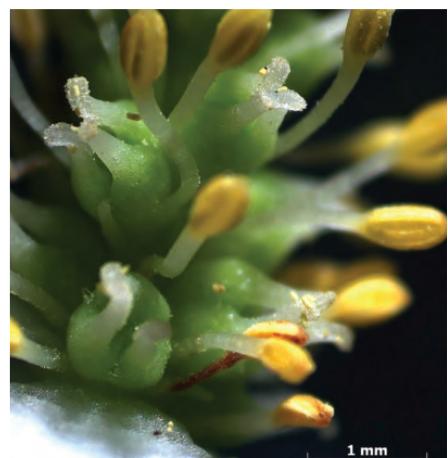


Рис. 3. Соцветие и цветки *H.cordata*.

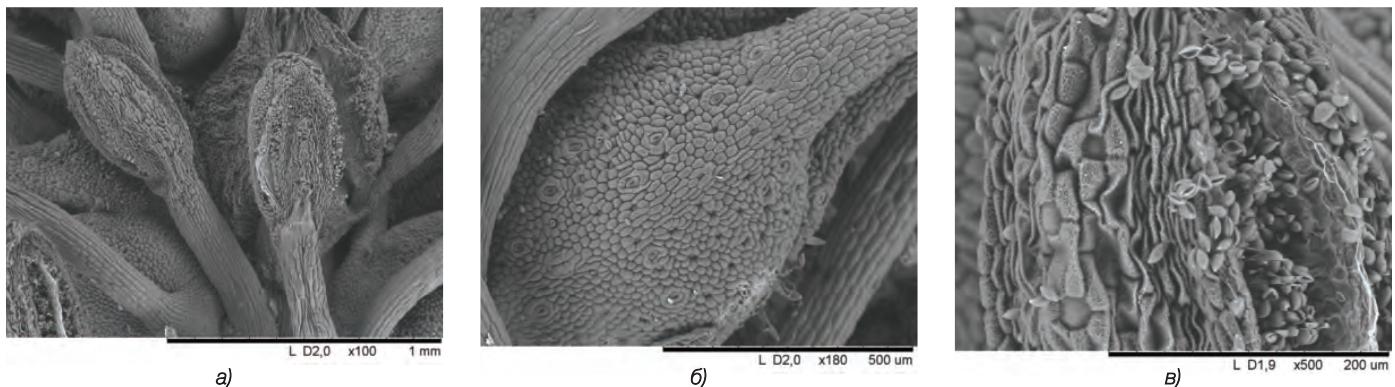


Рис. 4. Микрофотографии частей цветка *H.cordata*: а – зачаточные цветки, б – завязь, в – часть пыльника с пыльцой.

Таблица 2. Содержание макро- и микроэлементов в фитомассе *Houttuynia cordata Thunb.*, определенное методом РФА СИ, мкг/г

	K	Ca	V	Cr	Mn	Fe	Co	Cu	Zn	Br	Rb	Y	Zr	Nb	Mo
<b>листья</b>	30690	15534	0,75	3,0	44,5	155,5	0,1	8,5	37,5	1,9	38,0	-	3,15	-	3,7
<b>корни</b>	18508	5921	0,5	14,3	29	426	0,2	7,4	121	1,1	24,5	0,98	12,1	0,6	3,8
<b>томат (плоды)</b>	30847	2727	0,03	41,5	7,8	38	0,03	1,7	18,5	4,4	4,3	н.о.	0,7	0,6	0,2
<b>огурец (плоды)</b>	26668	4884	0,13	66,6	14,3	44,8	0,02	2,9	51,2	7,4	7,5	н.о.	0,95	1,76	0,81

Внешний вид побегов двух форм *H.cordata* и корневища показан, соответственно, на рисунках 1 и 2. Листья сердцевидной формы, с прилистниками, приросшими к черешку. Морфометрическая характеристика растений приведена в табл.1.

В сравнении с данными, полученными Kumar et al. (2014) [12], высота растений, размер листьев обычной и вариегатной формы рыбьей мяты в ЦСБС СО РАН входит в диапазон изменчивости значений для этого вида. При этом размер листьев вариегатной формы оказался на 15-29% меньше, по сравнению с обычной формой.

Цветение продолжалось в течение трех месяцев: с апреля до конца июня. Цветки у обычной формы *H.cordata* мелкие, лишенные околоцветника, с тремя тычинками, формирующие верхушечное, продолговатое, плотное, почковидно-колосовидное соцветие (рис. 3). Обертка соцветия венчиковидная, состоит из четырех лепестковидных, распространенных, яйцевидно-эллиптических, белых прицветников, что делает соцветие похожим на отдельный крупный цветок, как у сложноцветных. Тычинок – 3, плодолистики в числе 3-4 штук, сросшиеся, образуют синкарпный гинецей. Вариегатная форма цветков не образовывала.

На микрофотографиях частей цветка *H.cordata* (рис.4) показаны зачаточ-

ные цветки (а), завязь (б) и часть пыльника с пыльцой (в). На рис.4 (б) видны расположенные на завязи устьица.

Данные биохимического анализа, проведенного в ЦСБС СО РАН, показали, что листья *H.cordata* накапливают 35,6 мг% аскорбиновой кислоты, а корень – 14,2 мг% (сухого вещества в листьях 10,1%, в корневищах – 13,2%). Наши данные свидетельствуют о более высоком уровне накопления аскорбиновой кислоты в фитомассе растений вида, по сравнению с данными исследования, проведенного в КНР (7,92 мг%) [34].

Содержание элементов так называемого «кроветворного комплекса» [35] (Co, Cu, Fe, Mn) в листьях и корневищах рыбьей мяты оказалось в 2,9-11,2 раза более высоким, по сравнению с аналогичными показателями для плодов томата и огурца (табл. 2). Корни этого растения способны накапливать Zn в концентрации в 6,5 раз превышающей аналогичный показатель плодов томата. В наибольшей степени листья *H.cordata* концентрируют Mn, Fe и Cu, а корни – Fe, Co, Cu и Zn. Наши данные подтвердили результаты китайских исследователей [36] о резко выраженной способности рыбьей мяты накапливать Fe. При изучении в США минерального состава рыбьей мяты, специально выращиваемой в штате Калифорния хмонгами (этнической группой из Лаоса) в качестве приправы и лекарственного

растения, также отмечено повышенное содержание в растении Fe, Mn, а также Mg [37].

### Заключение

Хауттюния отличается интенсивным нарастанием зеленой фитомассы и корневищ. За три месяца выращивания от посадки нарезанных побегов с корнями до развитых растений с мощными корневищами их масса увеличивается в 6,4 раза. При этом на долю корневищ приходится 51-56% от общей фитомассы. Размер листьев вариегатной формы оказался на 15-29% меньше по сравнению с обычной формой. Анализ компонентов фитомассы хауттюнии показал достаточно высокое содержание аскорбиновой кислоты в листьях (35,6 мг%) и среднее в корнях. Листья и корни этого растения накапливают значительное количество элементов кроветворного комплекса (Co, Cu, Fe, Mn) и Zn, превышающее показатели плодов традиционных культур – томата и огурца в 2,9-11,2 раза. Это может служить основанием к дальнейшему изучению этого растения и позиционированию его в качестве перспективного функционального продукта питания.

При подготовке публикации использовались материалы биоресурсной научной коллекции ЦСБС СО РАН «Коллекции живых растений в открытом и закрытом грунте», УНУ № USU 440534.

### Литература

1. Chen J., Weng W. Medicinal food: the Chinese perspective // *J.Med.Food.* 2009. V.1, N2. P.117-122. doi:10.1089/jmf.1998.1.117.
2. Wei L., Wu X.-J. Genetic variation and population differentiation in a medical herb *Houttuynia cordata* in China revealed by Inter-Simple Sequence Repeats (ISSRs) // *Int. J. Mol. Sci.* 2012, 13, 8159-8170.
3. Fu J., Dai L., Lin Z., Lu H. *Houttuynia cordata* Thunb: a review of phytochemistry and pharmacology and quality control // *Chinese Medicine.* 2013. V.4. P.101-123.
4. Handa S. S., Rakesh D. D., Vasisht K. Compendium of medicinal and aromatic plants. Trieste, Italy: ICS-UNIDO. 2006. Vol. II. 296 p.
5. Useful plants of Japan (described and illustrated). Vol 1. Agricultural Society of Japan, Tameike I., Akasaka, Tokyo. 1895. P.119.
6. Weckerle C.S., Huber F.K., Yongping Y. et al. Plant knowledge of the Shuhi in the Hengduan Mountains, Southwest China // *Economic Botany.* 2006. V.60, N1. P.3-23
7. Ju Y., Zhuo J., Liu B., Long C. Eating from the wild: diversity of wild edible plants used by Tibetans in Shangri-la region, Yunnan, China // *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine.* 2013;9:28. doi:10.1186/1746-4269-9-28.
8. Zeven A.C., Wet J.M.J. Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity: excluding most ornamentals, forest trees and lower plants. Wageningen, Holland: Pudoc. 1982. P.63
9. Tshearing K., Thapa L., Matsushima K. et al. Edible wild plants of Bhutan and their contribution to food and nutrition security// In: Promotion of underutilized indigenous food resources for food security and nutrition in Asia and the Pacific/ Edited by P.Durst, N.Bayasgalanbat: FAO Edition, Bangkok. 2014. P.60-69.
10. Okada H. Karyomorphology and relationships in some genera of Saururaceae and Piperaceae // *Bot. Mag. Tokyo.* 1986. V.99. P.289-299.
11. Oginuma K., Hisako S., Yoshiko K. et al. Intraspecific polyploidy of *Houttuynia cordata* and evolution of chromosome number in the Saururaceae // *Chromosome Botany.* 2007. V. 2, N 3. P 87-91.
12. Kumar M., Prasad S.K., Laloo D., Joshi A., Hemalatha S. Pharmacognostical and phytochemical standardization of *Houttuynia cordata* Thunb.: a potent medicinal herb of North-Eastern India and China // *Phcog J.* 2014.V.6, N1. P.34-42.
13. Tucker S.C. Inflorescence and floral development in *Houttuynia cordata* (Saururaceae) // *Amer.J.Bot.* 1981. V.68. P. 1017-1032.
14. Xia N., Brach A.R. Flora of China (Saururaceae). St. Lois: Science Press, Beijing and Missouri Botanical Garden Press. 1999. V.4. P.108-109.
15. Lu L., Wortley A.H., Li D.-Z., Wang H., Blackmore S. Evolution of angiosperm pollen. 2. Basal angiosperms // *Ann. Missouri Bot. Gard.* 2015. V.100. P.227-269.
16. Takahashi M. Microsporogenesis in a parthenogenetic species, *Houttuynia cordata* Thunb. (Saururaceae) // *Botanical Gazette.* 1986. V.147, N1. P.47-54
17. Asakawa Y., Tomiyama K., Sakurai K., Kawakami Y., Yaguchi Y. Volatile compounds from the different organs of *Houttuynia cordata* and *Litsea cubeba* (L. citriodora) // *J. Oleo Sci.* 2017. P.1-7. doi: 10.5650/jos.ess17049.
18. Rathi R.S., Roy S., Misra A.K., Singh S.K. Ethnobotanical notes on *Houttuynia cordata* Thunb. in North-eastern region of India // *Ind. J. Nat. Prod. Res.* 2013. V.4, N4. P. 432-435.
19. Sekita Y., Murakami K., Yumoto H., Amoh T., Fujiwara N., Ogata S., Matsuo T., Miyake Y., Kashiwada Y. Preventive effects of *Houttuynia cordata* extract for oral infectious diseases // *BioMed Research International.* Volume 2016. ID 2581876, 8pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2581876>.
20. Kapoor R., Sharma B., Kanwar S.S. Antiviral phytochemicals: an overview // *Biochem. Physiol.* 2017. V.6, N2. 7 pages; doi: 10.4172/2168-9652.1000220.
21. Poolsil P., Prompong W., Chusri Talibumook C. Anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic effects of extract from *Houttuynia cordata* Thunb. in streptozotocin-induced diabetic rats // *Pharmacogn J.* 2017. V.9, N3. P.382-387.
22. Chang N., Luo Z., Li D., Song H. Indigenous uses and pharmacological activity of traditional medicinal plants in Mount Taibai, China // *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.* 2017. Article ID 8329817. 11 pages. <https://doi.org/10.1155/2017/8329817>.
23. Koyama T. New botanical materials with anti-androgenic activity/ In: Prostate Cancer - Original Scientific Reports and Case Studies/ Ed.: Spiess P.E. InTech. 2011. P.193-206.
24. Jeyaprakash K., Legg Y.J., Payum T., Pathinavel S., Jayakumar K. Diversity of medicinal plants used by Adi community in and around area of D' Ering Wildlife Sanctuary, Arunachal Pradesh, India // *World Scientific News.* 2017. V.65. P.135-159.
25. Bailung B., Puzari M. Traditional use of plants by the Ahoms in human health management in upper Assam, India // *Journal of Medicinal Plants Studies.* 2016. V.4, N2. P.48-51.
26. Hurrell J.A., Puentes J.P. Plant species and products of the traditional Chinese phytotherapy in the Ciudad Autonoma de Buenos Aires, Argentina // *Ethnobiology and Conservation.* 2017. V.6, N1. P.143
27. Patra S., Nithya S., Srinithya B., Meenakshi S.M. Review of medicinal plants for anti-obesity activity // *Translational Biomedicine.* 2015. V. 6, N3. P.1-22.
28. Doi K.; Mitoma C.; Nakahara T. et al. Antioxidant *Houttuynia cordata* extract upregulates filaggrin expression in an aryl hydrocarbon-dependent manner // *Fukuoka Igaku Zasshi.* 2014. V. 105. P. 205-213.
29. Oldham P., Barnes C., Hall S. A review of UK patent activity for genetic resources and associated traditional knowledge. 2013. [http://www.ip-watch.org/weblog/wp-content/uploads/2014/02/UK\\_IPGR\\_Full\\_Report\\_2013.pdf](http://www.ip-watch.org/weblog/wp-content/uploads/2014/02/UK_IPGR_Full_Report_2013.pdf)
30. Wigraiboon S., Nakao P Nomura N.P., Whangchai N. Effect of essential oils from *Houttuynia cordata* Thunb supplemented diets on growth performance and immune response of Hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* Linn. 4 *Oreochromis niloticus* Linn.)// *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies.* 2016. V.4, N3. P.677-684.
31. Дубовик Д.В. Роль эргазиофитов в формировании флоры Беларусь // Сб.ст. 11-й Межд. науч.-практ.конф. «Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микробиоты», 12-14 ноября 2013 г., Минск: Изд.центр БГУ. 2013. С.24-27.
32. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Колос. 1987. 430с.
33. Лакин Г.Ф. Биометрия. М: Высшая школа. 1990. 352с.
34. Liu C., Zhao Y., Li X., Jia J., Chen Y., Hua Z. Antioxidant capacities and main reducing substance contents in 110 fruits and vegetables eaten in China // *Food and Nutrition Sciences.* 2014. V.5. P. 293-307.
35. Круглов Д.С. Индивидуальная изменчивость элементного состава надземной части *Pulmonaria mollis* Hornem. // Химия растительного сырья. 2010. №1. С. 131-136.
36. Zhi-xi G. Content determination of microelements and heavy metal in *Houttuynia cordata* by dry ashing atomic absorption spectrometry // *Journal of Anhui Agricultural Sciences.* 2009. N16. P. 7322-7323
37. Corlett J.L., Clegg M.S., Keen C.L., Grivetti L.E. Mineral content of culinary and medicinal plants cultivated by Hmong refugees living in Sacramento, California // *International Journal of Food Sciences and Nutrition.* 2002. V.53, N2. P.117-128.

### References

1. Chen J., Weng W. Medicinal food: the Chinese perspective // *J.Med.Food.* 2009. V.1, N2. P.117-122. doi:10.1089/jmf.1998.1.117.
2. Wei L., Wu X.-J. Genetic variation and population differentiation in a medical herb *Houttuynia cordata* in China revealed by Inter-Simple Sequence Repeats (ISSRs) // *Int. J. Mol. Sci.* 2012, 13, 8159-8170.
3. Fu J., Dai L., Lin Z., Lu H. *Houttuynia cordata* Thunb: a review of phytochemistry and pharmacology and quality control // *Chinese Medicine.* 2013. V.4. P.101-123.
4. Handa S. S., Rakesh D. D., Vasisht K. Compendium of medicinal and aromatic plants. Trieste, Italy: ICS-UNIDO. 2006. Vol. II. 296 p.
5. Useful plants of Japan (described and illustrated). Vol 1. Agricultural Society of Japan, Tameike I., Akasaka, Tokyo. 1895. P.119.
6. Weckerle C.S., Huber F.K., Yongping Y. et al. Plant knowledge of the Shuhi in the Hengduan Mountains, Southwest China // *Economic Botany.* 2006. V.60, N1. P.3-23
7. Ju Y., Zhuo J., Liu B., Long C. Eating from the wild: diversity of wild edible plants used by Tibetans in Shangri-la region, Yunnan, China // *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine.* 2013;9:28. doi:10.1186/1746-4269-9-28.
8. Zeven A.C., Wet J.M.J. Dictionary of cultivated plants and their regions of diversity: excluding most ornamentals, forest trees and lower plants. Wageningen, Holland: Pudoc. 1982. P.63
9. Tshearing K., Thapa L., Matsushima K. et al. Edible wild plants of Bhutan and their contribution to food and nutrition security// In: Promotion of underutilized indigenous food resources for food security and nutrition in Asia and the Pacific/ Edited by P.Durst, N.Bayasgalanbat: FAO Edition, Bangkok. 2014. P.60-69.
10. Okada H. Karyomorphology and relationships in some genera of Saururaceae and Piperaceae // *Bot. Mag. Tokyo.* 1986. V.99. P.289-299.
11. Oginuma K., Hisako S., Yoshiko K. et al. Intraspecific polyploidy of *Houttuynia cordata* and evolution of chromosome number in the Saururaceae // *Chromosome Botany.* 2007. V. 2, N 3. P 87-91.
12. Kumar M., Prasad S.K., Laloo D., Joshi A., Hemalatha S. Pharmacognostical and phytochemical standardization of *Houttuynia cordata* Thunb.: a potent medicinal herb of North-Eastern India and China // *Phcog J.* 2014.V.6, N1. P.34-42.
13. Tucker S.C. Inflorescence and floral development in *Houttuynia cordata* (Saururaceae) // *Amer.J.Bot.* 1981. V.68. P. 1017-1032.
14. Xia N., Brach A.R. Flora of China (Saururaceae). St. Lois: Science Press, Beijing and Missouri Botanical Garden Press. 1999. V.4. P.108-109.
15. Lu L., Wortley A.H., Li D.-Z., Wang H., Blackmore S. Evolution of angiosperm pollen. 2. Basal angiosperms // *Ann. Missouri Bot. Gard.* 2015. V.100. P.227-269.
16. Takahashi M. Microsporogenesis in a parthenogenetic species, *Houttuynia cordata* Thunb. (Saururaceae) // *Botanical Gazette.* 1986. V.147, N1. P.47-54
17. Asakawa Y., Tomiyama K., Sakurai K., Kawakami Y., Yaguchi Y. Volatile compounds from the different organs of *Houttuynia cordata* and *Litsea cubeba* (L. citriodora) // *J. Oleo Sci.* 2017. P.1-7. doi: 10.5650/jos.ess17049.
18. Rathi R.S., Roy S., Misra A.K., Singh S.K. Ethnobotanical notes on *Houttuynia cordata* Thunb. in North-eastern region of India // *Ind. J. Nat. Prod. Res.* 2013. V.4, N4. P. 432-435.
19. Sekita Y., Murakami K., Yumoto H., Amoh T., Fujiwara N., Ogata S., Matsuo T., Miyake Y., Kashiwada Y. Preventive effects of *Houttuynia cordata* extract for oral infectious diseases // *BioMed Research International.* Volume 2016. ID 2581876, 8pages, <http://dx.doi.org/10.1155/2016/2581876>.
20. Kapoor R., Sharma B., Kanwar S.S. Antiviral phytochemicals: an overview // *Biochem. Physiol.* 2017. V.6, N2. 7 pages; doi: 10.4172/2168-9652.1000220.
21. Poolsil P., Prompong W., Chusri Talibumook C. Anti-hyperglycemic and anti-hyperlipidemic effects of extract from *Houttuynia cordata* Thunb. in streptozotocin-induced diabetic rats // *Pharmacogn J.* 2017. V.9, N3. P.382-387.
22. Chang N., Luo Z., Li D., Song H. Indigenous uses and pharmacological activity of traditional medicinal plants in Mount Taibai, China // *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine.* 2017. Article ID 8329817. 11 pages. <https://doi.org/10.1155/2017/8329817>.
23. Koyama T. New botanical materials with anti-androgenic activity/ In: Prostate Cancer - Original Scientific Reports and Case Studies/ Ed.: Spiess P.E. InTech. 2011. P.193-206.
24. Jeyaprakash K., Legg Y.J., Payum T., Pathinavel S., Jayakumar K. Diversity of medicinal plants used by Adi community in and around area of D' Ering Wildlife Sanctuary, Arunachal Pradesh, India // *World Scientific News.* 2017. V.65. P.135-159.
25. Bailung B., Puzari M. Traditional use of plants by the Ahoms in human health management in upper Assam, India // *Journal of Medicinal Plants Studies.* 2016. V.4, N2. P.48-51.
26. Hurrell J.A., Puentes J.P. Plant species and products of the traditional Chinese phytotherapy in the Ciudad Autonoma de Buenos Aires, Argentina // *Ethnobiology and Conservation.* 2017. V.6, N1. P.143
27. Patra S., Nithya S., Srinithya B., Meenakshi S.M. Review of medicinal plants for anti-obesity activity // *Translational Biomedicine.* 2015. V. 6, N3. P.1-22.
28. Doi K.; Mitoma C.; Nakahara T. et al. Antioxidant *Houttuynia cordata* extract upregulates filaggrin expression in an aryl hydrocarbon-dependent manner // *Fukuoka Igaku Zasshi.* 2014. V. 105. P. 205-213.
29. Oldham P., Barnes C., Hall S. A review of UK patent activity for genetic resources and associated traditional knowledge. 2013. [http://www.ip-watch.org/weblog/wp-content/uploads/2014/02/UK\\_IPGR\\_Full\\_Report\\_2013.pdf](http://www.ip-watch.org/weblog/wp-content/uploads/2014/02/UK_IPGR_Full_Report_2013.pdf)
30. Wigraiboon S., Nakao P Nomura N.P., Whangchai N. Effect of essential oils from *Houttuynia cordata* Thunb supplemented diets on growth performance and immune response of Hybrid red tilapia (*Oreochromis mossambicus* Linn. 4 *Oreochromis niloticus* Linn.)// *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies.* 2016. V.4, N3. P.677-684.
31. Dubovik D.V. Rol' eргазиофитов в формировании флоры Беларусь // Сб.ст. 11-й Межд. науч.-практ.конф. «Актуальные проблемы изучения и сохранения фито- и микробиоты», 12-14 ноября 2013 г., Минск: Изд.центр БГУ. 2013. С.24-27.
32. Ермаков А.И., Арасимович В.В., Ярош Н.П. и др. Методы биохимического исследования растений. Л.: Колос. 1987. 430с.
33. Лакин Г.Ф. Биометрия. М: Высшая школа. 1990. 352с.
34. Liu C., Zhao Y., Li X., Jia J., Chen Y., Hua Z. Antioxidant capacities and main reducing substance contents in 110 fruits and vegetables eaten in China // *Food and Nutrition Sciences.* 2014. V.5. P. 293-307.
35. Круглов Д.С. Индивидуальная изменчивость элементного состава надземной части *Pulmonaria mollis* Hornem. // Химия растительного сырья. 2010. №1. С. 131-136.
36. Zhi-xi G. Content determination of microelements and heavy metal in *Houttuynia cordata* by dry ashing atomic absorption spectrometry // *Journal of Anhui Agricultural Sciences.* 2009. N16. P. 7322-7323
37. Corlett J.L., Clegg M.S., Keen C.L., Grivetti L.E. Mineral content of culinary and medicinal plants cultivated by Hmong refugees living in Sacramento, California // *International Journal of Food Sciences and Nutrition.* 2002. V.53, N2. P.117-128.



# ДЕЙСТВИЕ СИДЕРАТОВ, МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ГУМАТА НА ЗАСОРЁННОСТЬ ПОСЕВОВ И УРОЖАЙНОСТЬ КОРНЕПЛОДОВ ЦИКОРИЯ КОРНЕВОГО

## THE INFLUENCE OF GREEN MANURE CROP, MINERAL FERTILIZERS AND HUMATES ON WEED INFESTATION OF CROP AREA AND YIELDING ABILITY IN CHICORY

Вытнова О.М. – врио директора, кандидат с.-х. наук  
Евсеева Е.А. – н.с.

ФГБНУ «Ростовская опытная станция по цикорию»  
E-mail: rossc2010@yandex.ru

Vjutnova O.M., Temporarily in Charge of Director, Ph.D. in Agriculture  
Evseeva E.A., Researcher

Rostov Chicory Experimental Station  
E-mail: rossc2010@yandex.ru

**Исследования проводили в 2011-2013 годах с использованием отечественного сорта цикория корневого Ярославский. Выявлено, что сидераты (особенно горохово-овсяная смесь) и удобрения значительно повышают количество листьев на растении с 11,0 штук на контроле до 20,6 штук в варианте с запашкой горохово-овсяной смеси в сочетании с применением  $N_{60}P_{60}K_{120}$  + В + гумат, где наблюдали наиболее мощное развитие листового аппарата у одного растения, а также самый высокий фотосинтетический потенциал посевов (до 1,54 млн.м<sup>2</sup> дн/га). Сидеральные предшественники оказали положительное влияние на засорённость посевов. Наименьшее количество сорных растений наблюдалось при использовании в качестве предшественника горохово-овсяной смеси (15,8 шт./м<sup>2</sup>). При анализе действия удобрений выявлено, что наиболее высокий уровень урожайности корнеплодов цикория (38,4 т/га) был получен при внесении минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{120}$  + В совместно с обработкой растений гуматом (прибавка в отношении к удобренному фону горохово-овсяной смеси 13,5 т/га или 54,2%). По результатам 3-х годичных исследований вариант овёс + горох +  $N_{60}P_{60}K_{120}$  + В + гумат был рекомендован в опытно-производственную проверку. В рекомендованном варианте наблюдалось более мощное развитие листового аппарата у одного растения, выращивание цикория по горохово-овсяной смеси с применением минеральных удобрений и Гумистара стабильно повышало урожайность во все годы испытаний, которая в среднем по годам составила 40,8 т/га, что составляет 129,5% к контролю. Условный чистый доход составил 129,1 тыс.руб/га; себестоимость – 2,8 тыс.руб/га; рентабельность – 56,3%.**

**Ключевые слова:** цикорий корневой, корнеплоды, сидераты, Гумистар, урожайность, засоренность.

**Для цитирования:** Вытнова О.М., Евсеева Е.А. Действие сидератов, минеральных удобрений и гумата на засорённость посевов и урожайность корнеплодов цикория корневого. Овощи России. 2017;(5):62-64. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-62-64

Основной агроприём в сохранении почвенного плодородия и увеличения урожайности цикория корневого – внесение органических удобрений под предшественник. Однако, с сокращением поголовья скота поступление навоза на поля уменьшилось в разы. Резерв поступления органического вещества – зелёные сидеральные удобрения: горохово-овсяная смесь, люпин, горчица и др. Цель наших исследований – изучить урожайность и качество цикория корневого в зависимости от использования сидератов, минеральных удобрений и гумата (Гумистар).

Условия, материалы и методы исследования

Исследования проводили в 2011-

2013 годах с использованием отечественного сорта Ярославский [1] на дерново-подзолистой среднесуглинистой почве с мощностью гумусового горизонта 25-27 см, содержанием гумуса 2,8%, подвижного фосфора 7,8 мг/100 г почвы и обменного калия 8,2 мг/100 г почвы. Реакция почвенного раствора pH находилась на уровне 5,8. В целом такой тип почвы типичен для большинства регионов Нечернозёмной зоны РФ.

Площадь опытной делянки составляла 33,6 м<sup>2</sup>, повторность опыта четырёхкратная. Сидераты (горохово-овсяную смесь, люпин, горчицу) выращивали в предыдущий год перед посевом цикория, контролем служил чистый пар.

Минеральные удобрения вносили весной в форме азофоски и сульфата калия, а борную кислоту и обработку гуматом (Гумистар) в концентрации 0,01% вносили в период образования корнеплодов у растений цикория. Закладку опытов и наблюдения за ростом и развитием растений, учёт урожая проводили в соответствии с методическими разработками ВНИИО [2] и Методикой полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве [3].

Посев семян цикория при норме высева 3 кг/га осуществляли в начале мая сеялкой ССТ-6 с междурядьями 70 см. В период вегетации проводили четыре междурядных обработки, уборку корнеплодов вручную поделяночно в третьей декаде сентября.

**Схема опыта**

1. Пар чистый (без удобрений)
2. Пар чистый + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + бор (B)
3. Пар чистый + N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + B + гумат
4. Овёс+горох (сидерат)
5. Овёс+горох+ N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + B
6. Овёс+горох+ N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + B+гумат
7. Люпин (сидерат)
8. Люпин+ N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + B
9. Люпин+ N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + B+гумат
10. Горчица (сидерат)
11. Горчица+ N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + B
12. Горчица+ N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + B+гумат

**Результаты исследований**

В процессе вегетации были проведены биометрические измерения листового аппарата, определён фотосинтетический потенциал посевов, который выявил существенное влияние сидератов и удобрений на рост и развитие растений цикория (табл.1). Выявлено, что сидераты (особенно горохово-овсяная смесь) и удобрения значительно повышают количество листьев на растении с 11,0 штук на контроле до 20,6 штук на варианте с запашкой горохово-овсяной смеси в сочетании с при-

менением N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>120</sub> + B + гумат, где наблюдали наиболее мощное развитие листового аппарата у одного растения (до 7334 см<sup>2</sup>), а также самый высокий фотосинтетический потенциал посевов (до 1,54 млн.м<sup>2</sup>дн/га).

Сидеральные предшественники оказали влияние на засорённость посевов. Наименьшее количество сорных растений наблюдалось при использовании в качестве предшественника горохово-овсяной смеси (15,8 шт./м<sup>2</sup>).

Результаты учёта урожайности корнеплодов цикория выявили положи-

Таблица 1. Влияние удобрений и предшественников на биометрические показатели растений цикория (среднее за 2011-2013 годы)

Предшественники и сидеральные культуры	Удобрения	Показатели			
		Кол-во листьев на растении, шт	Средняя площадь листьев на растении, см <sup>2</sup>	Фотосинтетический потенциал посевов, млн м <sup>2</sup> дн/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> сутки
Пар чистый (контроль)	без удобрений	11,0	2687	0,53	41,7
	NPK+B	13,0	3638	0,74	42,4
	NPK+B+гумат	15,4	4973	0,97	37,2
Горох+овёс	без удобрений	11,3	3109	0,65	38,5
	NPK+B	15,3	4811	1,04	35,3
	NPK+B+гумат	20,6	7334	1,54	27,6
Люпин	без удобрений	11,5	2864	0,53	49,4
	NPK+B	14,5	3926	1,04	38,2
	NPK+B+гумат	17,0	5528	1,21	33,1
Горчица	без удобрений	11,3	2856	0,51	48,9
	NPK+B	13,3	3836	0,85	43,5
	NPK+B+гумат	15,1	5218	1,23	39,9

Таблица 2. Действие предшественников и удобрений на урожайность корнеплодов цикория (средние за 2011-2013 годы)

Предшественники и сидераты	Удобрения			Среднее	
	контроль	NPK + B	NPK+B+гумат	т/га	%
Пар чистый	21,7	26,2	32,0	26,6	100
Горох+овёс	24,9	32,9	38,4	32,1	121
Люпин	24,2	28,0	32,8	28,3	106
Горчица	23,5	29,5	34,5	29,2	110
Среднее по удобрениям, т/га	23,6	29,2	34,4		
%	100	124	146		

HCP<sub>05</sub>= 3,3 т/га; P% = 3,89.

тельную роль предшественников и удобрений (табл.2).

Применение в качестве сидерата горохово-овсянной смеси увеличило урожайность корнеплодов цикория с 24,9 до 38,4 т/га, т.е. на 21%, горчицы – на 14%, а применение люпина повышало урожайность незначительно (лишь на 6%).

При анализе действия удобрений выявлено, что наиболее высокий уровень урожайности корнеплодов цикория (38,4 т/га) был получен при внесении минеральных удобрений в дозе  $N_{60}P_{60}K_{120}$  + В совместно с обработкой растений гуматом (прибавка в отношении к удобренно му фону горохово-овсянной смеси 13,5 т/га или 54,2%). На других сидеральных фонах также наблюдалась прибавка урожайности от 8,6 до 11,0 т/га. Дополнительная обработка растений гумистаром в период начала образования корнеплодов по сравнению с фоном  $N_{60}P_{60}K_{120}$  + В также была эффективной. При этом прибавка урожая составила от 22% в варианте с использованием в качестве предшественника чистого пара до 17% во всех вариантах с применением сидератов.

По результатам 3-х годичных исследований лучшими показателями отличался вариант овёс + горох +  $N_{60}P_{60}K_{120}$  + В + гумат, который был рекомендован в опытно-производственную проверку, которая проводилась в 2014-2016 годах по той же методике. Площадь опытной делянки составила 420 м<sup>2</sup>.

#### Схема опыта

1. Пар чистый (без удобрений)
2. Овёс + горох +  $N_{60}P_{60}K_{120}$  + В + гумат

Горохово-овсянная смесь и удобрения существенно повлияли на количество листьев на растении. Этот показатель здесь превышал контроль по годам от 3 до 7 штук. В рекомендованном варианте наблюдалось более мощное развитие листового аппарата у одного растения (площадь листовой поверхности составила 4209 см<sup>2</sup>, в то время, как на контроле лишь 2835 см<sup>2</sup>, а показатели фотосинтетического потенциала – 1,9 млн м<sup>2</sup>дн/га, на контроле – 1,1 млн м<sup>2</sup>дн/га) (табл. 3).

Выращивание цикория по горохово-овсянной смеси с применением мине-

ральных удобрений и Гумистара стабильно повышало урожайность во все годы испытаний, которая в среднем по годам составила 40,8 т/га, что составляет 129,5% к контролю.

На дерново-подзолистых почвах Ярославской области лучшим сидеральным предшественником для возделывания цикория корневого является горохово-овсянная смесь, запаханная в качестве сидерата, в сочетании с применением удобрений  $N_{60}P_{60}K_{120}$  весной и подкормкой растений бором и Гумистаром в период начала образования корнеплодов, обеспечивающая ускорение роста и развития растений, наибольший фотосинтетический потенциал посевов, некоторое снижение засорённости и наивысшую урожайность корнеплодов.

Экономическая эффективность от применения сидерата, минеральных удобрений и гумата:

- условный чистый доход – 129,1 тыс.руб/га;
- себестоимость – 2,8 тыс.руб/га;
- рентабельность – 56,3%.

Таблица 3. Влияние удобрений и предшественников на биометрические показатели растений цикория

Варианты опыта	Годы исследований	Показатели			
		Количество листьев на одном растении, шт.	Площадь листовой поверхности на 1 растении, см <sup>2</sup>	Фотосинтетический потенциал посевов, млн м <sup>2</sup> дн./га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м <sup>2</sup> сутки
<b>Пар чистый (контроль)</b>	2014	11,0	2398	0,9	32,4
	2015	13,6	2930	1,1	28,5
	2016	13,9	3177	1,3	33,8
	среднее	12,8	2835	1,1	31,8
<b>Горох+овёс+<math>N_{60}P_{60}K_{120}</math>+В+гумат</b>	2014	12,0	5999	1,3	21,8
	2015	14,2	3318	1,5	24,9
	2016	13,9	3311	2,2	26,2
	среднее	15,4	4209	1,9	243,3

Таблица 4. Действие предшественников и удобрений на урожайность корнеплодов цикория

Варианты опыта	Урожайность по годам исследований, т/га					Отклонение от контроля	
	2014	2015	2016	среднее	т/га	%	
<b>Пар чистый (контроль)</b>	29,8	31,4	33,3	31,5	-	-	
<b>Горох+овёс+<math>N_{60}P_{60}K_{120}</math>+В+гумат</b>	41,4	37,3	43,8	40,8	9,3	29,5	

#### Литература

1. Вьютнова О.М., Полянина Т.Ю., Тарасенков И.И. Экономическая эффективность возделывания в НЧЗ РФ корневого цикория сорта Ярославский – Сборник научных трудов по овощеводству и бахчеводству – 2009. – С.135;
2. Литвинов С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве – М., ВНИИО. - 2011. – С.648;
3. В.Ф. Белик Методика полевого опыта в овощеводстве и бахчеводстве – М., Колос, 1992. – С.319.

#### References

1. V'yutnova O.M., Polyanina T.YU., Tarasenkov I.I. EHkonomicheskaya effektivnost' vozdel'yaniya v NCHZ RF kornevogo cikoriya sorta YAroslavskij – Sbornik nauchnyh trudov po ovoshchevodstvu i bakhchevodstvu – 2009. – S.135;
2. Litvinov S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve – M., VNIIO. - 2011. – S.648;
3. V.F. Belik Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve i bakhchevodstve – M., Kolos, 1992. – S.319.

# ХОЗЯЙСТВЕННОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ЦЕЛЕБНЫЕ СВОЙСТВА КУЛЬТУРЫ ЦИКОРИЯ

## ECONOMIC IMPORTANCE AND CURATIVE PROPERTIES OF CHICORY



**Вытнова О.М.** – врио директора, кандидат с.-х. наук  
**Новикова И.А.** – н.с.

ФГБНУ «Ростовская опытная станция по цикорию»  
 E-mail: rossc2010@yandex.ru

*В статье отражено хозяйственное значение цикория корневого как сырья для нужд пищевой промышленности, так и для других отраслей народного хозяйства. Отражены целебные свойства культуры и её применение в медицинских целях.*

**Ключевые слова:** цикорий, хозяйственное значение, лекарственные свойства.

**Для цитирования:** Вытнова О.М., Новикова И.А. Хозяйственное значение и целебные свойства культуры цикория. *Овощи России.* 2017;(5):65-66. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-65-66

**Vjutnova O.M.**, Temporarily in Charge of Director, Ph.D. in Agriculture  
**Novikova I.A.**, Researcher

Rostov Experimental Station on Chicory  
 E-mail: rossc2010@yandex.ru

*The economic importance of chicory root as raw material for the food industry and for other sectors of the economy is presented in the article. Healing properties of the culture and its application in the medical purposes have been also shown.*

**Keywords:** chicory root, economic importance, medical purposes.

**For citation:** Vjutnova O.M., Novikova I.A. Economic importance and curative properties of chicory. *Vegetable crops of Russia.* 2017;(5):65-66. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-65-66

«Золотым корешком» издавна называют корневой цикорий в Ростовском районе Ярославской области – традиционном месте его возделывания, во-первых, потому что эта культура приносila немалую прибыль сельхозпроизводителям и переработчикам корнеплодов, во-вторых, из-за своих целебных свойств.

Цикорий является ценным компонентом при производстве чайных и кофейных напитков (до 70%), он придаёт им аромат, специфический вкус, окраску настоя и экстрактивность, повышает питательность. Ценность его для кофекорной промышленности определяется содержанием в корнеплодах инулина, фруктозы, интибина и цикроэоля. Продукт из порезанных на кубики и высушенных корнеплодов пользуется большим спросом на мировом рынке.

В кондитерской промышленности цикорий применяется при производстве конфет, пряников, тортов, пудингов и т.п.

Являясь отличным естественным красителем, цикорий применяется для окраски бульонов, соусов, заливных блюд, сидра и других готовых блюд и продуктов питания.

Цикорий находит различное применение в домашнем хозяйстве и для технических целей как краситель ткани, паркета, стен, мебели, волос, чистки домашней посуды, бронзы, меди, ковров тёмного цвета и др.

Некоторые художники используют цикорий для придания блеска акварели.

Как продукт питания цикорий выпускается в виде растворимого порошка, зёрн, обжаренных в кукурузном масле, растворимой пасты и обжаренного и молотого продукта в пакетированном виде. Особенно большим спросом на рынке пользуется растворимый пастообразный цикорий, содержащий до 70%

сухого вещества, основной частью которого является фруктоза.

За рубежом из корнеплодов цикория вырабатывают твёрдые растительные масла, выделяют фруктозу в чистом виде как заменитель дисахаров, а также для производства кондитерских изделий для людей, страдающих сахарным диабетом. В последнее время всё большая часть производимого там цикория идёт на переработку и выделение инулина в чистом виде, который затем добавляется во всевозможные продукты питания и даже в корма для домашних животных.

В зависимости от сорта и условий возделывания в корнеплодах цикория содержится углевода инулина – 16-24, фруктового сахара – 2-5, белков – 1,2% от сухого вещества (О.В. Борисюк, К.А. Маковецкий, А.Д. Яценко, 2001).

Готовый промышленный продукт цикория содержит в среднем: безазотистых экстрактивных веществ – 45,8, сахаров – 17,5, азотистых веществ – 7,4% (Б.В.Квасников, В.А.Вильчик, 1969).

Общее содержание водорастворимых веществ в цикорном продукте составляет около 70%. Столь высокое содержание растворимых питательных веществ, а также приятный горьковатый привкус, тёмный кофейный цвет и густота напитка делают его ценным продуктом питания (В.А. Вильчик, 1982).

Корнеплоды и листья цикория содержат большое количество углеводов и поэтому являются ценным питательным сочным кормом для сельскохозяйственных животных. В 100 кг корнеплодов содержится 25,7 кормовых единиц, а в 100 кг кормовой свёклы – 14,5. Возделывание цикория в качестве кормового растения давно практикуется в странах Западной Европы (Англия, Франция, Польша и др.). При этом цикорий высевается не только в чистом виде, но и в

смеси с кормовыми травами (Б.А. Паншин, 1935; Н.Н. Волков, 1959 и др.).

На основании экспериментального исследования, проведённого К.А. Давидовичем и Н.С. Давыдовой (1953), установлено, что семенники цикория являются отличным медоносом. При густоте насаждения в 25 тыс. растений на одном гектаре в среднем можно получить около 100 кг высококачественного мёда, в то время как, например, гречиха даёт около 70 кг. Y.Locert (1958) также относит цикорий к хорошим медо- и пергоносам.

Цикорий с незапамятных времён имеет широкое применение в народной медицине при лечении больных диабетом, при болезнях печени, желудка, почек, сердца, нервных и других заболеваниях (Болотов, 1781). Исследованиями Парижской медицинской лаборатории установлено, что в корнеплодах цикория содержится 33 элемента и витамины A, E, B, B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, PP (Вильчик, 1982).

Учёный химик и фармаколог Бэлден в своих проведённых экспериментах в 1953 году показывает, что «цикорий облегчает работу сердца, упорядочивает кровообращение, придавая организму смягчающий элемент». Добавление цикория в кофе снижает сердцебиение, происходящее от действия кофеина.

Он также доказал воздействие цикория на функции печени и важность употребления цикория диабетиками, где инулин цикория, переходя во фруктозу, которая непосредственно ассимилируется кровью без предварительного переваривания, облегчает работу печени и более быстро удаляет токсины из организма.

Крепкие дозы цикория (строго дозированы) растворяют камни в печени и желчном пузыре, после чего хирургическое вмешательство может оказаться излишним.

Учёные Баглиони, Арулини, Шмитберг установили, что наличие в цикории горьких элементов, прежде всего цикореоля, воздействует на выделение гастрических соков, чем стимулирует работу желудка, препятствует запорам, препятствует развитию патогенной микрофлоры.

Стимулируя пищеварение, цикорий вызывает активность желчи, печени и почек, способствует быстрому погашению жиров желчью.

Цикорий воздействует стимулирующе на нервную систему, не причиняя ей вреда. Он балансирует центральную нервную систему, устраняет бессонницу, способствует хорошему самочувствию по утрам (проф. Винхель) (Нетесов, 1991).

Широкое распространение цикорий получил в качестве примеси к натуральному кофе. Высокий процент водорастворимых веществ повышает экстрактивность напитка и придаёт горьковатый привкус, сходный со вкусом натурального кофе.

Добавление в кофе цикория понижает сердцебиение, происходящее от действия кофеина, который находится в кофе.

Эти описания целебного воздействия цикория на главные органы человека далеко не исчерпывающие. Многие зарубежные авторы показали, что цикорий оказывает тонизирующее, активизирующее, жаропонижающее, освежающее и другие положительные воздействия на организм человека.

Таким образом, цикорий является хотя и малораспространённой, но весьма ценной сельскохозяйственной культурой.



## ● Литература

- Болотов А.Т. О цикории – М. Экономический магазин, 1781. – №62. – С.42.
- Борисюк О.В., Маковецкий К.А., А.Д. Яценко А.Д. Взаимосвязь сухого вещества и инулина в корнеплодах цикория корневого – Киев, Цукрови бураки, 2001. № 3. – С.6-8.
- Вильчик В.А. Цикорий – Ярославль, В-в книжное издательство, 1982 – С.8-11.
- Волков Н.Н. Биологические основы селекции цикория – М., Наука и жизнь, 1959. – №2. – С.14.
- Давидович К.А., Давыдова Н.С. Цикорий и медоносные пчёлы – М., Пчеловодство, 1947. – №1. – С.19.
- Квасников Б.В., Вильчик В.А. О сортах цикория – М., Картофель и овощи, 1969. – №5. – С.30-31.
- В.А. Нетесов Цикорий: целебные и кулинарные свойства – Ростов-Ярославский, 1991. – С.6.
- Паншин Б.А. Биохимия цикория // Сб.Цикорий – М., Издательство НИИ сырья спиртовой промышленности, 1935. – С.59.

## ● References

- Bolotov A.T. O cikorii – M. EHkonomicheskiy magazin, 1781. – №62. – S.42.
- Borisuk O.V., Makoveckij K.A., A.D. YAcenko A.D. Vzaimosvyaz' suhogo veshchestva i inulina v korneplodah cikoriya kornevogo – Kiev, Cukrovi buraki, 2001. № 3. – S.6-8.
- Vil'chik V.A. Cikorij – YAroslavl', V-v knizhnoe izdatel'stvo, 1982 – S.8-11.
- Volkov N.N. Biologicheskie osnovy selekciy cikoriya – M., Nauka i zhizn', 1959. – №2. – S.14.
- Davidovich K.A., Davydova N.S. Cikorij i medonosnye pchyoly – M., Pchelovodstvo, 1947. – №1. – S.19.
- Kvasnikov B.V., Vil'chik V.A. O sortah cikoriya – M., Kartofel' i ovoshchi, 1969. – №5. – S.30-31.
- V.A. Netesov Cikorij: celebnye i kulinarnye svojstva – Rostov-YAroslavskij, 1991. – S.6.
- Panshin B.A. Biohimija cikoriya // Sb.Cikorij – M., Izdatel'stvo NII syr'ya spirtovojo promyshlennosti, 1935. – S.59.

# МОДЕЛИРОВАНИЕ УРОЖАЙНОСТИ И КАЧЕСТВА СТОЛОВЫХ КОРНЕПЛОДОВ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ АГРОТЕХНИЧЕСКИХ ПРИЕМОВ



## MODELING OF YIELD AND QUALITY OF TABLE ROOT CROPS WITH THE USE OF DIFFERENT AGROTECHNICAL METHODS

Надежкин С.М.<sup>1,3</sup> – доктор биол. наук, зам. директора  
 Гаплаев М.Ш.<sup>2</sup> – доктор с.-х. наук, директор

<sup>1</sup> ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)  
 143080, Россия, Московская обл.,  
 Одинцовский р-н, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14

E-mail: nadegs@yandex.ru

<sup>2</sup> ФГБНУ «Чеченский НИИСХ»  
 366021, Россия, Чеченская Республика,  
 Грозненский р-н, п. Гикало, ул. Ленина, 1

E-mail: chechniish@mail.ru

<sup>3</sup> Учебно-опытный почвенно-экологический центр  
 МГУ имени М.В. Ломоносова  
 141592, Россия, Московская область,

Солнечногорский район, п/о Ударный, пос. Чашниково

Nadezhkin S.M.<sup>1,3</sup>, Doctor of Sciences, Deputy Director  
 Gaplaev M.Sh.<sup>2</sup>, Doctor of Sciences, Director

1 FSBSI Federal Scientific Vegetable Center  
 Selectionaya St., 14, VNIISOK,  
 Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia  
 E-mail: nadegs@yandex.ru

2 FSBSI Chechen Research Institute of Agriculture  
 Lenin St. 1, Gikalo, Grozny region, Chechen Republic, 366021, Russia  
 E-mail: chechniish@mail.ru

3 Educational and Experimental, Soil and Ecological Centre  
 at Lomonosov Moscow State University  
 Chashnikovo, P.O. Udarniy, Solnechnogorsk region,  
 Moscow oblast, 141592, Russia  
 E-mail: nadegs@yandex.ru

В условиях полевых опытов, проведенных в предгорной зоне Чеченской Республики, изучали влияние различных доз удобрений, орошения и нормы высева моркови и свеклы столовой. Использование  $N_{40-80}P_{40-80}K_{40-80}$  при возделывании моркови столовой обеспечивает рост урожайности с 22,8 до 30,8-33,2 т/га, или на 35-46%. Под влиянием орошения урожайность возрастает на 30-33%. Применение  $N_{40}P_{40}K_{40}$  и поддержание влажности почвы на уровне 70% НВ при выращивании моркови обеспечивает улучшение товарно-хозяйственных и биохимических показателей корнеплодов, что проявляется в увеличении содержания сухого вещества, суммы сахаров и витаминов. Математическое моделирование процессов формирования урожайности и качества корнеплодов моркови и свеклы столовой показывает, что для формирования максимальной продуктивности в условиях черноземных почв предгорной зоны Центрального Предкавказья оптимальный уровень минерального питания должен быть на уровне  $N_{40-60}P_{40-60}K_{40-60}$ . Дальнейший рост доз удобрений не обеспечивает пристра урожайности и приводит к снижению качества продукции. Повышение уровня предполивной влажности выше 70-75% НВ также не обеспечивает роста урожайности и вместе с тем снижает качество корнеплодов. Использование математических моделей позволяет рационально определять нормы применения удобрений в зависимости от применения орошения и нормы высева при выращивании моркови и свеклы столовой.

**Ключевые слова:** морковь столовая, свекла столовая, минеральные удобрения, орошение, норма высева, урожайность, моделирование, биохимический состав.

**Для цитирования:** Надежкин С.М., Гаплаев М.Ш. Моделирование урожайности и качества столовых корнеплодов при использовании различных агротехнических приемов. Овощи России. 2017;(5):67-71. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-67-71

*The effects of different fertilizer rates, irrigation, sowing rate for carrot and red beet were studied in the field condition in food-hills zone of Chechen Republic. The use of  $N_{40-80}P_{40-80}K_{40-80}$  caused the increase in yield from 22.8 to 30.8-33.2 t/ha or by 35-46%, when cultivating a carrot crop. Under irrigation the yield increases by 30-33%. Application of  $N_{40}P_{40}K_{40}$  and maintenance of soil moisture at 70% of moisture rate provoked the improvement in value, market and biochemical characteristics of roots; where the increased contents of dry matter, total sugar and vitamins were observed. The mathematical modeling for the process of yielding abilities and root quality in carrot and red beet showed that highest productivity can be achieved on chernozem soil at Central Pre-Caucasus zone when the level of mineral plant nutrition was  $N_{40-60}P_{40-60}K_{40-60}$ . The further increment in fertilizer doses does not bring an improvement to yields and leads to decrease in quality of yields. The increased level of antecedent soil water moisture 70-75% of moisture rates does not raise the yield, on the contrary decreasing at the same time the root quality. The use of mathematical modeling enables to rationally define the fertilizer rates depending on application of irrigation and sowing rates in cultivation of carrot and red beet.*

**Keywords:** garden carrot, red beet, mineral fertilizers, irrigation, sowing rates, yielding, modeling, biochemical composition.

**For citation:** Nadezhkin S.M., Gaplaev M.Sh. Modeling of yield and quality of table root crops with the use of different agrotechnical methods. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):67-71. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-67-71

### Введение

Математическое моделирование урожайности сельскохозяйственных культур предполагает поиск оптимального уровня и соотношения факторов, влияющих на него [10]. Математическая модель в конкретном случае строится на основании formalизованных в виде уравнений регрессии производственные функций, которые выражают количественную связь урожая с факторами производства (агроклиматические и почвенные ресурсы, физиологи-

ческие процессы в растении и т.д.). Производственные функции предназначены для установления пределов возможного увеличения урожайности сельскохозяйственных культур при оптимизации данных факторов или минимизации затрат ресурсов на получение заданного урожая [14].

На современном этапе нужно решать задачи моделирования на уровне выявления регрессионных связей с определением параметров действующих факторов в условиях конкретных климатических

условий для выявления лимитирующих среди них и поиска технологических приемов, обеспечивающих ослабление их отрицательного действия [5, 11].

При решении задач по повышению эффективности использования земельных ресурсов и получению высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственных культур наибольший интерес представляют рост и развитие сельскохозяйственных растений (продукционный процесс) на конкретном поле. Соответствующие технологии информа-

ционного обеспечения процесса принятия решений требуют оценки качества и количества растениеводческой продукции, что невозможно без применения метода моделирования, а использование при этом динамических имитационных моделей агроэкосистем является перспективным направлением. Однако несоответствие моделей процессам и явлениям, реально имеющим место на полях, приводит к потере всех преимуществ управления с использованием современных информационных технологий, нерациональному использованию ресурсов и развитию экологически неблагоприятных процессов [1, 10].

Сложность и нелинейность зависимостей между признаками часто делает применение классических методов прикладной статистики для построения моделей урожайности малоэффективным, а результаты моделирования трудно интерпретируемыми [7]. Кроме этого, сельхозпредприятия не всегда содержат в своем штате аналитиков, имеющих соответствующую математическую подготовку. В этой связи практический интерес представляет разработка методик применения различных эвристических методов, которые, хотя и не являются полностью математически обоснованными, позволяют получить приемлемое решение в большинстве практически значимых случаев [4].

В этой связи целью нашей работы было выявление оптимальных параметров использования удобрений и орошения при разных нормах высева путем поиска математических зависимостей формирования урожайности и качества корнеплодов моркови и свеклы столовой.

#### Условия и методика проведения исследований

Исследования проводились в ГУП Госхоз «Орджоникидзевский» Ачхой-Мартановского района, расположенному в предгорной зоне Чеченской Республики. Агрохимическая характеристика пахотного (0-30 см) чернозема обыкновенного имела следующие показатели: нейтральная реакция среды – pH<sub>KCl</sub> 6,9-7,0, содержание гумуса по Тюрину – 4,1-4,2%, щелочногидролизуемого азота по

Корнфильду – 85-115 мг/кг почвы, подвижного фосфора по Труогу – 32-45 мг, обменного калия по Бровкиной – 310-380 мг/кг почвы.

Схема опыта: (3x3x3)x3 со следующими факторами и градациями:

**Фактор А** – применение удобрений: 1 – без внесения удобрений, 2 – одинарная доза минеральных удобрений ( $N_{40}P_{40}K_{40}$ ), 3 – двойная доза ( $N_{80}P_{80}K_{80}$ ).

**Фактор В** – предполивная влажность почвы: 1 – полив при влажности ниже 60% НВ, 2 – ниже 70%, 3 – полив при влажности ниже 80% НВ.

**Фактор С** – норма высева: моркови столовой 1 – 444 тыс. шт./га, 2 – 770, 3 – 855 тыс. шт./га; свеклы столовой соответственно 278, 463 и 537 тыс.шт./га.

Учетная площадь опытных делянок – 25 м<sup>2</sup>.

#### Результаты и их обсуждение

Применение удобрений, создание хорошей влагообеспеченности во все периоды вегетации, использование оптимальных сроков посева и густоты стояния растений в соответствии с генетическими потребностями конкретной культуры, сорта или гибрида – основа получения максимального урожая [8, 9, 13].

В среднем за годы исследований влияние изучаемых факторов на урожайность моркови определялось как их действием, так и взаимодействием. Под влиянием одинарной нормы применения удобрений, в среднем по остальным факторам, урожайность корнеплодов возрастила с 22,8 до 30,8-33,2 т/га, или на 35-46% (табл. 1).

Вместе с тем, действие удобрений определялось и другими факторами. Так, при низкой влажности почвы высокие дозы удобрений ( $N_{80}P_{80}K_{80}$ ) не обеспечивали повышения продуктивности моркови, или даже вызывали тенденцию ее снижения, так как при этом возрастает концентрация почвенного раствора, отрицательно действующая на деятельность корневой системы овощных культур [15]. При поддержании предполивной влажности почвы на уровне 70-80% НВ использование удобрений, как в одинарной, так и двойной норме приводило к статистически доказуемому росту урожайности корнеплодов. При этом, если рост урожайно-

сти от использования  $N_{40}P_{40}K_{40}$ , составил 8,0 т/га, то применение  $N_{80}P_{80}K_{80}$  в сравнении с предыдущей нормой обеспечило получение дополнительно только 2,4 т/га корнеплодов, или в расчете на килограмм действующего вещества удобрений, в 3,4 ниже.

При выращивании моркови на Северном Кавказе увеличение доз удобрений свыше  $N90P90K90$  не повышает урожайность и является излишним [12].

В зависимости от густоты стояния растений эффективность применения удобрений также различалась, но зависела от использования орошения. При этом рост нормы удобрений с  $N_{40}P_{40}K_{40}$  до  $N_{80}P_{80}K_{80}$  при увеличении нормы высева с 444 до 855 тыс.шт./га без использования поливов обеспечивал рост урожайности на 0,8-1, т/га, а при поддержании влажности на уровне 70-80% НВ – на 4,3-4,4 и 2,0-2,9 т/га соответственно.

Регулирование водного режима почвы также оказывало существенное влияние на урожайность корнеплодов. В среднем по остальным факторам, использование орошения обеспечивало увеличение урожайности моркови с 24,1 до 30,0-32,6 т/га, или на 24-35%. При этом эффективность использования поливной воды определялась, в первую очередь, использованием удобрений. Так, без применения удобрений рост уровня предполивной влажности с 70 до 80%НВ ни при одной густоте стояния растений не обеспечивал достоверного увеличения урожайности, а при использовании обеих норм удобрения способствовал статистически доказуемому росту урожайности.

Статистическая обработка экспериментального материала при изучении различных типов гибридов, проведенная на основании исследований ВНИИО, показала, что связь между густотой стояния и массой корнеплода моркови прямая, отрицательная с коэффициентом корреляции от -0,896 до -0,940 [6].

Густота стояния растений из изучаемых факторов оказывала наименьшее влияние на урожайность корнеплодов, но это зависело от сочетания других агроприемов. В целом по опыту, рост нормы высева с 444 до 770-855 тыс./га, обеспе-

Таблица 1. Урожайность моркови гибрида F<sub>1</sub> Грибовчанин в зависимости от удобрения, орошения и нормы высева, т/га, среднее за 2004-2006 г.оды

Дозы удобрений, кг/га, д.в. (фактор А)	Норма высева, тыс. шт./га (фактор В)	Влажность почвы, % НВ (фактор С)			Средняя по А, т/га	Средняя по В, т/га
		60	70	80		
<b>Без удобрения</b>	444	19,0	22,2	23,1	22,8 100,0	27,2/100,0
	770	21,7	23,4	24,0		29,3/107,7
	855	22,0	24,6	25,0		30,2/111,0
<b>N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub></b>	444	23,6	29,4	33,6	30,8 135,1	
	770	26,2	31,4	36,7		
	855	26,4	32,3	37,2		
<b>N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub></b>	444	24,4	33,7	35,6	33,2 145,6	
	770	26,3	36,5	37,7		
	855	27,5	36,7	40,1		
<b>Средняя по С, т/га</b>		24,1	30,0	32,6		
		100,0	124,5	135,3		

HCP<sub>05</sub>: A = B = C = 1,6, HCP<sub>05</sub> частных различий – 2,8

Таблица 2. Доля влияния факторов на формирование урожайности моркови и свеклы столовой

Факторы	Морковь столовая		Свекла столовая	
	общая урожайность	товарная урожайность	общая урожайность	товарная урожайность
Удобрения А	38,1	40,1	43,1	15,5
Орошение В	30,2	25,2	24,8	29,7
Норма высева С	12,4	18,6	11,3	30,3
Взаимодействие АВ	4,3	3,5	3,1	2,8
Взаимодействие АС	1,2	1,4	2,6	4,1
Взаимодействие ВС	1,9	2,3	2,7	3,9
Взаимодействие АВС	2,6	2,2	0,4	3,5
Неучтенные факторы (погода)	9,3	6,7	11,8	10,2

печивал рост урожайности с 27,2 до 29,3-30,2 т/га, или на 8-11%. Вместе с тем, без применения удобрений использование максимальной густоты стояния растений обеспечивало статистически доказуемый рост урожайности только при сочетании N80P80K80 и предполивной влажности 80%НВ. В связи с тем, что при увеличении нормы высева растений моркови гибрида F1 Грибовчанин выше 770 тыс.шт./га достоверного роста урожайности не происходит, можно сделать предположение о том, что нет необходимости в более высокой загущенности растений при выращивании сортотипа Нантская.

Статистическая обработка экспериментальных данных показала, что в формировании как общей, так и товарной урожайности моркови столовой определяющую роль играют два основных фактора – применение удобрений и орошение. На их долю приходилось соответственно 38,1-30,2 и 25,2-40,1% общего варьирования урожайности корнеплодов (табл. 2). Густота стояния растений оказывала значительно меньшее влияние – 12,4-12,8%. На долю погодных условий приходилось всего 6,7-9,3%, а на взаимодействие изучаемых факторов – 9,4-10,0% изменчивости [2, 3].

Статистическая обработка экспериментального материала позволила выявить, что между изучаемыми факторами с одной стороны и урожайностью корнеплодов, их товарными и хозяйственными качествами, а также биохимическим составом, с другой, существуют определенные зависимости. Использование полной факториальной схемы проведения экспериментальных исследований дало возможность математически описать процессы формирования урожайности и качества корнеплодов моркови (табл. 3), а их графическое отображение – дать возможность количественно определить изменения в изучаемом показателе в зависимости от величины опытного фактора (доз удобрений, уровня влажности, густоты стояния растений).

Так, при изучении взаимодействия применения удобрений и орошения на урожайность моркови выявлено, что на неорошаемой почве использование N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> вызывает рост урожайности на 2-4 т/га, а повышение дозы до N80P80K80 оказывает угнетающее влияние на данный показатель (рис. 1).

В то же время, при поддержании предполивной влажности на уровне 70% НВ,

прибавка урожайности от использования умеренных и повышенных доз минеральных удобрений достигает 8-12 т/га, а при 80% НВ – 16-20 т/га. Использование орошения без использования удобрений вызывает рост урожайности на 2-4 т/га, а при внесении N<sub>40-80</sub>P<sub>40-80</sub>K<sub>40-80</sub> прирост продуктивности достигает 6-14 т/га.

Изучение взаимосвязи влияния удобрений и густоты состояния растений показало, что без использования удобрений рост нормы высева со 444 до 855 тыс. шт/га не оказывает влияния на урожайность моркови (рис. 2). При использовании N<sub>40-80</sub>P<sub>40-80</sub>K<sub>40-80</sub> увеличение числа растений на единице площади обеспечивает рост урожайности на 3-8 т/га. Эффективность использования удобрений в определенной мере зависит от густоты стояния растений. Так, при высеве 444 тыс. шт/га от применения N<sub>40</sub>P<sub>40</sub>K<sub>40</sub> получено дополнительно 8 т/га корнеплодов, а при использовании повышенной нормы удобрений дальнейшего роста урожайности не происходит. В то же время при густотах 770 и 855 тыс./га применение N<sub>80</sub>P<sub>80</sub>K<sub>80</sub> дает дополнительную прибавку урожайности на уровне 3-5 т/га в сравнении с одинарной нормой удобрений.

Таблица 3. Фрагмент модели влияния изучаемых факторов на формирование урожайности и качества корнеплодов моркови столовой гибрида F<sub>1</sub> Грибовчанин

Показатель (Z)	Уравнение регрессии	R <sup>2</sup>
<b>Использование удобрений (x – единичная доза N, P и K), y – норма высева, тыс.шт/га</b>		
Товарность, %	Z = 51,17 - 0,011x - 0,00050x <sup>2</sup> + 0,131y - 0,00011y <sup>2</sup> + 0,000043xy	0,246
Масса корнеплода, г	Z = 40,97 + 0,506x - 0,00061x <sup>2</sup> + 0,168y - 0,00015y <sup>2</sup> - 0,00044xy	0,405
Содержание сахаров, %	Z = 5,96 + 0,023x - 0,00026x <sup>2</sup> + 0,0015y - 0,000016y <sup>2</sup> + 0,000026xy	0,512
Содержание каротина, %	Z = 8,60 + 0,043x - 0,00033x <sup>2</sup> + 0,0019y - 0,000024y <sup>2</sup> + 0,000032xy	0,810
<b>Использование удобрений (x – единичная доза N, P и K), y – предполивная влажность почвы, % НВ</b>		
Товарность, %	Z = 51,17 - 0,011x - 0,00050x <sup>2</sup> + 0,131y - 0,00011y <sup>2</sup> + 0,000043xy	0,732
Масса корнеплода, г	Z = -291,4 - 0,401x - 0,00061x <sup>2</sup> + 10,08y - 0,067y <sup>2</sup> + 0,0086xy	0,628
Содержание сахаров, %	Z = 13,69 + 0,029x - 0,00026x <sup>2</sup> - 0,190y + 0,0012y <sup>2</sup> - 0,000062xy	0,925
<b>Густота стояния растений, тыс. шт/га (x), y – предполивная влажность почвы, % НВ</b>		
Урожайность, т/га	Z = -80,59 - 0,0063x + 0,0000091x <sup>2</sup> + 2,713y - 0,0165y <sup>2</sup> + 0,000025xy	0,381
Товарность, %	Z = -163,75 + 0,114x - 0,00011x <sup>2</sup> + 5,797y - 0,0387y <sup>2</sup> + 0,00025xy	0,829
Масса корнеплода, г	Z = -418,5 + 0,266x - 0,00015x <sup>2</sup> + 11,56y - 0,067y <sup>2</sup> + 0,0016xy	0,727
Содержание сахаров, %	Z = 14,59 + 0,00059x - 0,0000016x <sup>2</sup> - 0,203y + 0,0011y <sup>2</sup> + 0,000014xy	0,532

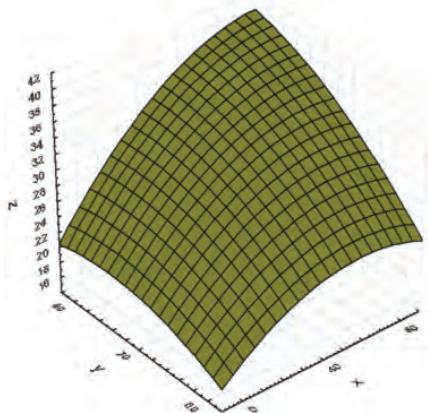


Рис. 1. Влияние удобрений (x) и орошения (y) на урожайность (z) моркови, среднее за годы исследований

$$Z = -71,2 - 0,110x - 0,0017x^2 + 2,514y - 0,0165y^2 + 0,0054xy \quad R^2 = 0,930$$

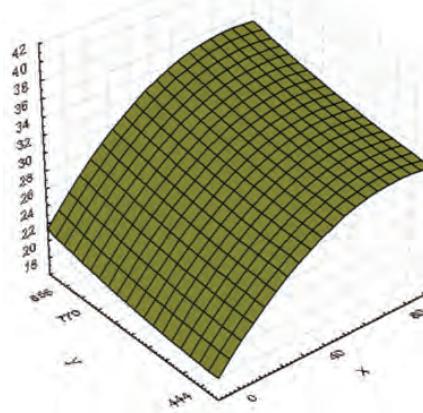


Рис. 2. Влияние удобрений (x) и нормы высева (y) на урожайность (z) моркови, среднее за годы исследований

$$Z = 22,11 + 0,247x - 0,00174x^2 - 0,0057y + 0,000091y^2 + 0,00031xy \quad R^2 = 0,581$$

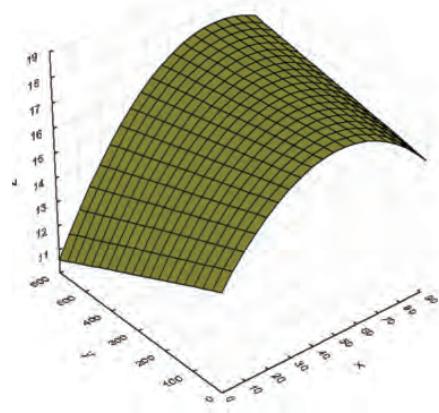


Рис. 3. Влияние удобрений (x) и густоты стояния растений (y) на содержание сухого вещества в корнеплодах моркови (z), среднее за годы исследований

$$Z = 14,16 + 0,148x - 0,00016x^2 - 0,0051y - 0,000043y^2 + 0,000036xy \quad R^2 = 0,278$$

Анализ взаимосвязи содержания сухого вещества с применением удобрений и густотой стояния растений показывает, что применение двойной дозы туков с сравнением с одинарной при посеве 444 тыс. шт/га вызывает снижение содержания сухого вещества на 0,6-1,0% (рис. 3). Однако при норме высева 770 и 855 тыс./га ингибирующего влияния повышенной нормы удобрений на данный показатель не выявлено. Следует отметить, что при загущении посевов без использования удобрений содержание сухого вещества снижается, а при использовании N40-80P40-80K40-80, наоборот количество его возрастает на 0,4-1,1%.

Выявление взаимосвязи между урожайностью, товарность корнеплодов и их биохимическим составом, с одной стороны, и использованием удобрений, орошения и различной густотой стояния растений, с другой, можно использовать при выборе оптимально сочетания различных

агроприемов в зависимости от материально-технического состояния сельхозпроизводителей и их технической оснащенности в конкретных производственных условиях.

Статистическая обработка экспериментального материала и графическое отображение полученных уравнений регрессии (табл. 4, рис. 4-6) позволяют прогнозировать параметры формирования урожайности и качества корнеплодов свеклы столовой в условиях Центрального Предкавказья.

Сочетание удобрений и орошения определяет 83,7% варьирования урожайности корнеплодов свеклы столовой (рис. 4). При этом максимальная урожайность получена при использовании N<sub>40-60</sub>P<sub>40-60</sub>K<sub>40-60</sub> и уровне предполивной влажности 70-75% НВ. Дальнейшее повышение, как доз удобрений, так и порога предполивной влажности не способствует росту урожайности корнеплодов. Аналогичный

характер взаимодействия этих факторов выявлен и для выхода товарной продукции и средней массы корнеплода.

Изучение взаимосвязи урожайности корнеплодов свеклы показывает, что применение повышенных норм высева без орошения вызывает тенденцию снижения урожайности на 0,8-1,2 т/га (рис. 5).

В то же время, предполивная влажность на уровне 70% НВ обеспечивает существенный рост продуктивности культуры при использовании как низкой, так и повышенной нормы высева. При посеве 278 тыс./га поливы при уровне влажности почвы выше 70% НВ неэффективны, т.к. не обеспечивают получение дополнительного урожая, а увеличение нормы высева до 463-537 тыс./га способствует получению максимальной урожайности при поддержании предполивной влажности на уровне 75-80% НВ.

Одностороннее увеличение, как коли-

Таблица 4. Фрагмент модели влияния изучаемых факторов на формирование урожайности и качества корнеплодов свеклы столовой сорта Бордо 237

Показатель (Z)	Уравнение регрессии	R <sup>2</sup>
<b>Использование удобрений (x – единичная доза N, P и K), у – норма высева, тыс.шт/га</b>		
<b>Урожайность, т/га</b>	$Z = 24,24 + 0,315x - 0,0015x^2 + 0,032y - 0,0056xy$	0,842
<b>Товарность, %</b>	$Z = 85,88 + 0,161x - 0,0019x^2 - 0,028y + 0,00022y^2 - 0,0027xy$	0,842
<b>Содержание сахаров, %</b>	$Z = 11,78 + 0,028x - 0,0016x^2 - 0,0017y + 0,000020y^2$	0,851
<b>Содержание витамина С, мг%</b>	$Z = 14,06 + 0,136x - 0,0013x^2 - 0,0057y + 0,00097xy$	0,951
<b>Содержание нитратов, мг/кг</b>	$Z = 595 + 6,8x - 0,051x^2 - 0,23y + 0,0003y^2 + 0,0006xy$	0,562
<b>Использование удобрений (x – единичная доза N, P и K), у – предполивная влажность почвы, % НВ</b>		
<b>Товарность, %</b>	$Z = 85,88 + 0,177x - 0,0022x^2 + 0,108y + 0,00041y^2 + 0,0021xy$	0,366
<b>Содержание сахаров, %</b>	$Z = 11,18 + 0,023x - 0,000054x^2 - 0,012y - 0,000090y^2$	0,851
<b>Содержание витамина С, мг%</b>	$Z = 14,06 + 0,138x - 0,0014x^2 - 0,034y - 0,000024y^2 + 0,00059xy$	0,974
<b>Содержание нитратов, мг/кг</b>	$Z = 558,9 + 7,38x - 0,059x^2 - 0,031y - 0,0054y^2 + 0,0096xy$	0,981
<b>Густота стояния растений, тыс. шт/га (x), у – предполивная влажность почвы, % НВ</b>		
<b>Товарность, %</b>	$Z = 82,36 + 0,058x - 0,00011x^2 + 0,014y - 0,00038y^2 + 0,000077xy$	0,729
<b>Содержание сахаров, %</b>	$Z = 10,09 + 0,010x - 0,000016x^2 + 0,105y - 0,000037y^2$	0,714
<b>Содержание витамина С, мг%</b>	$Z = 11,44 + 0,028x - 0,000044x^2 + 0,020y - 0,00023y^2$	0,726
<b>Содержание нитратов, мг/кг</b>	$Z = 483,9 + 1,109x - 0,0017x^2 + 2,822y - 0,031y^2 + 0,0041xy$	0,756

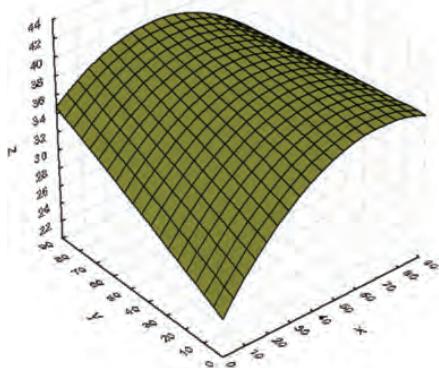


Рис. 4. Влияние удобрений (x) и предполовинной влажности почвы (y) на урожайность (z) корнеплодов свеклы столовой Бордо 237, среднее за 2008-2010 годы

$$Z = 24,24 + 0,363x - 0,0026x^2 + 0,125y + 0,00097y^2 - 0,0015xy \quad R^2 = 0,837$$

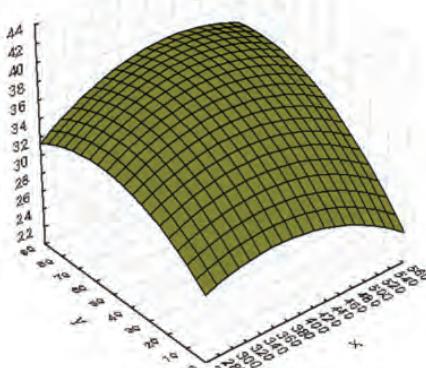


Рис. 5. Влияние нормы высева (x) и предполовинной влажности почвы (y) на урожайность (z) корнеплодов свеклы столовой Бордо 237, среднее за 2008-2010 годы

$$Z = 9,054 + 0,110x - 0,00015x^2 + 0,133y - 0,0019y^2 + 0,00030xy \quad R^2 = 0,680$$

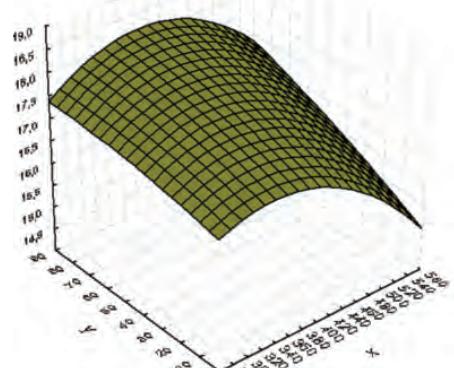


Рис. 6. Влияние удобрений (x) и предполовинной влажности почвы (y) на содержание сухого вещества (z) в корнеплодах свеклы столовой Бордо 237, среднее за 2008-2010 годы

$$Z = 15,83 + 0,082x - 0,00091x^2 - 0,033y - 0,00056xy \quad R^2 = 0,728$$

чества удобрений, так и предполовинной влажности, вызывает снижение содержания сухого вещества в корнеплодах свеклы столовой (рис. 6). Однако, при сочетании N80P80K80 и поддержания уровня влажности на уровне 75-80% НВ накопление сухого вещества возрастает на 0,8-1,4%.

### Заключение

Таким образом, статистический анализ взаимосвязи формирования урожайности и качества корнеплодов моркови и свеклы столовой с изучаемыми

агроприемами показывает, что между ними существуют адекватные зависимости, описываемые уравнениями регрессии второго порядка. Для формирования максимальной продуктивности в условиях черноземных почв предгорной зоны Центрального Предкавказья оптимальный уровень минерального питания должен быть на уровне N40-60P40-60K40-60. Дальнейший рост доз удобрений не обеспечивает прироста урожайности и приводит к снижению качества продукции, что проявляется в снижении содержания в корнеплодах сухо-

го вещества, сахаров и витамина С и росте накопления нитратов. Повышение уровня предполовинной влажности выше 70-75% НВ также не обеспечивает роста урожайности и вместе с тем, снижает качество корнеплодов. Использование полученных зависимостей позволит рационально определять нормы применения удобрений в зависимости от орошения и нормы высева растений при выращивании моркови и свеклы столовой.

### Литература

- Арефьев Н.В., Баденко В.Л., Осипов Г.К. Оценка природно-ресурсного потенциала территории с использованием ГИС-технологий // Региональная экология, 1998. - № 1.- С. 17-22.
- Гаплаев, М.Ш., Пивоваров В.Ф., Надежкин С.М. Влияние удобрений и орошения на урожайность и качество корнеплодов свеклы столовой / // Овощи России, 2014. – №1 (22). – С. 80-85.
- Гаплаев, М.Ш., Цаболов П.Х. Морковь столовая в Центральном Предкавказье. - Грозный.: ФГУП «ИПК Грозненский рабочий». 2011. - 208 с.
- Евстропов А.С., Артамонов В.А. Системы управления производством сельскохозяйственной продукции на основе информационно-инновационных технологий. - Рязань: ГНУ ВНИИМС, 2009. - 196 с.
- Крючков А.Г. Основы математического моделирования на сельскохозяйственном поле. - Оренбург, 2012. - 162 с.
- Леунов В.И., Рыбалко А.А., Михеев Ю.Г. Селекция и семеноводство моркови столовой / Научный редактор – С.С. Литвинов. - М., ВНИИО. - 2006. - 233 с.
- Надежкин С.М. Изучение взаимосвязи органического вещества с продуктивностью культур и моделирование гумусного состояния почв лесостепи Среднего Поволжья // В сборнике: Методы исследований органического вещества почв. Редакторы: Еськов А.И., Черников В.А., Лукин С.М., Русакова И.В.. Владимир, 2005. С. 29-43.
- Назарюк, В.М. Эколого-агрохимические и генетические проблемы регулируемых агрокосистем / В.М. Назарюк. - Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2004. - 240 с.
- Оценка оптимального уровня интенсивности химизации при возделывании овощных культур. / Надежкин С.М., Терешонок В.И., Добруцкая Е.Г. и др. [Под общ. ред. С.М. Надежкина]. - М.: ВНИИССОК, 2012. - 44 с
- Полуэктов Р.А., Смоляр Э.И., Терлеев В.В., Топаж А.Г... Модели производственного процесса сельскохозяйственных растений / - СПб.: Изд-во Санкт-Петербургского университета, 2006. - 395 с.
- Росс, Ю.К. Математическое моделирование фотосинтетической продуктивности растений // Вестник АН СССР, 1972. - №12. - С. 99-106.
- Столяров А.И. Минеральное питание и применение удобрений под овощные культуры и картофель в условиях Краснодарского края. Автореферат дисс. доктора с-х наук. Л. - 1974. - 41 с.
- Сычев, В.Г., Шафран С.А.. Агрохимические свойства почв и эффективность минеральных удобрений - М.: ВНИИА, 2013. - 296 с.
- Хаданович, Д.В. Математическое моделирование как инструмент программирования, прогнозирования и планирования урожайности сельскохозяйственных культур // Современные научно-исследовательские технологии, 2013. - № 8-1. - С. 84-85.
- Цаболов П.Х., Гаплаев М.Ш Столовые корнеплоды в Центральном Предкавказье. - Владикавказ: Изд-во ФГБОУ ВПО Горский ГАУ, 2014. - 224 с.
- Aref'ev N.V., Badenko V.L., Osipov G.K. Ocenka prirodno-resursnogo potenciala territorii s ispol'zovaniem GIS-tehnologij // Regional'naya ekologiya, 1998. - № 1.- С. 17-22.
- Gaplaev, M.SH., Pivovarov V.F., Nadezhkin S.M. Vliyanie udobrenij i orosheniya na urozhajnost' i kachestvo korneplodov svekly stolovoy / // Ovoshchi Rossii, 2014. – №1 (22). – S. 80-85.
- Gaplaev, M.SH., Cabolov P.H. Morkov' stolovaya v Central'nom Predkavz'e. - Groznyj.: FGUP «IPK Grozneneskij rabochij». 2011. - 208 s.
- Evstropov A.S., Artamonov V.A. Sistemy upravleniya proizvodstvom sel'skohozyaistvennoj produkcii na osnove informacionno-innovacionnyh tekhnologij. - Ryazan': GNU VNIIMS, 2009. - 196 s.
- Kryuchkov A.G. Osnovy matematicheskogo modelirovaniya na sel'skohozyaistvennom pole. - Orenburg, 2012. - 162 s.
- Leunov V.I., Rybalko A.A., Miheev Yu.G. Selekcija i semenovodstvo morkovi stolovoj / Nauchnyj redaktor – S.S. Litvinov. - M., VNIIO. - 2006. - 233 s.
- Nadezhkin S.M. Izuchenie vzaimosvyazi organiceskogo veshchestva s produktivnost'yu kul'tur i modelirovanie gumusnogo sostoyaniya pochv lesostepi Srednego Povolzh'ya // V sbornike: Metody issledovanij organiceskogo veshchestva pochv. Redaktory: Es'kov A.I., Chernikov B.A., Lukin C.M., Rusakova I.V.. Vladimir, 2005. S. 29-43.
- Nazaryuk, V.M. EHkologo-agrohimicheskie i geneticheskie problemy reguliruemyh agroekosistem / V.M. Nazaryuk. - Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2004. - 240 s.
- Ocenka optimal'nogo urovnya intensivnosti himizacii pri vozdelivanii ovochchnykh kul'tur. / Nadezhkin S.M., Tereshonok V.I., Dobruckaya E.G. i dr. [Pod obshch. red. S.M. Nadezhkina]. - M.: VNIISSOK, 2012. - 44 s
- Poluektov R.A., Smolyar E.H., Terleev V.V., Topazh A.G... Modeli producionnogo processa sel'skohozyajstvennyh rastenij / - SPb.: Izd-vo Sankt-Peterburgskogo universiteta, 2006. - 395 s.
- Ross, Yu.K. Matematicheskoe modelirovaniye fotosinteticheskoy pro-dukтивnosti rastenij // Vestnik AN SSSR, 1972. - №12. - S. 99-106.
- Stolyarov A.I. Mineral'noe pitanie i primenenie udobrenij pod ovochchnye kul'tury i kartofel' v uslovijah Krasnodarskogo kraja. Avtoreferat diss. doktora s-h nauk. L. - 1974. - 41 s.
- Sychev, V.G., Shafran S.A.. Agrohimicheskie svojstva pochv i effektivnost' mineral'nyh udobrenij - M.: VNIIA, 2013. - 296 s.
- Hadanovich, D.V. Matematicheskoe modelirovaniye kak instrument programmirovaniya, prognozirovaniya i planirovaniya urozhajnosti sel'skohozyajstvennyh kul'tur // Sovremenneye naukoemkie tekhnologii, 2013. - № 8-1. - S. 84-85.
- Cabolov P.H., Gaplaev M.SH Stolovye korneplody v Central'nom Predkavz'e. - Vladikavkaz: Izd-vo FGBOU VPO Gorskiy GAU, 2014. - 224 s.



# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ БИОЧАРА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ САЛАТА-ЛАТУКА НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ

## STUDY OF BIOCHAR INFLUENCE ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF LETTUCE ON CHERNOZEM ORDINARY

Громакова Н.В. – кандидат с.-х. наук, доцент, старший научный сотрудник

Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского Южного федерального университета  
344090, Россия, г. Ростов-на-Дону, пр. Ставки, 194/1  
E-mail:gromakova.nat@yandex.ru

Gromakova N.V., Ph.D. in Agricultural Science,  
Associate Professor, Senior Researcher

Academy of Biology and  
Biotechnology Southern Federal University  
pr. Stavki, 194/1, Rostov-on-Don, 344090, Russia  
E-mail: gromakova.nat@yandex.ru

**Салат-латук** весьма популярен на потребительском рынке России. Особые условия его возделывания определяют необходимость подбора современных, недорогих элементов агротехники, способствующих получению высоких урожаев. В настоящее время биочар (биоуголь) рассматривается как перспективное органическое удобрение. Основное его отличие заключается в возможности использования любого органического сырья при его производстве. В России исследований по применению биочара недостаточно, отсутствует практика применения его в комплексе агротехники различных сельскохозяйственных культур. В условиях вегетационного опыта изучали влияние различных доз биочара в черноземе обыкновенном карбонатном на рост и развитие салата-латука (*Lactuca sativa*) сорта Московский парниковый в соответствии с разработанной схемой опыта: контроль (без применения биочара), 1, 2 и 5% биочара. В эксперименте использовали биочар, полученный из березовой древесной породы методом пиролиза. Фракция 0,5-5 мм. В опыте проводили следующие наблюдения и определения: сроки наступления фаз развития растений, длина корней, число листьев, длина наибольшего листа, высота растений, диаметр розетки, масса 10 растений. Применение биочара способствовало сокращению срока наступления технической спелости растений, особенно в варианте с внесением его в количестве 2%. Достоверно установлено увеличение длины корней, числа листьев растений салата относительно контроля в вариантах 2 и 5% биочара. Длина наибольшего листа, высота растений и диаметр розетки салата-латука характеризуются достоверным увеличением уже в варианте 1%. Продуктивность салата-латука максимальной была в варианте с внесением 2% биочара в почву.

**Ключевые слова:** салат-латук, чернозем, биочар, продуктивность.

**Для цитирования:** Громакова Н.В. Исследование влияния биочара на рост и развитие салата-латука на черноземе обыкновенном. Овощи России. 2017;(5):72-73. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-72-73

**Lettuce** is very popular in the Russian consumer market. Special conditions for its cultivation determine the need to select modern, inexpensive elements of agro-technology that promote high yields. At present biochar (bio-coal) is considered as a promising organic fertilizer. Its main difference lies in the possibility of using any organic raw material in its production. In Russia, the study on the use of biochar is limited; there is no practice of applying it in the complex of agricultural techniques of various agricultural crops. In the conditions of vegetative experiment, the influence of various doses of biochar in ordinary chernozem on the growth and development of lettuce (*Lactuca sativa*) cultivar was studied in accordance with the developed experiment scheme: control (without biochar), supplemented with 1, 2 and 5 % of biochar. In the experiment, biochar obtained from birch wood was used, by pyrolysis method in fraction of 0.5-5mm. The following observations and determinations were made: the timing of the onset of the phases of plant development, the length of the roots, the number of leaves, the length of the largest leaf, the height of plants, the diameter of the rosette, the mass of 10 plants. The use of biochar contributed to a reduction of beginning period technical ripeness in plants, particularly in variant with the addition of 2%. The increase in root length, the number of leaves of lettuce plants as compared with to control in variants with 2 and 5% of biocar has been observed. The length of the largest leaf, the height of plants and the diameter of the rosette of lettuce are characterized by a significant improvement, even in variant with 1%. Productivity of lettuce was highest in the variant with 2% of biochar applied to the soil.

**Keywords:** lettuce, chernozem, biochar, productivity.

**For citation:** Gromakova N.V. Study of Biochar influence on the growth and development of lettuce on Chernozem ordinary. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):72-73. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-72-73

### Введение

Зеленые растения относятся к витаминным культурам, содержащим огромный набор витаминов, минеральных солей, органических соединений различной природы, что придает этим растениям диетические и лечебные свойства. В настоящее время на рынке предлагается небольшой ассортимент продукции овощных зеленых культур, особенно в зимне-весенний периоды. Чтобы решить проблему ежедневного снабжения населения зелеными овощами независимо от времени года важным представляется модернизация производства, внедрение нанотехнологий, компьютеризация технологических процессов и т. д. Все это позволит данной отрасли выстоять в сложный экономический период [1].

Большую популярность на рынке имеет салат-латук. Получение этой продукции характеризуется сложностью возделывания, поскольку при выращивании салата-латука применение химических средств защиты не допускается, а защита от болезней и вредителей включает в себя профилактические,

агротехнические, санитарно-гигиенические, биологические методы [2-5]. В этой связи важным представляется подбор элементов агротехники при выращивании салатных культур, характеризующихся экономичностью их применения на фоне высокой эффективности в виде увеличения урожайности культур. В настоящее время возрастает интерес к биочару (биоуголь) как перспективному и недорогому органическому удобрению. Основное его отличие заключается в возможности использования любого органического сырья при его производстве. Биочар (biochar) – это богатый углеродом продукт, полученный в результате термической обработки органического материала (древесины) при недостатке или отсутствии кислорода воздуха. Данный процесс называется термическим разложением, и он протекает в трех основных вариантах: пиролиза, газификации и гидротермальной карбонизации. В процессе обработки сырья для производства биочара используется относительно низкая температура – менее 700°C. Биочар достаточно устойчивый материал и может консервиро-

вать и удерживать в себе углерод тысячи лет. Состав биочара (количество углерода, азота, калия, кальция и др.) зависит от используемого сырья, продолжительности и температуры пиролиза. Например, при производстве биочара из сырья с высоким содержанием калия (при добавлении экскрементов животных), продукт будет также содержать больше калия, чем биочар, произведенный целиком из дерева (который часто имеют более высокие значения содержания углерода) [8]. В России исследований по применению биочара недостаточно, отсутствует практика применения его в комплексе агротехники различных сельскохозяйственных культур.

При использовании биочара увеличивается пористость почвы, доступность в почве кальция, магния, фосфора и калия, влагоудерживающая способность почвы, аэрированность, что весьма благоприятно для корневой системы и способствует ускорению роста растений [6]. На примере бобовых растений установлено, что внесение биоугля стимулирует фиксацию азота, что способствует усилению роста растений [7].

## Методика исследований

Целью наших исследований являлась оценка влияния различных доз биочара на черноземе обыкновенном карбонатном на рост и развитие салата-латука (*Lactuca sativa*) на примере сорта Московский парниковый. В эксперименте использовали биочар, полученный из березовой древесной породы методом пиролиза. Фракция 0,5–5 мм.

Модельный эксперимент в виде самостоятельного вегетационного опыта был заложен в модификации почвенных культур. Для закладки опыта была отобрана почва – чернозем обыкновенный в слое 0–20 см. Отобранныю почву очистили от растительных остатков и просеяли через сито с размером ячеек диаметром 3 мм. В сосуды вместимостью 5 кг с искусственным дренажем внесли почву массой 4,5 кг, в которую методом сухого перемешивания предварительно внесли количества биочара в соответствии с разработанной схемой опыта:

1. Контроль (без применения биочара)
2. 1% биочара
3. 2% биочара
4. 5% биочара

После заполнения сосудов в почву высевали семена салата-латука сорта Московский парниковый на глубину 1 см. После появления всходов в сосудах оставляли по 3 растения. Опыт стационарно размещался в условиях естественного освещения на площадке ботанического сада Южного федерального университета. В течение вегетационного периода поддерживали оптимальные условия увлажнения почвы (около 60% НВ почвы), проводили наблюдения за сроками прохождения растениями фаз роста и развития. По завершению вегетационного периода растения вместе с корневой системой аккуратно извлекали из почвы и проводили следующие биометрические измерения: длину корней, число листьев, длина наибольшего листа, высота растений, диаметр розетки, масса 10 растений. Полученные результаты были интерпретированы с помощью дискретционного анализа [8].

## Результаты исследований

Визуальная оценка салата-латука за период вегетации не выявила признаков болезней растений, что вероятно обусловлено качеством посевного материала и правильным уходом за растениями. Появление первых всходов и массовые всходы существенно не отличались по срокам прохожде-

ния этих фаз (табл.1). Вариабельность ( $M$ ) количества суток между этими фазами развития растений слабая. Далее, начиная с фазы первый настоящий лист, между вариантами сроки прохождения фаз развития салата-латука варьируют сильнее. Следует отметить, что применение биочара способствова-

опыта. Высота растений и диаметр розетки уже в варианте 1% биочара характеризуются увеличением численных значений по сравнению с контрольным вариантом. Масса 10 растений достоверно увеличивалась в вариантах с внесением 2 и 5% биочара в почву.

**Таблица 1. Прохождение фаз роста и развития салата-латука  
Московский парниковый по вариантам опыта, суток**

Варианты опыта	Дата посева	Появление всходов	Массовые всходы	Первый настоящий лист	3-4-й настоящий лист	7-8-й настоящий лист	Техническая спелость (уборка урожая)
<b>Контроль</b>	3.05	7	10	14	25	32	48
<b>1% биочара</b>	3.05	7	9	13	22	35	46
<b>2% биочара</b>	3.05	6	8	11	18	28	35
<b>5% биочара</b>	3.05	6	9	14	22	28	42
<b>V, %</b>		9	9	11	13	11	13

ло сокращению срока наступления технической спелости растений, особенно на варианте с внесением его в количестве 2%.

Результаты измерений биометрических показателей также демонстрируют положительное влияние биочара на развитие салата-латука (табл. 2). Достоверно установлено увеличение длины корней растений салата относительно контроля на вариантах с внесением 2 и 5% биочара в почву.

Такая же закономерность отмечена и по результатам подсчета числа листьев на растениях. Измерения длины наибольшего листа салата-латука характеризуются достоверным увеличением этого показателя относительно контроля по всем вариантам

## Выходы

1. Внесение биочара в черноземную почву при выращивании салата-латука в дозе 2% способствовало сокращению срока наступления технической спелости на 13 суток по сравнению с контрольным вариантом.
2. Все исследуемые дозы внесения биочара в почву способствовали увеличению длины наибольшего листа, высоты растений и диаметра розетки салата-латука.
3. Самым эффективным оказался вариант с внесением 2% биочара в почву, так как в этом варианте достоверно увеличиваются все биометрические показатели салата и его продуктивность существенно выше.

**Таблица 2. Биометрические показатели салата-латука сорта  
Московский парниковый в фазе технической спелости (n=36)**

Варианты опыта	Длина корней, см	Число листьев, шт	Длина наибольшего листа, см	Высота растений, см	Диаметр розетки листьев, см	Масса 10 растений, г
<b>Контроль</b>	4,8	11	12	12,6	20,7	698,4
<b>1% биочара</b>	5,1	10	16,2	14,6	26,4	724,9
<b>2% биочара</b>	8,7	17	22,8	21,5	35,5	988,8
<b>5% биочара</b>	6,2	14	20,4	17,7	32,4	874,0
<b>HCP<sub>05</sub></b>	<b>0,6</b>	<b>2</b>	<b>2,6</b>	<b>1,8</b>	<b>4,3</b>	<b>61,9</b>

## References

1. Staryh G.A., Haustova N.A., Goncharov A.V. Zelenyye kul'tury v teplichnyh hozyaistvakh Rossii // Kartofel' i ovoshi. – 2016. – №1. – С. 22.
2. Alekseeva K.L., Ivanova M.I. Bolezni zelenyyh ovochnyh kultur (diagnostika, profilaktika, zashchita). M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2015. – 188 s.
3. Ludilov V.A., Ivanova M.I. Vse ob ovozhaah: Polnyj spravochnik. M.: ZAO «Fiton+», 2010. – 424 s.
4. Ivanova M.I., Romanova A.V. Povyshenie sohranyaemosti salata-latuka // Selekcija na adaptivnost' i sozdanie novogo genofonda v sovremennom ovochnevodstve (VI Kvasnickovskie chteniya): materialy Mezhdun. nauch-prakt. konf. VNIIO. M.: Izd-vo OOO «Poligraf-Biznes», 2013. – С.150–154.
5. Kuznetsova T.A., Kolpakov N.A. Urozhajnost' i kachestvo sortoobrazcov salata-latuka v otkrytom grunte yuga Zapadnoj Sibiri // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. – № 2 (40). – С. 5–9.
6. Zwieten, S. Kimber, S. Morris, K. Chan, A. Downie, J. Rust, S. Joseph, A. Cowie. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility, Plant Soil. -2010. № 327. pp. 235–246.
7. Lehmann J., Joseph S. Biochar for environmental management: an introduction. In: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earth scan, London, 2009. pp. 1–12.
8. Dospekhov B.A. Metodika polovogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). – 5-e izd., dop. i pererab. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
1. Staryh G.A., Haustova N.A., Goncharov A.V. Zelenyye kul'tury v teplichnyh hozyaistvakh Rossii // Kartofel' i ovoshi. – 2016. – №1. – С. 22.
2. Alekseeva K.L., Ivanova M.I. Bolezni zelenyyh ovochnyh kultur (diagnostika, profilaktika, zashchita). M.: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2015. – 188 s.
3. Ludilov V.A., Ivanova M.I. Vse ob ovozhaah: Polnyj spravochnik. M.: ZAO «Fiton+», 2010. – 424 s.
4. Ivanova M.I., Romanova A.V. Povyshenie sohranyaemosti salata-latuka // Selekcija na adaptivnost' i sozdanie novogo genofonda v sovremennom ovochnevodstve (VI Kvasnickovskie chteniya): materialy Mezhdun. nauch-prakt. konf. VNIIO. M.: Izd-vo OOO «Poligraf-Biznes», 2013. – С.150–154.
5. Kuznetsova T.A., Kolpakov N.A. Urozhajnost' i kachestvo sortoobrazcov salata-latuka v otkrytom grunte yuga Zapadnoj Sibiri // Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2008. – № 2 (40). – С. 5–9.
6. Zwieten, S. Kimber, S. Morris, K. Chan, A. Downie, J. Rust, S. Joseph, A. Cowie. Effects of biochar from slow pyrolysis of papermill waste on agronomic performance and soil fertility, Plant Soil. -2010. № 327. pp. 235–246.
7. Lehmann J., Joseph S. Biochar for environmental management: an introduction. In: Lehmann, J., Joseph, S. (Eds.), Biochar for Environmental Management: Science and Technology. Earth scan, London, 2009. pp. 1–12.
8. Dospekhov B.A. Metodika polovogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). – 5-e izd., dop. i pererab. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 351 s.



# ОЦЕНКА УРОЖАЯ СВЕКЛЫ СТОЛОВОЙ И КАРТОФЕЛЯ, ВОЗДЕЛЫВАЕМЫХ НА ЧЕРНОЗЕМЕ ОБЫКНОВЕННОМ, ЗАГРЯЗНЕННОМ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

## YIELD ASSESSMENT OF BEETROOT AND POTATO, CULTIVATED ON ORDINARY CHERNOZEM CONTAMINATED WITH HEAVY METALS

Громакова Н.В. – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, доцент  
Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского  
Южного федерального университета  
344090, Россия, г. Ростов-на-Дону, пр. Ставки, 194/1  
E-mail:gromakova.nat@yandex.ru

Gromakova N.V., Ph.D. in Agriculture, Associate Professor, Senior Researcher  
Academy of Biology  
and Biotechnology Southern Federal University  
pr. Stachki, 194/1, Rostov-on-Don, 344090, Russia  
E-mail: gromakova.nat@yandex.ru

**Картофель и свёкла столовая являются традиционными продуктами питания в России. Важным представляется получение высоких, экологически безопасных урожаев. В опыте на черноземе обыкновенном изучали влияние минеральных удобрений на снижение накопления тяжелых металлов (ТМ) свеклой столовой и картофелем. В почву искусственно вносили Cu, Zn и Pb, в качестве минерального удобрения в опыте использовали азофоску (N16%, P16%, K16%). Соли ТМ и удобрение вносили в соответствии с разработанной схемой опыта: 1. Контроль; 2.  $Cu_{100}Zn_{100}Pb_{100}$ ; 3.  $N_{60}P_{60}K_{60} + Cu_{100}Zn_{100}Pb_{100}$ . В почве определяли общий запас металлов, их подвижные формы, в растениях определяли содержание металлов и урожайность. Результаты исследования показали, что содержание ТМ в почве по валовым формам превышает ПДК по всем исследуемым металлам, по подвижной форме – для Cu и Pb. При совместном внесении в почву ТМ с удобрением подвижность металлов снижалась. В корнеплодах свеклы отмечено превышение ПДК Cu, Zn и Pb. В клубнях картофеля имеет место незначительное превышение ПДК по Pb. При совместном внесении ТМ с удобрениями содержание Zn и Pb в корнеплодах снизилось ниже ПДК. Свекла в большей степени накапливала ТМ, чем картофель. Урожайность свеклы, столовой существенно снижалась при внесении в почву ТМ. Урожайность картофеля увеличивалась по всем вариантам опыта. При выращивании в техногенно преобразованных условиях картофель характеризуется достаточно высокой устойчивостью урожайности и не накапливает токсичные количества ТМ на удобренном фоне.**

**Ключевые слова:** свекла столовая, картофель, чернозем, тяжелые металлы, азофоска, урожайность.

**Для цитирования:** Громакова Н.В. Оценка урожая свеклы столовой и картофеля, возделываемых на черноземе обыкновенном, загрязненном тяжелыми металлами. Овощи России. 2017;(5):74-75. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-74-75

**Potato and table beet are traditional crops in vegetable growing in Russia. It is important to produce high, environmentally friendly crops. The effect of mineral fertilizers to reduce the accumulation of heavy metals (HM) in beetroot and potatoes was studied in the experiment on ordinary chernozem. The soil was supplied with Cu, Zn and Pb, as a mineral fertilizer, Azofosca (N16%, P16%, K16%) was also used in the experiment. Salts of heavy metals and fertilizer were introduced in accordance with the developed scheme of experiment: 1. Control; 2.  $Cu_{100}Zn_{100}Pb_{100}$ ; 3.  $N_{60}P_{60}K_{60} + Cu_{100}Zn_{100}Pb_{100}$ . In the soil, the total stock of metals and their mobile forms were determined, and the content of metals and yield were defined in plants. The results of the study showed that for gross forms MRL exceeded in all metals studied, and in mobile forms of Cu and Pb. With the joint application of HM to the soil with fertilizer, the mobility of metals decreased. In the root crops, the excess of MRL for Cu, Zn and Pb was observed. With the joint application of HM with fertilizers, the content of Zn and Pb in the root crops decreased below the MRL. Beet was more likely to accumulate HM than potatoes. The yield of beetroot and potato beets varied greatly in terms of experiment options. Thus, the introduction of HM into the soil significantly reduced the yield of beets. The introduction of fertilizers together with HM contributed to an increase in yield, but for beet, the yield level here was also lower than in the control variant. When growing roots in technogenically transformed conditions, the potato is characterized by sufficiently higher yield stability and does not accumulate toxic amounts of HM on a fertilized ground.**

**Keywords:** beetroot, potato, chernozem, heavy metals, azofosca, productivity.

**For citation:** Gromakova N.V. Yield assessment of beetroot and potato, cultivated on ordinary chernozem contaminated with heavy metals. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):74-75. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-74-75

### Введение

Картофель и свёкла столовая являются традиционными продуктами питания в России. Часто производственные посевы и посадки сельскохозяйственных культур, а также садово-огородные участки расположаются вблизи крупных автомагистралей, где складывается крайне неблагоприятная экологическая обстановка. Получаемый урожай сельскохозяйственных культур часто содержит избыточные количества тяжелых металлов (ТМ) [1-2]. В связи этим актуальным представляется комплексный подход к изучению условия выращивания сельскохозяйственных культур в измененных условиях. В современных условиях эффективное использование минеральных удобрений основано не только на экономических аспектах, особую значимость приобретают экологические условия возделывания культур, где удобрения целесообразно рассматривать как мелиоративный прием [3-6]. На юге России все большее значение приобретает мониторинг тяжелых металлов (ТМ) в почвах, где производится основная доля валового сельскохозяйственного производства. ТМ, поступая в растения, активно включаются в трофические цепи [7]. Агрозоисистемы испытывают значительную антропогенную нагрузку, поскольку почвы сельскохозяйственного назначения часто содержат избыточные количества ТМ и других токсических веществ. В черноземной зоне Ростовской области приоритетными загрязнителями являются Cu, Zn и Pb [8-11].

### Методика исследований

Цель исследования: провести сравнительную оценку уровня накопления Cu, Zn и Pb свеклой столовой и картофелем на загрязненной черноземом почве.

земной почве и оценить возможность снижения токсичности ТМ при внесении в почву минеральных удобрений. Исследования проводили в условиях мелкодисперсного полевого опыта. Почва – чернозем обыкновенный, характеризующийся достаточно высоким агрофоном. Перед посевом обеспеченность обменным калием очень высокая, согласно градации Мачигина, используемой агрохимслужбой Ростовской области – 620 мг/кг почвы, обеспеченность подвижным фосфором – 28 мг/кг, минеральным азотом – 100 кг/га. Для исследований были выбраны сорт свеклы столовой Бордо 237 и картофеля – сорт Удача. Почву искусственно загрязняли ТМ на глубину пахотного слоя (30 см): ацетаты Cu, Zn и Pb вносили в почву весной (в виде растворов) на участке бывшего стационара, выведенного из севооборота на опытном поле училища «Донское» ДонГАУ, расположенного в Октябрьском районе Ростовской области. Исследования проводили в 2015 году. В год исследований за период вегетации культуры (90 суток) на исследуемой территории выпало 119 мм осадков, что в многолетнем аспекте характеризуется как хорошие условия. Температурный режим характеризовался более низкими значениями = 2220°, что на 100° ниже, чем в последние 5 лет. После проведения исследований почва была выбрана и далее используется в вегетационных и модельных опытах при изучении трансформации ТМ в почве и приемов рекультивации почв, загрязненных ТМ. В качестве минерального удобрения в опыте использовали азофоску. Соли ТМ и удобрение вносили в соответствии с разработанной схемой опыта:

1. Контроль
2.  $Cu_{100}Zn_{100}Pb_{100}$
3.  $N_{60}P_{60}K_{60} + Cu_{100}Zn_{100}Pb_{100}$

Выбранные дозы Cu, Zn и Pb были приблизительно ориентированы на зарубежные ПДК ТМ в почве, которые существенно выше, чем отечественные нормативы. Внесение азофоски предусматривало не подбор элементов агрохимии свеклы столовой и картофеля для повышения урожая и качества культур, а создание удобренного фона с целью получения реконструировочной информации о возможных механизмах снижения доступности растениям ТМ.

Площадь опытной делянки при посеве свеклы столовой – 7,2 м<sup>2</sup> (схема посева 37,5x8), картофеля – 45 м<sup>2</sup> (схема посадки 75x30). Защитные полосы составили 1 ряд, урожай учитывали сплошным методом. Повторность опыта трехкратная. Общее содержание ТМ в почвах определяли рентген-флюоресцентным методом. Подвижные формы металлов в почве определяли 1 н. раствором аммонийно-ацетатного буфера ( $(CH_3COO)^{-}NH_4^+$ ) – ААБ pH 4,8. Пробы растений подвергали сухому озолению при 450°C, остаток растворяли смесью концентрированных кислот  $HNO_3+HCl$ . Концентрацию ТМ в растениях определяли методом ААС [13-14].

### Результаты исследований

В контрольном варианте содержание валовых и подвижных форм Cu, Zn и Pb соответствует фоновым значениям. При внесении в почву растворов солей ТМ увеличивалось содержание как валовых форм металлов, так и их подвижных соединений. По валовым формам ПДК превышено по всем исследуемым металлам (табл.1). Превышение ПДК по подвижной форме отмечено для Cu и Pb в варианте с внесением  $Cu_{100}Zn_{100}Pb_{100}$ . При совместном внесении в почву

Таблица 1. Содержание ТМ в почве вариантов опыта, мг/кг

Вариант опыта	Содержание в почве, мг/кг					
	Cu		Zn		Pb	
	вал	подв.ф.	вал	подв.ф.	вал	подв.ф.
Контроль	44	0,3	63	0,3	27	0,7
Cu <sub>100</sub> Zn <sub>100</sub> Pb <sub>100</sub>	126	6,3	154	19,3	114	7,1
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +Cu <sub>100</sub> Zn <sub>100</sub> Pb <sub>100</sub>	138	5,7	160	17,2	124	6,4
HCP <sub>05</sub>	-	1,4	-	0,9	-	0,6
ПДК	55	3,0	100	23,0	30,0	6,0

ТМ с удобрением подвижность металлов снижалась. Достоверность снижения подтверждается лишь для Zn и Pb, что позволяет заключить, что внесение минеральных удобрений способствовало переходу внесенных в почву ТМ в более прочно связанные состояния. Следует отметить, что и на удобренном фоне содержание подвижных форм Cu выше ПДК почти в два раза. Содержание подвижных форм Pb в почве при внесении удобрений значительно снизилось, но несколько превышало

находилось в пределах допустимого уровня. Накопление Pb в корнеплодах свеклы и клубнях картофеля в варианте с внесением ТМ было не столь интенсивно по сравнению Cu и Zn. Однако, содержание Pb, который относится к первому классу опасности, в корнеплодах свеклы и клубнях картофеля было выше предельно-допустимой концентрации. При совместном внесении ТМ с удобрениями содержание Cu, Zn и Pb снизилось ниже ПДК. Вероятно, увеличение обеспеченности

Таблица 2. Содержание ТМ в основной продукции, мг/кг

Вариант опыта	Содержание в корнеплодах, мг/кг					
	Cu		Zn		Pb	
	свекла	картофель	свекла	картофель	свекла	картофель
Контроль	2,5	4,7	2,7	3,6	0,4	0,3
Cu <sub>100</sub> Zn <sub>100</sub> Pb <sub>100</sub>	5,4	5,0	11,2	9,6	0,7	0,6
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +Cu <sub>100</sub> Zn <sub>100</sub> Pb <sub>100</sub>	4,5	4,7	7,2	8,4	0,4	0,5
ПДК	5,0		10,0		0,5	

пороговые значения для почвы.

В опытах отмечено превышение ПДК Cu, Zn и Pb в основной продукции на варианте с внесением Cu<sub>100</sub>Zn<sub>100</sub>Pb<sub>100</sub> (табл.2). Так, внесение Cu в дозе 100 мг/кг почвы обеспечило накопление её в корнеплодах свеклы более чем в два раза по сравнению с контрольным вариантом. Увеличение содержания Cu в клубнях картофеля на этом уровне загрязнения было незначительным и не превысило допустимого санитарно-гигиеническими нормативами уровня. Содержание Zn в корнеплодах свеклы в варианте Cu<sub>100</sub>Zn<sub>100</sub>Pb<sub>100</sub> увеличилось в четыре раза и было выше ПДК. Накопление Zn клубнями картофеля на этом варианте почти в три раза превысило уровень содержания его в контроле, но

почвы элементами питания, с одной стороны, снижает подвижность ТМ в почве, с другой, вероятно, имеет место избирательность поглощения элементов из почвы растениями.

В целом следует отметить, что свекла в большей степени накапливала ТМ, чем картофель. По степени накопления корнеплодами металлы можно представить в ряд: Zn>Cu>Pb. Создание удобренного фона, даже ниже рекомендованных доз NPK, для изучаемых культур, обеспечивало снижение содержания Cu, Zn и Pb в корнеплодах ниже ПДК на фоне их высокого содержания в почве.

Урожайность свеклы столовой и картофеля сильно варьировалась по вариантам опыта. Так, в варианте Cu<sub>100</sub>Zn<sub>100</sub>Pb<sub>100</sub> существенно снизилась урожайность свеклы, что вероятно, обусловлено токсическим воздействием ТМ. В варианте N<sub>60</sub>P<sub>60</sub>K<sub>60</sub>+Cu<sub>100</sub>Zn<sub>100</sub>Pb<sub>100</sub> возможно имели место антагонистические отношения макроэлементов и ТМ. В частности, избыточное содержание Pb в почве влечет за собой образование труднорастворимых фосфатов, что снижает не только накопление растениями металла, но и, как следствие, снижается доступность фосфора растениям. Урожайность картофеля была существенно выше контроля (табл. 3). Внесение удобрений совместно с ТМ способствовало увеличению урожайности картофеля. Этот факт может быть обусловлен тем, что в почву, характеризующуюся высоким агрофоном, вносили минеральное удобрение, а также Cu и Zn, которые являются физиологически важными микрэлементами. Для свеклы уровень урожайности был ниже, чем в контрольном варианте, что, вероятно, обусловлено токсическим воздействием на рост и развитие избыточных количеств ТМ, накопленных в растениях.

### Выводы

Внесение в почву Cu, Zn и Pb в дозе по 100 мг/кг способствовало накоплению металлов в корнеплодах свеклы столовой и картофеля, превышающему ПДК. Свекла в большей степени накапливала ТМ, токсичность которых снижала ее урожайность. При выращивании корнеплодов в технологенно преобразованных условиях картофель характеризуется достаточно высокой устойчивостью урожайности и не накапливает токсичные количества ТМ на удобренном фоне.

Таблица 3. Урожайность свеклы столовой и картофеля по вариантам опыта, т/га

Культура	Варианты опыта			
	Контроль	Cu <sub>100</sub> Zn <sub>100</sub> Pb <sub>100</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> K <sub>60</sub> +Cu <sub>100</sub> Zn <sub>100</sub> Pb <sub>100</sub>	HCP <sub>05</sub>
Свекла столовая	25,4	21,5	22,3	1,9
Картофель	30,0	34,1	38,5	2,8

### Литература

- Громакова Н.В., Котков П.П. Исследование действия суперфосфата двойного в технологенно преобразованном придорожном агроценозе. В сборнике: «Молодые учёные в решении актуальных проблем науки». Материалы V Международной конференции. Совет молодых учёных и специалистов при Главе Республики Северная Осетия-Алания, Министерство РСО-Алания по делам молодежи, физической культуры и спорта. Владикавказ, 2014. – С.226-229.
- Бутов А.В., Боеva O.YU. Tyazhelye metally i nitratty v klubnyah kartofelya v chernozemnoj lesostepi // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. – №8. – С.16-18.
- Кулаковская Т.Н. Optimizatsiya agrokhimicheskoy sistemy pochvennogo pitaniya rastenij. – M.: Agropromizdat, 1990. – 219 с.
- Гаплаев M.Ш., Пивоваров В.Ф., Надежкин С.М. Vliyanie udobrenij i orosheniya na urozhajnost' i kachestvo korneplodov svekly stolovoj // Ovoschi Rossii. – 2014. – №1 (22). – С.80-85.
- Подлесный Г.С., Бердников Д.И. Otzyivchivost' stolovoj svekly na primenenie udobrenij i drugie agropriemy / Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. 2016. – T.1. – №9. – С.152-155.
- Борисов В. А. Эффективное применение удобрений // Kartofel' i ovoshi. – 2014. – № 2. – С.12-14.
- Мамонтова Ю.Е., Мамонтов А.Н., Муратов Д.Н., Стекольников Ю.А., Сотников Б.А. Тяжелые металлы в почве, сахарной свекле и картофеле, производимых в Северо-Западной части Липецкой области. Альманах современной науки и образования. 2009. – № 5. – С.85-87.
- Ревич, Б.А. «Горячие точки» химического загрязнения окружающей среды и здоровье населения России / под ред. В.М. Захарова. – М.: Акрополь, Общественная палата РФ, 2007. – 192 с.
- Соколов О.А., Черников В.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 1: Атлас распределения тяжелых металлов в объектах окружающей среды. – Пущино: ONTI PNC RAN, 1999. – 164 с.
- Сидоренко Г.И., Кутепов Е.Н. Проблемы изучения и оценки состояния здоровья населения // Гигиена и санитария. – 1994. – №8. – С.33-36.
- Маштыкова Л.Ю., Манджиева С.С., Чаплыгин В.А., Минкина Т.М. Оценка содержания тяжелых металлов в почвах агроландшафтов / В книге: «Техногенные системы и экологический риск» // Тезисы докладов I международной (XIV региональной) научной конференции. Под общей редакцией А.А. Удаловой. 2017. – С.120.
- Бутов А.В., Боеva O.YU. Tyazhelye metally i nitratty v klubnyah kartofelya v Chernozemnoj zone lesostepi // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. – № 8. – С.16-18.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – Москва: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства. М.: ЦИНАО, 1992. – 61 с.
- Gromakova N.V., Kotkov P.P. Issledovanie dejstviya superfosfata dvojnogo v tekhnogeno preobrazovanom pridorozhnom agrocenozhe. V sbornike: «Molodye uchyonye v reshenii aktual'nyh problem nauki». Materialy V Mezhdunarodnoj konferencii. Sovet molodyy uchyoniy i specialistov pri Glave Respubliki Severnaya Osetiya-Alaniya, Ministerstvo RSO-Alaniya po delam molodezhi, fizicheskoy kul'tury i sporta. Vladikavkaz, 2014. – S.226-229.
- Butov A.V., Boeva O.YU. Tyazhelye metally i nitratty v klubnyah kartofelya v chernozemnoj lesostepi // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. – №8. – S.16-18.
- Kulakovskaya T.N. Optimizatsiya agrokhimicheskoy sistemy pochvennogo pitaniya rastenij. – M.: Agropromizdat, 1990. – 219 s.
- Gaplaev M.SH., Pivovarov V.F., Nadezhkin S.M. Vliyanie udobrenij i orosheniya na urozhajnost' i kachestvo korneplodov svekly stolovoj // Ovoschi Rossii. – 2014. – №1 (22). – S.80-85.
- Podlesnyj G.S., Berdnikov D.I. Otzyivchivost' stolovoj svekly na primenenie udobrenij i drugie agropriemy / Sbornik nauchnyh trudov Vserossijskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ovcevodstva i kozovodstva. 2016. – T.1. – №9. – S.152-155.
- Borisov V. A. Ehffektivnoe primenenie udobrenij // Kartofel' i ovoshi. – 2014. – № 2. – S.12-14.
- Mamontova YU.E., Mamontov A.N., Muratov D.N., Stekol'nikov YU.A., Sotnikov B.A. Tyazhelye metally v pochve, saharnoj svekle i kartofele, proizvodimykh v Severo-Zapadnoj chasti Lipetskoy oblasti. Al'manah sovremennoj nauki i obrazovaniya. 2009. – № 5. – S.85-87.
- Revich, B.A. «Goryache tochki» himicheskogo zagrazneniya okruzhayushchej sredy i zdorov'e naseleniya Rossii / pod red. V.M. Zaharova. – M.: Akropol', Obshestvennaya palata RF, 2007. – 192 s.
- Sokolov O.A., Chernikov V.A. EHkologicheskaya bezopasnost' i ustojchivoe razvitiye. Kniga 1: Atlas raspredeleniya tyazhelyh metallov v ob'ektaх okruzhayushchey sredy. – Pushchino: ONTI PNC RAN, 1999. – 164 s.
- Sidorenko G.I., Kutepov E.N. Problemy izuchenija i ocenki sostoyaniya zdorov'ya naseleniya // Gigiena i sanitariya. – 1994. – №8. – S.33-36.
- Mashtykova L.YU., Mandzheeva S.S., Chaplygin V.A., Minkina T.M. Ocenna soderzhanija tyazhelyh metallov v pochvah agrolandshaftov / V knige: «Tekhnogennye sistemy i ekhologicheskij risk» // Terezis dokladov I mezdunarodnoj (XIV regional'noj) nauchnoj konferencii. Pod obshchej redakcijei A.A. Udalovoj. 2017. – S.120.
- Butov A.V., Boeva O.YU. Tyazhelye metally i nitratty v klubnyah kartofelya v Chernozemnoj zone lesostepi // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2013. – № 8. – S.16-18.
- Dosphekhanov B.A. Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij). – 5-e izd., dop. i pererab. – Moskva: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
- Metodicheskie ukazaniya po opredeleniju tyazhelyh metallov v pochvah sel'hozugodij i produktii rastenievodstva. M.: CINAQO, 1992. – 61 s.



# ПЕРСПЕКТИВНЫЙ СОРТ АРБУЗА МЕТЕОР

## PROMISING WATERMELON VARIETY 'METEOR'

Малуева С.В. – старший научный сотрудник отдела селекции  
Варивода Е.А. – старший научный сотрудник отдела селекции  
Бочерова И.Н. – младший научный сотрудник отдела селекции

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Быковская бахчевая селекционная опытная станция Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства» (Врио директора Колебошина Т.Г.)  
404067, Россия, Волгоградская обл.,  
Быковский р-он, п. Зелёный, ул. Сиреневая, д.11  
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

Malueva S.V., Senior Researcher, Breeding Department  
Varivoda E.A., Senior Researcher, Breeding Department  
Bocherova I.N., Junior Researcher, Breeding Department

Federal State Budgetary Scientific Institution  
Bykovskaya Melons  
and Gourds Experimental Breeding Station  
Sirenevaya St., 11, Bykovskiy region, Zeleniy,  
Volgograd oblast, 404067, Russia  
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

**Арбуз – одна из самых распространенных культур среди бахчевых.** На Быковской бахчевой селекционной опытной станции ведется селекционная работа по выведению новых сортов и гибридов арбуза, пригодных для выращивания в более северных районах РФ с более коротким периодом вегетации. Для выполнения этой задачи поставлена цель – создание нового сорта арбуза раннего срока созревания с отличными вкусовыми качествами, дружным созреванием плодов, засухоустойчивого, пригодного для интенсивной технологии выращивания. В настоящее время в Государственное сортиспытание передан новый раннеспелый сорт арбуза Метеор с продолжительностью вегетационного периода 65-70 суток и содержанием сухого вещества до 12,0%. По результатам исследований дана сравнительная характеристика нового перспективного сорта арбуза Метеор и стандарта – сорта арбуза Зенит. Превышение по урожайности нового сорта составляет 19,0 ц/га. По испытанию на комплексную устойчивость к антракнозу и фузариозу сорт арбуза Метеор, превзошел стандарт на 6,4 %, по фузариозу и на 0,8 балла – по поражению антракнозом.

**Ключевые слова:** арбуз, урожайность, качество, устойчивость, скороспелость.

**Для цитирования:** Малуева С.В., Варивода Е.А., Бочерова И.Н. Перспективный сорт арбуза Метеор. Овощи России. 2017;(5):76-77. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-76-77

Урожайность овощных и бахчевых культур и качество продукции в значительной степени определяется факторами внешней среды, среди которых важную роль играют климат и агрометеорологические условия вегетационного периода. За последние годы метеорологи регистрируют устойчивое потепление климата на планете, которое выражается в повышении температуры поверхности слоя Земли и мирового океана, что оказывает ощущимое воздействие на экологию, условия жизни людей и производственную деятельность.

Благодаря потеплению климата наблюдается возможность расширения ассортимента овощных и бахчевых культур, продвижение к северу зоны их выращивания [1]. Из-за расширения зон возделывания бахчевых культур меняются требования к сортовому разнообразию, увеличивается потребность в сортах раннего и среднего сроков созревания [2]. Для поступления продукции арбуза в самые короткие сроки требуются раннеспелые сорта и гибриды с дружным созреванием плодов, характеризующиеся коротким перио-

дом вегетации [3].

Целью исследований являлось создание нового сорта арбуза, раннего срока созревания с отличными вкусовыми качествами, дружным созреванием плодов, засухоустойчивого, пригодного для интенсивной технологии выращивания.

Для решения поставленной цели создан новый раннеспелый сорт арбуза Метеор.

### Материалы и методы исследований

Опыты закладывали на Быковской бахчевой селекционной опытной станции, в боргарных условиях. Объект исследований – арбуз столеский. Исследования проводили с использованием существующих методик, рекомендаций, стандартов [4,5,6,7].

Испытание проводили в сравнении с лучшим районированным сортом (стандартом) по основным хозяйствственно ценным признакам: урожайность, качество плодов, устойчивость к комплексу болезней. Во время вегетации проводили фенологические наблюдения по fazam роста и развития, во время созревания – полевой и органолептиче-

ский анализ плодов, оценку по морфологическим признакам, качественным показателям и учёт урожая. Устойчивость к антракнозу и фузариозу определяли согласно общепринятой методике [8,9].

Агротехника общепринятая для выращивания бахчевых культур.

### Результаты исследований

В 2015 году размножен и передан в Государственное сортиспытание перспективный сорт арбуза Метеор.

Метеор – сорт раннего срока созревания. Вегетационный период 65-70 суток. Растение длинноплетистое, длина главной плети более 2,0 м. Листовая пластинка рассеченная, с узкими долями, окраска пластинки зеленая. Опыление перекрестное. Завязь среднего размера, слабоопущенная. Плод округлой формы, поверхность гладкая. Фон плода светло-зеленый, рисунок фестончатые темно-зеленые полосы. Масса товарного плода от 7 до 12 кг. Мякоть ярко-розовая, нежная, сладкая. Содержание сухого вещества 11,0-12,0 %, в отдельных плодах до 14,0 %. Ценность сорта: скороспелость, засухо-

Таблица 1. Характеристика нового сорта арбуза Метеор

Показатели	Новый сорт Метеор				Стандарт – сорт Зенит			
	2013	2014	2015	среднее	2013	2014	2015	среднее
Вегетационный период, сутки	70	64	66	66	74	65	67	69
Урожайность, ц/га	134,0	128,0	136,0	133,0	112,0	110,0	120,0	114,0
Средняя масса плода, кг	6,0	5,6	5,5	5,7	4,1	4,7	4,6	4,5
Сухое вещество, %	11,8	11,4	11,6	11,6	11,5	9,4	11,6	10,8
Общий сахар, %	11,35	10,90	10,45	10,90	10,00	8,40	10,45	9,62
Фруктоза, %	3,32	4,00	4,36	3,89	3,24	3,24	3,32	3,27
Глюкоза, %	0,68	0,15	0,99	0,61	1,16	0,46	1,18	0,93
Сахароза, %	7,35	6,75	5,10	6,30	5,60	4,70	5,95	5,42
Витамин С, мг%	6,11	7,49	8,97	7,52	7,72	8,49	9,80	8,67
Нитраты, мг/кг	22,0	40,1	50,5	37,5	29,0	42,0	52,9	41,3

HCP05 2,21 ц/га Р 1,79%

устойчивость. Назначение: для получения ранней товарной продукции и продуктов технической переработки.

Характеристика сорта по годам исследований приводится в таблице 1.

Оценка результатов сравнительных испытаний показала, что новый сорт арбуза Метеор превышает по урожайности стандарт на 19,0 ц/га, по общему сахару – на 0,83%.

За годы испытания на комплексную устойчивость при искусственном заражении новый сорт арбуза Метеор превзошел по устойчивости к фузариозу стандартный сорт Зенит на 6,4%, на 0,8 балла – по поражению анtrakнозом. Результаты испытания сорта арбуза Метеор к анtrakнозу и фузариозу приведены в таблице 2.

По результатам испытания можно сделать вывод, что новый сорт арбуза Метеор превосходит стандарт по всем показателям.

#### Литература

- Алексеева, К.Л. Овощеводство в России в условиях глобального потепления климата [Текст]/К.Л. Алексеева, В.А. Борисов// Селекция, семеноводство и сортовая агротехника овощных бахчевых и цветочных культур. – Сборник научных трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной VI Квасниковским чтениям. – М. – 2016. – С. 20-24.
- Колебошина, Т.Г. Новые сорта арбуза, дыни и тыквы для товарного бахчеводства России, их конкурентоспособность в условиях современного рынка[Текст]//Т.Г. Колебошина/ Труды Кубанского государственного аграрного университета. – Краснодар. – 2015. – №4. – С. 115-119.
- Колебошина, Т.Г. Новые сорта и гибриды арбуза для конвейерного производства товарной продукции [Текст]//Т.Г.Колебошина, Е.А. Варивода, С. В. Малеува/ Известия Нижневолжского агрониверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2016. – №4 (44). – С. 64-70.
- Белик, В.Ф. Методика полевого опыта в овощеводстве // В. Ф. Фурса, Г. Л. Бондаренко/ – М. – 1979. – С.210.
- Дютин, К.Е. Селекция арбуза на устойчивость к мучнистой росе // К.Е. Дютин, Н. И. Шустов, Ю. В. Соколов/ Методические указания/. – М. – 2001. – 16 с.
- Литвинов, С. С. Методика полевого опыта в овощеводстве// С. С. Литвинов/ - М. Россельхозакадемия. – 2011. – 125 с.
- Дютин, К.Е. Методические указания по селекции арбуза на устойчивость к анtrakнозу //К.Е. Дютин/. – М. – 1980. – С. 14
- Фурса, Т.Т. Селекция бахчевых культур // Т.Т. Фурса/ Методические указания/ - Л. – 1988. – С.78.

#### Заключение

Новый сорт арбуза Метеор отличается дружным плодообразованием и созреванием, высокой потенциальной урожайностью, что позволит значительно минимизировать затраты на уборку и повысить продуктивность посевов.

Новый сорт арбуза обладает хорошими хозяйственными ценными признаками: содержание сухого вещества 11,6 % и общего сахара до 10,90%.

Новый сорт устойчив к био- и абиотическим факторам среды, имеет хорошую транспортабельность. Рекомендован для возделывания во всех бахчесеющих зонах Российской Федерации.

Таблица 2. Устойчивость к фузариозу и анtrakнозу при искусственном заражении

Название образца	Пораженность		Содержание сухого вещества, %		
	Фузариоз, % поражения	Антракноз		min	max
		Балл поражения	% поражения		
<b>2013 год</b>					
<b>Метеор</b>	13,9	1,6	100	10,0	12,0
<b>Зенит (стандарт)</b>	18,0	2,3	100	11,0	12,8
<b>2014 год</b>					
<b>Метеор</b>	13,9	1,6	100	10,0	10,0
<b>Зенит (стандарт)</b>	20,4	2,3	100	10,8	13,0
<b>2015 год</b>					
<b>Метеор</b>	12,1	1,0	100	10,0	12,0
<b>Зенит (стандарт)</b>	20,8	2,0	100	11,8	13,4
<b>Среднее за три года</b>					
<b>Метеор</b>	13,3	1,4	100	10,0	11,3
<b>Зенит (стандарт)</b>	19,7	2,2	100	11,2	13,0

#### References

- Alekseeva, K.L. Ovoshchovedstvo v Rossii v uslovijah global'nogo potepleniya klimata [Tekst]/K.L. Alekseeva, V.A. Borisov// Selekcija, semenovodstvo i sортоваia agrorhetanika ovoščnyih bahchevyh i cvetochnyih kul'tur. – Sbornik nauchnyih trudov po materialam Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj VI Kvasnikovskim chteniyam. – M. – 2016. – S. 20-24.
- Koleboshina, T.G. Novye sorta arbuza, dyni i tykvy dlya tovarnogo bahchevodstva Rossii, ih konkurentospособnost' v uslovijah sovremenennogo rynka[Tekst]//T.G. Koleboshina/ Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – Krasnodar. – 2015. – №4. – S. 115-119.
- Koleboshina, T.G. Novye sorta i gibridy arbuza dlya konvejernogo proizvodstva tovarnoj produkciy [Tekst]//T.G.Koleboshina, E.A. Varivoda, S. V. Malueva/ Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: Nauka i vysshee professional'noe obrazovanie. – 2016. – №4 (44). – S. 64-70.
- Belik, V.F. Metodika polevogo opyta v ovoščevodstve // V. F. Fursa, G. L. Bondarenko/ – M. – 1979. – S.210.
- Dyutin, K.E. Selekcija arbuza na ustojchivost' k muchnistoj rose // K.E. Dyutin, N. I. SHustov, Yu. V. Sokolov/ Metodicheskie ukazaniya/. – M. – 2001. – 16 s.
- Litvinov, S. S. Metodika polevogo opyta v ovoščevodstve// S. S. Litvinov/ - M. Rossel'hozakademija. – 2011. – 125 s.
- Dyutin, K.E. Metodicheskie ukazaniya po selekcii arbuza na ustojchivost' k antraknozu //K.E. Dyutin/. – M. – 1980. – S. 14
- Fursa, T.T. Selekcija bahchevykh kul'tur // T.T. Fursa/ Metodicheskie ukazaniya/ - L. – 1988. – S.78.

# НОВЫЙ СОРТ ТЫКВЫ РОМАНТИКА ДЛЯ ФЕРМЕРСКИХ ХОЗЯЙСТВ, ПРИУСАДЕБНЫХ УЧАСТКОВ И ПРОМЫШЛЕННОЙ ПЕРЕРАБОТКИ



NEW CULTIVAR OF PUMPKIN 'ROMANTIKA' SUITABLE  
FOR FARMING PRODUCTION, GARDENING LANDS AND PROCESSING

Никулина Т.М. – старший научный сотрудник отдела селекции  
Курунина Д.П. – младший научный сотрудник отдела селекции  
Галичкина Е.А. – научный сотрудник агрохимлаборатории

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Быковская бахчевая селекционная опытная станция»  
404067, Россия, Волгоградская обл.,  
Быковский р-н, п. Зелёный, ул. Сиреневая, д.11  
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

Nikulina T.M., Senior Researcher, Breeding Department  
Kurunina D.P., Junior Researcher, Breeding Department  
Galichkina E.A., Resercher, Laboratory of Agricultural Chemistry

Federal State Budgetary Scientific Institution  
Bykovskaya Melons and Gourds Experimental Breeding Station  
Sirenayev St., 11, Bykovskiy region,  
Zeleniy, Volgograd oblast, 404067, Russia  
E-mail: BBSOS34@yandex.ru

**На Быковской бахчевой селекционной опытной станции ведется** работа по созданию сортов тыквы, отвечающих требованиям потребителей и перерабатывающей промышленности. Целью исследований являлось создание сорта тыквы с повышенным содержанием сухого вещества и каротина, устойчивого к стрессовым факторам среды и пригодного для использования в перерабатывающей промышленности. В результате селекционной работы создан сорт тыквы Романтика. По результатам сравнительной характеристики стандарта сорта Волжская серая 92 и сорта Романтика новый сорт превышает стандарт по содержанию сухого вещества на 1,2%, сахара – на 1,34%, сахарозы – на 1,73%, каротина – на 46,44 мг %, по урожайности – на 0,5 ц/га. По устойчивости к мучнистой росе при искусственном заражении сорт Романтика превзошел стандарт на 11% и 0,4 балла поражения.

**Ключевые слова:** тыква, сорт, каротин, сухое вещество, стандарт, тыквенный порошок.

**Для цитирования:** Никулина Т.М., Курунина Д.П., Галичкина Е.А. Новый сорт тыквы Романтика для фермерских хозяйств, приусадебных участков и промышленной переработки. Овощи России. 2017;(5):78-79. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-78-79

**Research work is underway to create pumpkin varieties satisfying the requirements of consumers and the processing industry in Bykovskaya Melons and Gourds Experimental Breeding Station. The aim of the research was to develop pumpkin varieties with high content of dry matter and carotene, resistant to stresses and suitable for use in the food processing industry. Romantika is the variety resulted from breeding program, based on comparative characteristics of 'Romantica' and standard variety of Volzhskaya Seraya 92. New pumpkin variety 'Romantica' exceeds the standard in contents of dry matter by 1.2%, sugars by 1.34%, sucrose by 1.73%, carotene by 46.44 mg%, yield by 0.5 t/ha. On the resistance to powdery mildew in artificial infection of sort of Romance has surpassed the standard by 11%, score at 0.4.**

**Keywords:** pumpkin, variety, carotene, dry matter, standard, pumpkin powder.

**For citation:** Nikulina T.M., Kurunina D.P., Galichkina E.A. New cultivar of pumpkin 'Romantika' suitable for farming production, gardening lands and processing. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):78-79. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-78-79

## Введение

Тыква – широко распространённая сельскохозяйственная культура, а по своему назначению наиболее универсальная из всех бахчевых культур, представляющая большой интерес как продовольственная и кормовая культура, а также в качестве сырья для промышленной переработки.

Плоды тыквы питательны и полезны, содержат большое количество легко усваиваемых организмом человека и животных углеводов, каротиноидов, солей калия, пектинов, витаминов, микроэлементов.

В последние годы тыква стала широко использоваться в пищевой и хлебопекарной промышленности в качестве пищевой добавки в виде порошка из мякоти и семян тыквы.

Витаминный состав тыквенного порошка очень разнообразен. В его составе обнаружены витамины группы В, С, Е, PP, D, минеральные соли калия, железа, кальция, фосфора, натрия, магния [1].

Тыквенный порошок используется при изготовлении рубленных котлет вместо хлеба. Установлено, что при добавлении тыквенного порошка в котлеты, рубленные из мяса птицы, значительно улучшается количество и структура готовой продукции [2].

Большое пищевое и лечебное значение имеют семена тыквы, содержащие до 50% высококачественного пищевого масла, витамины группы В, А, Е, белки, минеральные соли. Порошок из очищенных семян тыквы используют в качестве пищевой добавки при производстве мясопродуктов: фарша для колбас, сосисок, мясных паштетов.

Продукты переработки семян тыквы используются в хлебопечении при производстве хлебобулочных изделий повышенной пищевой и биологической ценности [3].

На кафедре технологии мяса и молока Башкирского государственного университета проводят исследования по

изучению возможности использования муки из семян тыквы для производства йогурта.

Мука из семян тыквы – это источник полноценного хорошо усвояемого белка, содержание которого в продукте составляет не менее 40% [4].

В условиях изменяющихся абиотических факторов и возрастающих в связи с этим требованиям к сортам, возникла необходимость решения новых задач в практической селекции тыквы, а именно создания сортов, отвечающих возросшим требованиям производства [5]. Для решения этих задач нами был создан новый сорт Романтика.

## Материалы и методы

Селекционную работу по созданию нового сорта тыквы проводили по общепринятой схеме селекционного процесса для бахчевых культур. В качестве исходного материала использована коллекция сортов тыквы ВИРа и других селекционных учреждений.

Таблица 1. Характеристика нового сорта Романтика

Показатели	Новый сорт Романтика				Стандарт – Волжская серая 92			
	2012г	2013г	2015г	Среднее	2012г	2013г	2015г	Среднее
Вегетационный период, сут.	124	118	113	118	124	124	115	121
Урожайность, ц/га	144,0	178,4	160,0	160,8	125,0	216,0	140,0	160,3
Средняя масса плода, кг	8,1	5,0	6,3	6,5	6,0	9,2	6,2	7,1
Сухое вещество, %	6,0	8,0	8,2	7,4	6,0	7,0	5,5	6,2
Сумма сахаров, %	5,65	6,8	7,25	6,57	5,0	6,55	4,15	5,23
Витамин С, мг%	6,4	4,85	11,16	7,47	8,96	3,85	9,0	7,27
Каротин, мг%	-	94,87	26,0	60,44	-	16,5	12,0	14,0
Сахароза, %	3,38	3,80	3,70	3,63	1,85	3,37	0,47	1,9
Нитраты, мг/кг	40,1	39,2	42,0	40,4	36,6	37,4	36,6	36,9

HCP<sub>05</sub> – 4,81 ц/га P – 3,38%

Исследовательскую работу проводили в лабораторно-полевых опытах на Быковской бахчевой селекционной опытной станции с использованием существующих методик, рекомендаций, стандартов [6,7,8]. В селекционной работе использовали классические методы: межсортовая гибридизация, индивидуальный и семейственный отбор.

В процессе опытных исследований провели следующие наблюдения и учеты: фенологические наблюдения по fazam роста и развития растений, учет урожая, полевой и биохимический анализ плодов, устойчивости сортов тыквы к мучнистой росе.

### Результаты и их обсуждение

В результате проведенной селекционной работы создан новый сорт тыквы Романтика.

Растение плетистое, средней мощности. Листовая пластинка сердцевидная, средней величины. Плод плоскоокруглой формы (индекс 0,4-0,6), поверхность слабо-сегментированная, гладкая или с элементами сетки. Окраска фона плода розовая, рисунок – светло-розовые узкие полосы, не доходящие до основания плода. Средняя масса плода 5,6 кг, максимальная – 10,0 кг. Кора кожистая гнуящаяся. Мякоть средней толщины (5,0-7,0 см), среднеплотная, сочная, сладкая. Окраска от интенсивно-желтой до оранжевой. Сорт средне-

го срока созревания, от полных всходов до сбора плодов 115-125 суток. Урожайность на богаре за годы испытания 158,0 – 178,0 ц/га. Химический состав плодов: сухое вещество – 8,0-14,0%, сумма сахаров – 6,8-7,25%, витамин С – 6,4 мг%, каротин – 60,44 мг%. Мучнистой росой сорт поражается в слабой степени. Транспортабельность и лёгкость плодов хорошие, устойчив к био- и абиострессорам. Ценность сорта: высокое качество плодов, повышенное содержание каротина, высокий выход семян и

привлекательный внешний вид. Назначение столовое и универсальное. Агротехника обычна для тыквы крупноплодной. Сорт отзывчив на удобрение и орошение. Не требователен к плодородию почв. Хороший урожай дает на каштановых, супесчаных и легких суглинистых почвах.

Характеристика сорта Романтика по годам конкурсного сортоиспытания приводится в таблице 1.

Анализ результатов испытаний показал, что новый сорт тыквы Романтика превышает стандарт сорта Волжская серая 92 по содержанию сухого вещества на 1,2 %, сахаров – на 1,34%, сахарозы – на 1,73%, каротина – на 46,44 мг %, по урожайности – на 0,5 ц/га.

По устойчивости к мучнистой росе при искусственном заражении сорт Романтика превзошел стандарт на 11% и 0,4 балла поражения (табл. 2).

### Выводы

Новый среднеспелый сорт тыквы Романтика столового и универсального назначения отличается повышенным содержанием сухого вещества, сахаров и каротина, с высоким выходом семян, устойчив к мучнистой росе, лёгкий, транспортабельный. Сорт устойчив к абио- и биотическим факторам среды, не требователен к плодородию почв, пригоден для интенсивной технологии возделывания. Рекомендован для промышленного производства,личных подсобных хозяйств и технической переработки.

Таблица 2. Устойчивость нового сорта тыквы Романтика к мучнистой росе при искусственном заражении (2013-2015 годы)

Название образца	Поражено	
	%	Балл поражения
<b>2013 год</b>		
Волжская серая – стандарт	80,0	1,9
Романтика	77,8	1,6
<b>2014 год</b>		
Волжская серая - стандарт	90,0	1,8
Романтика	80,2	1,8
<b>2015 год</b>		
Волжская серая - стандарт	100	2,7
Романтика	80,4	1,6
<b>Среднее за 3 года</b>		
Волжская серая - стандарт	90,0	2,1
Романтика	79,5	1,7

### Литература

- Скурихин, И.М. Химический состав пищевых продуктов: справочник / И.М. Скурихин – М.: Дели принт. – 2002. – Ч. 263.
- Щербакова, Е.И. Раствительные добавки в производстве рубленных блюд из мяса птицы. / Е.И. Щербакова. - Вестник Южно-Уральского ГУ. – № 2. – Том 1. – 2013. – С. 14-17.
- Вершинина, О.Л. Использование шрота из семян тыквы в хлебопечении. «Техника и технология пищевых производств» / О.Л. Вершинина, Е.С. Милованова, И.М. Кучерявенко. - № 1-2009. – С. 152-159.
- Канарейкина, С.Г. Разработка комбинированного продукта с растительной добавкой в виде муки из семян тыквы // С.Г. Канарейкина. – Молодой ученик. – 2015. – №9. – С. 774-775.
- Быковский Ю.А. Товарному бахчеводству России – продуктивные сорта /Ю. А. Быковский, С. В. Малеева, Т. М. Никулина / Картофель и овощи/. – №6. – 2014. – С. 32-36.
- Литвинов, С.С. Методика полевого опыта в овощеводстве /С.С. Литвинов. - М., Россельхозакадемия. – 2011. – 125 с.
- Фурса, Т.Б. Селекция бахчевых культур / Т. Б. Фурса. - Методические указания. - Л. – 1988. – С.78.
- Белик, В.Ф. Методика полевого опыта в овощеводстве / В.Ф. Белик, Г.Л. Бондаренко / М. – 1979. – С.210.
- References
  1. Skurikhin, I.M. Himicheskij sostav pishchevyh produktov: spravochnik/ I.M. Skurikhin – M.: Deli print. – 2002. – Ch. 263.
  2. SHCHerbakova, E.I. Rastitel'nye dobavki v proizvodstve rublennyyh blyud iz myasa pticy. / E.I. SHCHerbakova. - Vestnik YUzhno-Ural'skogo GU. – № 2. – Tom 1. – 2013. – S. 14-17.
  3. Vershinina, O.L. Ispol'zovanie shrota iz semyan tykvy v hlebopechenii. «Tekhnika i tekhnologiya pishchevyh proizvodstv» / O.L. Vershinina, E.S. Milovanova, I.M. Kucheryavenko. - № 1-2009. – S. 152-159.
  4. Kanarejkinsa, S.G. Razrabotka kombinirovannogo produkta s rastitel'noj dobavkoj vide muki iz semyan tykvy // S.G. Kanarejkinsa. – Molodoj uchenyj. – 2015. – №9. – S. 774-775.
  5. Bykovskij YU.A. Tovarnomu bahchevodstvu Rossii – produktivnye sorta /YU. A. Bykovskij, S. V. Malueva, T. M. Nikulina / Kartofel i ovoshchi/. – №6. – 2014. – S. 32-36.
  6. Litvinov, S.S. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve /S.S. Litvinov. - M., Rossel'hozakademija. – 2011. – 125 s.
  7. Fursa, T.B. Selekcija bahchevyh kul'tur / T. B. Fursa. - Metodicheskie ukazaniya. - L. – 1988. – S.78.
  8. Belik, V.F. Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve / V.F. Belik, G.L. Bondarenko / M. – 1979. – S.210.



# ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ФОРМЫ ХЕНОМЕЛЕСА ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ ПИТАНИИ

## PROMISING ACCESSIONS OF CHAENOMELES AND THEIR USE IN THE FUNCTIONAL FOOD

Сорокупдов В.Н.<sup>1</sup> – доктор с.-х. наук, профессор  
Сорокупдова О.А.<sup>1</sup> – доктор биол. наук, профессор

Куклина А.Г.<sup>2</sup> – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

Артюхова А.В.<sup>1</sup> –

Мячикова Н.И.<sup>3</sup> – кандидат технических наук,  
доцент, зав. кафедрой технологии продуктов питания

<sup>1</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский селекционно-технологический институт  
садоводства и питомниководства»

115598, Россия, г. Москва, ул. Загорьевская, 4  
E-mail: sorokupudov2015@yandex.ru, тел. 8-925-360-72-16

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Главный ботанический сад им. Н.В. Цицина Российской академии наук  
115598, Россия, г. Москва, ул. Ботаническая, 4  
E-mail: alla\_gbsad@mail.ru, тел. 8-903-780-85-99

<sup>3</sup> Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»  
308015, Россия, г. Белгород, ул. Победы, 85  
E-mail: myachikova@bsu.edu.ru

Sorokupudov V.N.<sup>1</sup>, Doctor of Sciences, Professor

Sorokupdova O.A.<sup>1</sup>, Doctor of Sciences, Professor

Kuklina A.G.<sup>2</sup>, Ph.D. in Biology, Senior Researcher

Artjukhova A.B.<sup>1</sup>,

Myachikova N.I.<sup>3</sup>, Ph.D. in Technical Science,  
Associate Professor, Deputy Dean of Food Technology Faculty

<sup>1</sup> Federal State Budget Scientific Institution  
'All-Russian Horticultural Institute for Breeding,  
Agrotechnology and Nursery'  
Zagoryevskaya st. 4,  
Moscow, 115598, Russia

<sup>2</sup> Federal State Budgetary Institute  
of Science Main Botanical Garden named after N.V. Tsitsin  
Russian Academy of Sciences  
Botanicheskaya st. 4, Moscow, 115598, Russia

<sup>3</sup> Federal State Autonomous Educational Institution  
of Higher Education  
'Belgorod National Research University'  
Pobedy St. 85, Belgorod, 308015, Russia  
E-mail:myachikova@bsu.edu.ru

Решающее значение для получения новых устойчивых сортов и разработки рекомендаций по использованию плодов хеномелеса имеет комплексный анализ. Задача данного исследования заключалась в оценке продуктивности и качества плодов отборных форм хеномелеса в условиях Средней России с выявлением возможности безотходной технологии переработки плодов, а также целесообразности использования в составе продуктов функционального питания. Исследования проводили в 2012-2016 годах в Ботаническом саду НИУ «БелГУ» (г. Белгород), в ФГБНУ ВСТИСП и ГБС им. Н.В. Цицина. В качестве материалов для изучения были использованы 6 отборных форм *Chaenomeles*, полученных от свободного опыления сорта Калиф, используемого в качестве контроля. Исследование проведено по общепринятой методике сортоизучения, а также с использованием методических разработок авторов. Установлена достаточно высокая пищевая и биологическая ценность выжимок плодов хеномелеса. При этом по содержанию минеральных веществ, углеводов и витаминов выжимки из целых плодов превосходят выжимки из мякоти. Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод о целесообразности организации безотходной технологии переработки плодов хеномелеса, которые могут служить одним из компонентов для обогащения пищевых продуктов. Таким образом, по комплексной оценке биологических свойств и продуктивности отборных форм хеномелеса установлено, что они превосходят по устойчивости материнский сорт и являются перспективными в качестве высоковитаминной плодовой культуры, что позволяет их использовать для различных способов переработки, в составе продуктов функционального и лечебно-профилактического питания, особенно для получения натуральных низкокалорийных продуктов.

**Ключевые слова:** *Chaenomeles*, Калиф, плод, семя, морфометрия, урожайность, химический состав, функциональное питание

**Для цитирования:** Сорокупдов В.Н., Сорокупдова О.А., Куклина А.Г., Артюхова А.В., Мячикова Н.И. Перспективные формы хеномелеса для использования в функциональном питании. *Овощи России*. 2017;(5):80-83. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-80-83

*A complex analysis is crucial for obtaining new resistant varieties and developing recommendations for the use of the fruit of *Chaenomeles*. The task of this study was to assess the productivity and quality of the fruit of the selected forms of *Chaenomeles* in Central Russia, with the determination of the possibility of a no-waste technology for fruit processing, and the appropriateness of using functional food in the composition of products. The studies were conducted in 2012-2016. In the Botanical Gardens of the National Research University "BelGU" (Belgorod), in the FGBNU VSTISP and GBS N.V. Tsitsina. As materials for the study, 6 selective forms of *Chaenomeles*, obtained from free pollination of the 'Calif' variety, used as a control, were used. The study was carried out according to the generally accepted methodology of varietal studies, along with using the authors' methodical development. A sufficiently high nutritional and biological value of the chelating of the *Chaenomeles* fruit has been observed. At the same time, the minerals, carbohydrates and vitamins from entire fruits exceed the content of ones squeezed from the pulp. The obtained results of the studies allow us to conclude that it is advisable to organize a non-waste technology for the processing of fruit of *Chaenomeles*, which can serve as one of the components for the enrichment of food products. Thus, a comprehensive assessment of the biological properties and productivity of breeding forms of *Chaenomeles* has been made showing that they exceeded the parent variety in stability are regarded as promising intense-vitamin fruit culture, that can be used for various processing methods, as part of functional and therapeutic product-prophylactic nutrition, especially in obtaining natural low-calorie foods.*

**Keywords:** *Chaenomeles*, Calif, fruit, seed, morphometry, productivity, chemical composition, functional nutrition.

**For citation:** Sorokupudov V.N., Sorokupdova O.A., Kuklina A.G., Artjukhova A.B., Myachikova N.I. Promising accessions of *Chaenomeles* and their use in the functional food. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):80-83. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-80-83

## Введение

В настоящее время все больше россиян начинают серьезно относиться к вопросам питания, проявляя повышенный интерес к наиболее полезным для здоровья продуктам, основывая выбор на их качестве. Доказано, что диетическую направленность имеет продукция, обогащенная пищевыми волокнами, которые способны поглощать токсичные металлы и радионуклиды, поступающие в организм. Выведению радионуклидов из организма человека способствуют потребление продукции с повышенным содержанием солей кальция, фосфора, а также высокобелковая диета. В последние годы во всем мире получило широкое развитие, так называемое, функциональное питание, под которым подразумевается систематическое употребление пищевых продуктов, оказывающее регулирующее действие на организм в целом или на его отдельные системы и органы [1].

В связи с этим определенный интерес представляет более тщательное изучение химического состава отдельных видов растительного сырья, в частности, хеномелеса, с целью разработки рекомендаций по использованию в функциональном питании.

Родиной видов рода *Chaenomeles* Lindl. (*Maloideae, Rosaceae*) является Япония и Китай. В зарубежной селекции чаще используют *Ch. speciosa* (Sweet) Nakai, *Ch. cathayensis* (Hemsl.) C.K. Schneid. и садовые гибриды – *Ch. xsuperba* (Frahm) Rehder (*Ch. japonica* x *Ch. speciosa*), *Ch. x californica* Clarke (*Ch. cathayensis* x *Ch. superba*), на основе которых получены красивоцветущие, но слабозимостойкие в Средней России сорта [2-4].

В России наиболее распространен хеномелес японский (*Ch. japonica* (Thunb.) Lindl. ex Spach). Это компактный кустарник высотой до 1 м с раскидистыми колючими, редко голыми ветвями, благополучно зимующими под снегом. Даже в малоснежные зимы хеномелес японский может выдержать понижение температуры до -30°C. *Ch. japonica* не требователен к почвам, переносит небольшое засоление, относительно засухоустойчив, способен расти на участках с близким залеганием грунтовых вод. В Средней России рост побегов начинается в середине мая, оранжево-красные медоносные цветки (диаметром 5 см) распускаются в июне. Кустарник не только декоративен, но также используется в качестве плодовой культуры [3-6].

Плоды видов рода *Chaenomeles* – некрупные «яблоки», насыщенные витаминами, биологически активными веществами (биофлавоноидами), пектинами и минеральными элементами. В них много витамина С (150-350 мг%), выделены катехины (430-750 мг%), процианидины (180-250 мг%), флавоноиды и оксикоричные кислоты. В 100 г свежих плодов содержится 0,45 мг витамина А, 0,03-0,43 мг витамин В1, 0,05-0,12 мг витамина В2, 0,59-3,5 мг витамина Е, а



также 110-223 мг калия, 15,3-38,1 мг кальция, 9-14,8 мг фосфора, 1,7-2,2 мг натрия, и 0,3-1,4 мг железа. Плоды хеномелеса имеют кисло-терпкий вкус, обусловленный присутствием органических кислот (лимонная, яблочная, винная, янтарная, фумаровая и малоновая) и дубильных веществ (1,4-3,0 мг%). Стойкий аромат плодов связан с наличием эфирных масел. Присутствие значительного количества пектинов (до 12%) благоприятно для получения различных продуктов переработки [1, 7-8].

Селекцией плодовых сортов хеномелеса занимаются в Бельгии, Великобритании, Германии, Голландии, Швейцарии, Франции, Швеции, Польше, Испании, Японии, США, странах Балтии, Молдавии, Украине [9] и России [1-7, 10-15]. В Белоруссии получен сорт Лихтар с плодами массой 45 г, урожайностью до 8 кг плодов с куста [16].

Комплексный анализ перспективности хеномелеса имеет решающее значение для получения новых устойчивых сортов и разработки рекомендаций по использованию. Задача данного исследования заключалась в оценке продуктивности и качества плодов

отборных форм хеномелеса в условиях Средней России с выявлением возможности безотходной технологии переработки плодов, а также целесообразности использования в составе продуктов функционального питания.

## Материалы и методы

Исследования проводили в 2012-2016 годах в Ботаническом саду НИУ «БелГУ» (г. Белгород), в ФГБНУ ВСТИСП и ГБС им. Н.В. Цицина. В качестве материалов для изучения были использованы 6 отборных форм *Chaenomeles*, полученных от свободного опыления сорта Калиф, который был использован в качестве контроля. Исследование проведено по общепринятой методике сортоизучения [17], также использованы методические разработки авторов для данной культуры [18-19]. Выжимки, полученные после отделения сока методом прессования, высушивали в инфракрасной сушилке при температуре 30...40°C и размалывали на специальной мельнице для измельчения растительного сырья. Для исследований использовали два образца выжимок: первый – из мякоти, второй – из целых плодов. В образцах

Таблица 1. Морфометрические признаки плодов  
у отборных форм *Chaenomeles*, 2012-2014 годы

Сорт и форма	Размер плода, см		Масса плода, г		Толщина околоплодника, см	
	длина	диаметр	M±m	Min-Max	M±m	Min-Max
<b>Калиф</b>	4,7	4,4	55,8±2,1	36,3-105,2	0,8±1,1	0,7-1,3
<b>3</b>	5,3	4,9	46,9±3,2	12,2-85,8	1,3±0,4	1,1-1,4
<b>11</b>	5,0	4,3	46,1±0,8	15,1-78,1	1,1±0,2	1,0-1,3
<b>13</b>	6,5	6,5	54,7±1,4	13,4-117,0	1,4±1,0	1,3-1,5
<b>16</b>	7,0	4,9	67,8±0,9	10,6-129,0	1,3±0,8	1,0-1,6
<b>23</b>	5,1	4,9	57,4±1,3	16,4-91,5	1,3±0,3	1,2-1,5
<b>27</b>	4,0	4,4	34,3±0,5	16,1-67,5	1,1±0,2	1,0-1,3

выжимок определяли содержание влаги, углеводов, витаминов, зольность общепринятыми методами, а качественный состав золы (микро- и макроэлементы) определяли после мокрого озоления методом атомной абсорбции.

Результаты обрабатывали статистически с использованием программы Microsoft Excel.

## Результаты и их обсуждение

Селекционное потомство *Chaenomeles* в Ботаническом саду НИУ «БелГУ» – низкорослые кустарники высотой 50-80 см, диаметр кроны 1,5 м, побеги оливково-зеленые, слабо окочучены, в массе направлены параллельно почве. Все образцы благополучно развиваются, полностью восстановившись после суровой зимы 2009/2010 годов, когда морозы достигали -35°C при толщине снежного покрова 0,5 м. Ежегодный прирост побегов составляет 15-30 см. Цветки бледно-розовые, оранжевые и красные, венчик диаметром 5 см. Плодовые почки закладываются в августе-сентябре на ветках 2-х летнего возраста и старше. Плоды плотные, лимонно-желтого цвета с мелкими точками, яблоковидной и грушевидной формы, созревают в конце августа или середине сентября (90-110 суток).

Анализ морфометрических признаков (табл. 1), показал, что длина плодов у отборных форм хеномелеса в Белгороде колеблется от 4,0 до 7,0 см, диаметр – 4,4-6,5 см. Их средняя масса составляет 34,3-67,8 г, при этом максимальная масса достигает 117-129 г, как у родительского сорта Калиф. Мякоть плодов с большим содержанием каменистых клеток, на вкус кисло-терпкая, ароматная, ее толщина – 1,1-1,4 см.

Семена в плодах отборных форм хеномелеса коричневые, блестящие, длиной 5,8-7,1 мм, диаметром 3,2-4,2 мм. В каждом плоде находится от 33 до 90 семян. На долю семян приходится 3,8-11,8% объема плода, масса семян составляет 1,8-6,8 г.

В среднем урожайность плодов у отборных форм выше, чем у родительского сорта Калиф (0,8 кг), и колеблется от 1,2 до 4,2 кг с куста. Максимальное число плодов на кусте у форм № 16, 13 и 7 – более 75-79 (табл. 2).

При исследовании химического состава плодов хеномелеса в



Таблица 3. Химический состав выжимок плодов *Chaenomeles Lindl.*

Наименование образца	Массовая доля влаги, %	Массовое содержание золы, %	Пищевые волокна, %	Общий сахар, %	Массовая доля жира, %	Белок, %	Витамин С, мг%	Каротин, мг/кг
Выжимки из мякоти	8,6	2,13	10,31	6,25	0,3%	2,86	131,2	68,9
Выжимки из целого плода	9,1	2,76	13,92	6,97	10,5	3,2	154,4	79,5

Таблица 4. Минеральный состав выжимок плодов *Chaenomeles Lindl.*

Наименование образца	N, %	P, %	K, %	Ca, %	Fe, мг/кг	Mn, мг/кг	Cu, мг/кг	Zn, мг/кг	Cd, мг/кг	Pb, мг/кг	As, мг/кг	Hg, мг/кг
Выжимки из мякоти	0,44	0,091	1,01	0,26	129,5	5,8	2,95	12,95	0,012	0,29	0,03	0,005
Выжимки из целого плода	0,51	0,18	1,37	0,34	113,5	4,8	3,17	11,15	0,01	0,31	0,03	0,005

Белгороде [1] выявлено наличие сухого вещества (6,2-24,0%), органических кислот (1,5-2,6%) и сахаров (2,2-4,1%). В спелых плодах сорта Калиф сухое вещество составляет 22,3%, отмечено высокое содержание органических кислот (2,6%), сахаров меньше (1,4%). По содержанию витамина С сорт Калиф (170 мг%) уступает отборным формам (142-330 мг%), которые богаче аскорбиновой кислотой, чем яблоки (10-17 мг%) и лимоны (40-50 мг%), но могут быть сравнимы с черной смородиной (до 200 мг%).

Как видно из данных (табл. 3), основную долю в химическом составе плодов хеномелеса занимают углеводы, которые представлены пищевыми грубыми волокнами (клетчатка), сахарами. Причем наиболее высокий процент приходится на выжимки из целого плода, где содержание углеводов выше в среднем на 20% за счет перегородок семен-

ной камеры и самих семян. Эти выжимки могут широко использоваться в качестве обогатителя мучных и сахарных продуктов, которые бедны пищевыми волокнами. По содержанию витамина С и провитамина А (каротина) выжимки из целых плодов также превосходят выжимки из мякоти на 10-12% и могут служить дополнительным источником биологически активных веществ. В выжимках из целых плодов значительное содержание жира – до 10%, тогда как в выжимках из мякоти его менее 0,3%.

Проанализировав данные табл. 3, можно отметить, что выжимки содержат до 3% золы. При проведении анализа минерального состава методом атомной абсорбции (табл. 4) установлено достаточно высокое содержание железа, которое, входя в состав гемоглобина красных кровяных телец, непосредственно участвует в переносе кислорода от легких ко всем тканям, органам и системам организма. Для взрослого человека суточная потребность в железе составляет 15-18 мг. Количество его в выжимках из целого плода выше, чем выжимках из мякоти на 13-15%.

Из всех макроэлементов в выжимках из целого плода преобладает калий (1,4%), особенно необходимый для работы сердечной мышцы и регулирования водно-солевого обмена в организме человека. Отмечается высокая доля цинка (до 13 мг/кг) и меди (до 3,2 мг/кг) при суточной потребности в меди и цинке, соответственно, 2-5 мг и 15 мг.

Таблица 2. Урожайность отборных форм *Chaenomeles* за 2012-2014 гг. в России

Сорт и форма	Урожайность с куста, кг		Число плодов на кусте, шт.
	M±m	min-max	
<b>Калиф</b>	0,8±1,1	0,3-1,3	18,2±2,6
<b>3</b>	3,2±2,5	0,6-4,0	75,0±10,5
<b>11</b>	2,1±1,4	0,4-2,9	59,2±12,1
<b>13</b>	4,0±0,9	2,1-4,9	77,0±15,2
<b>16</b>	4,2±1,2	1,2-5,4	79,4±22,0
<b>23</b>	2,2±1,4	0,6-3,2	39,2±13,1
<b>27</b>	1,2±0,8	0,4-1,6	36,1±18,4

Из других элементов выявлено присутствие кальция и магния. Их также больше в выжимках из целого плода, чем из мякоти. Что касается токсичных элементов, то содержание кадмия и свинца в выжимках не превышает допустимых санитарных норм, обнаружены следы мышьяка и ртути. Все это свидетельствует об их безопасности.

В результате проведенных исследований установлена достаточно высокая пищевая и биологическая ценность выжимок плодов хеномелеса. По содержанию минеральных веществ, углеводов и витаминов выжимки из целых пло-

дов превосходят выжимки из мякоти. Полученные результаты исследований позволяют сделать вывод о целесообразности организации безотходной технологии переработки плодов хеномелеса, которые могут служить одним из компонентов для обогащения пищевых продуктов.

### Заключение

По комплексной оценке биологических свойств и продуктивности отборные формы хеномелеса превосходят по устойчивости материнский сорт и являются перспективными в качестве

высоковитаминной плодовой культуры. В Средней России сорт Калиф недостаточно зимостоек, урожайность (около 1 кг) в 10 раз ниже, чем на Украине. Однако продуктивность отдельных культиваров семенного потомства достигает 3-4 кг плодов с куста. Плоды хеномелеса (массой 50-60 г) завязываются в Средней России ежегодно, могут использоваться для различных способов переработки, в составе продуктов функционального и лечебно-профилактического питания, особенно для получения натуральных низкокалорийных продуктов.

### Литература

- Сорокопудов, В. Н. Особенности биохимического состава плодов хеномелеса японского в условиях Ботанического сада Белгородского государственного университета / В. Н. Сорокопудов, И. А. Навальнева, Л. А. Дейнека // Лекарственные растения и биологически активные вещества: фитотерапия, фармация, фармакология. – Белгород: Политехника, 2008. – С. 115-118.
- Weber, C. Cultivars in the genus *Chaenomeles* // Arnoldia. – 1963. –Vol. 23. – № 3. – PP. 18-75.
- Куклина, А. Г. Хеномелес: японская айва / А. Г. Куклина, Ю. А. Федулова // Настоящий Хозяин. – 2014. – № 8. – С. 42-45.
- Куклина, А. Г. Селекция новых сортов хеномелеса / А. Г. Куклина, Ю. А. Федулова // Плодоводство и ягодоводство России. – 2015. – Т. 41. – С. 200-202.
- Сорокопудов, В. Н. Хеномелес в условиях Белгородской области / В. Н. Сорокопудов, И. А. Навальнева, Л. А. Дейнека // Нетрадиционные и редкие растения, природные соединения и перспективы их использования. Белгород: Политехника, 2006. – Т. 2. – С. 193-197.
- Навальнева, И. А. Урожайность отборных форм *Chaenomeles japonica* (Thunb.) Lindl. при интродукции в Ботаническом саду Белгородского государственного университета / И. А. Навальнева, В. Н. Сорокопудов // Научн. вед. БелГУ. Серия «Естественные науки». – 2010. – Т. 21 (92). № 13. – С. 38-41.
- Стрелец, В. Д. Урожайность и качество плодов перспективных форм айвы низкой в условиях Московской области / В. Д. Стрелец, А. А. Филатова // Плодородие. – 2011 – № 2. – С. 44-45.
- Федулова, Ю. А. К вопросу о пищевой ценности продуктов на основе хеномелеса / Ю. А. Федулова // Вестник МичГАУ. – 2014. – № 4. – С. 79-81.
- Меженский, В. Н. Помологическая ценность декоративных сортов хеномелеса / В. Н. Меженский // Современное садоводство. – 2010. – № 1. – С. 25-28.
- Воробьева, Г. М. Хеномелес японский в Сибири / Г. М. Воробьева // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. – М. : РУДН, 2015. – С. 24-26.
- Корчиков, Е. С. Некоторые химические особенности мякоти плодов плодово-ягодных культур при выращивании в аридных условиях Среднего Поволжья (Смородина черная, крыжовник, груша, хеномелес и виноград) / Е. С. Корчиков // Проблемы садоводства Среднего Поволжья. – Самара: Ас Гард, 2011. – С. 152-157.
- Кумпан, В. Н. Хеномелес японский – новая культура в Западной Сибири. / В. Н. Кумпан, С. Г. Сухоцкая. – Омск : ОмГАУ, 2010. – 120 с.
- Сорокопудов, В. Н. Перспективы селекции хеномелеса в Сибири / В. Н. Сорокопудов, О. А. Сорокопудова, В. Ю. Ковал' // Основные направления и методы селекции семечковых культур. – Орел : ВНИИСПК, 2001. – С. 96-97.
- Сорокопудов, В. Н. Интродукция хеномелеса как сырья для повышения пищевой ценности продуктов питания / В. Н. Сорокопудов, О. А. Сорокопудова, А. Г. Куклина, А. В. Артикова // Материалы XII Международного симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». Пущино, 19-23 июня 2017 г. – Москва : РУДН, 2017. – С. 24-28
- Стрелец, В. Д. Урожайность и качество плодов перспективных форм айвы низкой в условиях Московской области / В. Д. Стрелец, А. А. Филатова // Плодородие. – 2011. – № 2. – С. 44-45.
- Пигуль, М. Л. Новый сорт хеномелеса японского Лильтар / М. Л. Пигуль // Плодоводство. – Самохваловичи : НАН Беларусь, 2011. – Т. 23. – С. 240-246.
- Долматов, Е. А. Хеномелес // Программа и методика сортотизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур / Под ред. Е. Н. Седова и Т. П. Огольцовой. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – С. 473-480.
- Сорокопудов, В. Н. Хеномелес (*Chaenomeles Lindl.*): Разработка методики проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность / В. Н. Сорокопудов, А. Г. Куклина // Селекция, семеноводство и генетика. – 2015. – № 4. – С. 33-37.
- Сорокопудов, В. Н. Интегральная оценка плодоношения отборных форм хеномелеса (*Chaenomeles Lindl.*) в Средней России / В. Н. Сорокопудов, А. Г. Куклина, И. А. Навальнева // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. – 2016. – № 2 (14). – С. 3-10. DOI: 10.21685/2307.
- Сорокопудов, В. Н. Особенности биохимического состава плодов хеномелеса японского в условиях Ботанического сада Белгородского государственного университета / В. Н. Сорокопудов, И. А. Навальнева, Л. А. Дейнека // Лекарственные растения и биологически активные вещества: фитотерапия, фармация, фармакология. – Белгород: Политехника, 2008. – С. 115-118.
- Weber, C. Cultivars in the genus *Chaenomeles* // Arnoldia. – 1963. –Vol. 23. – № 3. – PP. 18-75.
- Куклина, А. Г. Henomeles: yaponskaya ajva / A. G. Kuklina, YU. A. Fedulova // Nastoyashchij Hozyain. – 2014. – № 8. – S. 42-45.
- Kuklina, A. G. Selekcija novyj sortov henomelesa / A. G. Kuklina, YU. A. Fedulova // Plodovodstvo i yagodovodstvo Rossii. – 2015. – T. 41. – S. 200-202.
- Sorokopudov, V. N. Henomeles v usloviyah Belgorodskoj oblasti / V. N. Sorokopudov, I. A. Naval'neva, L. A. Dejneca // Netradicionnye i redkie rasteniya, prirodnye soedineniya i perspektivy ih ispol'zovaniya. Belgorod: Politterra, 2006. – T. 2. – S. 193-197.
- Naval'neva, I. A. Urozhajnost' otbornyh form Chaenomeles japonica (Thunb.) Lindl. pri introdukcii v Botanicheskem sadu Belgorodskogo gosudarstvennogo universiteta / I. A. Naval'neva, V. N. Sorokopudov // Nauchn. ved. BelGU. Seriya «Estestvennye nauki». – 2010. – T. 21 (92). № 13. – S. 38-41.
- Strelec, V. D. Urozhajnost' i kachestvo plodov perspektivnyh form ajvy nizkoj v usloviyah Moskovskoj oblasti / V. D. Strelec, A. A. Filatova // Plodordie. – 2011 – № 2. – S. 44-45.
- Fedulova, YU. A. K voprosu o pishchevoj cennosti produktov na osnove henomelesa / YU. A. Fedulova // Vestnik MichGAU. – 2014. – № 4. – S. 79-81.
- Mezhenskij, V. N. Pomologicheskaya cennost' dekorativnyh sortov henomelesa / V. N. Mezhenskij // Sovremennoe sadovodstvo. – 2010. – № 1. – S. 25-28.
- Vorob'eva, G. M. Henomeles yaponskij v Sibiri / G. M. Vorob'eva // Novye i netradicionnye rasteniya i perspektivi ih ispol'zovaniya. – M. : RUDN, 2015. – S. 24-26.
- Korchikov, E. S. Nekotorye himicheskie osobennosti myakoti plodov plodovo-yagodnyh kul'tur pri vyrazhshchivaniyu v aridnyh usloviyah Srednego Povolzh'ya (Smorodina chernaya, kryzhevnik, grusha, henomeles i vinograd) / E. S. Korchikov // Problemy sadovodstva Srednego Povolzh'ya. – Samara: As Gard, 2011. – S. 152-157.
- Kumpan, V. N. Henomeles yaponskij – novaya kul'tura v Zapadnoj Sibiri. / V. N. Kumpan, S. G. Suhockaya. – Omsk : OmGAU, 2010. – 120 c.
- Sorokopudov, V. N. Perspektivi selekcii henomelesa v Sibiri / V. N. Sorokopudov, O. A. Sorokopudova, V. YU. Koval' // Osnovnye napravleniya i metody selekcii semechkovyh kul'tur. – Orel : VNIISPK, 2001. – S. 96-97.
- Sorokopudov, V. N. Introdukciya henomelesa kak syr'ya dlya povysheniya pishchevoj cennosti produktov pitanija / V. N. Sorokopudov, O. A. Sorokopudova, A. G. Kuklina, A. V. Artyuhova // Materialy XII Mezhdunarodnogo simpoziuma «Novye i netradicionnye rasteniya i perspektivi ih ispol'zovaniya». Pushchino, 19-23 iyunya 2017 g. – Moskva : RUDN, 2017. – S. 24-28
- Strelec, V. D. Urozhajnost' i kachestvo plodov perspektivnyh form ajvy nizkoj v usloviyah Moskovskoj oblasti / V. D. Strelec, A. A. Filatova // Plodordie. – 2011. – № 2. – S. 44-45.
- Pigul', M. L. Novyj sort henomelesa yaponskogo Lihtar / M. L. Pigul' // Plodovodstvo. – Samoхvalovich : NAN Belarusi, 2011. – Т. 23. – С. 240-246.
- Dolmatov, E. A. Henomeles // Programma i metodika sortotizuchenija plodovyh, yagodnyh i orekhoplodnyh kul'tur / Pod red. E. N. Sedova i T. P. Ogol'covoj. – Orel: VNIISPK, 1999. – S. 473-480.
- Sorokopudov, V. N. Henomeles (*Chaenomeles Lindl.*): Razrabotka metodiki provedeniya ispytaniy na otlichimost', odnorodnost' i stabil'nost' / V. N. Sorokopudov, A. G. Kuklina // Selekcija, semenovodstvo i genetika. – 2015. – № 4. – S. 33-37.
- Sorokopudov, V. N. Integral'naya ocenka plodonosheniya otbornyh form henomelesa (*Chaenomeles Lindl.*) v Srednej Rossii / V. N. Sorokopudov, A. G. Kuklina, I. A. Naval'neva // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Povolzhskij region. Estestvennye nauki. – 2016. – № 2 (14). – S. 3-10. DOI: 10.21685/2307.

# ПРИМЕНЕНИЕ ИЗВЛЕЧЕННЫХ БЕЛКОВ ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В ФУНКЦИОНАЛЬНОМ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ПИТАНИИ

## UTILIZATION OF PLANT PROTEINS IN FUNCTIONAL NUTRITION

Кулаков В.Г. – заведующий лабораторией  
Капустин С.В. – аспирант

ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий и управления имени К.Г. Разумовского (ПКУ)»  
Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, д.73  
E-mail: vladim-kulak@yandex.ru

Kulakov V.G. – chief of laboratory  
Kapustin S.V. – graduate student

Moscow State University of Technologies and Management named after K.G. Razumovskiy  
109004, Russia, Moscow, Zemlianoy Val, 73  
E-mail: vladim-kulak@yandex.ru

*В настоящее время приоритетным направлением в области создания новых пищевых продуктов является разработка технологий изделий функционального и специализированного назначения. Функциональные и специализированные продукты пользуются спросом среди потребителей. Применение извлеченных белков из растительного сырья обусловлено необходимостью в расширении ассортимента, улучшении качественных показателей. В статье приведен обзор результатов исследований по внедрению извлеченных белков при создании функциональных и специализированных продуктов питания. Использован метод имитационного моделирования рецептур мукиных кондитерских изделий функциональной направленности с целью оптимизации их химического состава. Моделирование комбинированных продуктов питания основано на принципах пищевой комбинаторики и ставит своей целью создание рецептур новых видов пищевых продуктов на основе методов математической оптимизации путем обоснованного подбора основного сырья, ингредиентов, пищевых добавок и биологически активных добавок, совокупность которых обеспечивает формирование требуемых органолептических, физико-химических свойств продукта, а также заданный уровень пищевой, биологической и энергетической ценности. Процесс моделирования рецептур комбинированных продуктов включает в себя следующие три этапа: подготовка исходных данных на проектирование, формализация требований к составу и свойствам исходных ингредиентов и качеству готового продукта, процесс моделирования; конструирование продукта с заданными структурными свойствами*

**Ключевые слова:** белок, растительное сырье, функциональные продукты, специализированные продукты, метод моделирования рецептур.

**Для цитирования:** Кулаков В.Г., Капустин С.В. Применение извлеченных белков из растительного сырья в функциональном и специализированном питании. Овощи России. 2017;(5):84-87.  
DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-84-87

*Development of functional food products technology is considered to be a prospect way for creating new food products. Such products are known to be popular among consumers. Utilization of plant proteins allows to widen and improve food assortment and quality. The article represents a review of plant proteins utilization in production of functional food. For optimization of flour confectionery chemical composition the authors utilized a method of receipts modeling. Simulation of combined products is based on the principles of food combinatorics and aims to create recipes of new types of food products on basis of methods of mathematical optimization by reasonable selection of the basic raw materials, ingredients, food additives and dietary supplements, totality of which ensures formation desired organoleptic, physical and chemical properties product as well as a predetermined level of food, biological and energy value. Modeling process of combined products recipes includes the following three stages: preparation of input data for the design, formalization requirements for the composition and properties of raw ingredients and quality final product, process modeling; product design with desired structural properties.*

**Keywords:** protein, plants, functional food products, method of receipts modeling.

**For citation:** Kulakov V.G., Kapustin S.V. Utilization of plant proteins in functional nutrition. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):84-87. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-84-87

**В** настоящее время стремительно развивается производство функциональных и специализированных продуктов питания, содержащих достаточное количество макро- и микронутриентов, производители продуктов питания все больше прибегают к обогащению продуктов питания питательными веществами, в том числе и белком. Принимая во внимание успехи нутригеномики и нутригенинетики, тенденция к индивидуализации диет будет возрастать, что приве-

дет к увеличению рынка специализированных продуктов питания [1].

Известны белки для спортивного питания, которые получили признание: белки сои, сывороточные белки, казеинаты. Однако на современном этапе является актуальным изыскание новых видов сырьевых источников для получения белкового компонента, не менее биологически ценного и доступного, но более дешевого в технологии получения. В этой связи актуальным является применение

извлеченных белков из нетрадиционных видов растительного сырья при моделировании функциональных и специализированных продуктов питания.

В последнее время активными шагами развивается производство белковых концентратов. Белковые концентраты получают из доброкачественных, экологически безопасных и здоровых семян растительных культур, которые очищены от оболочки, после того, как липидная фракция

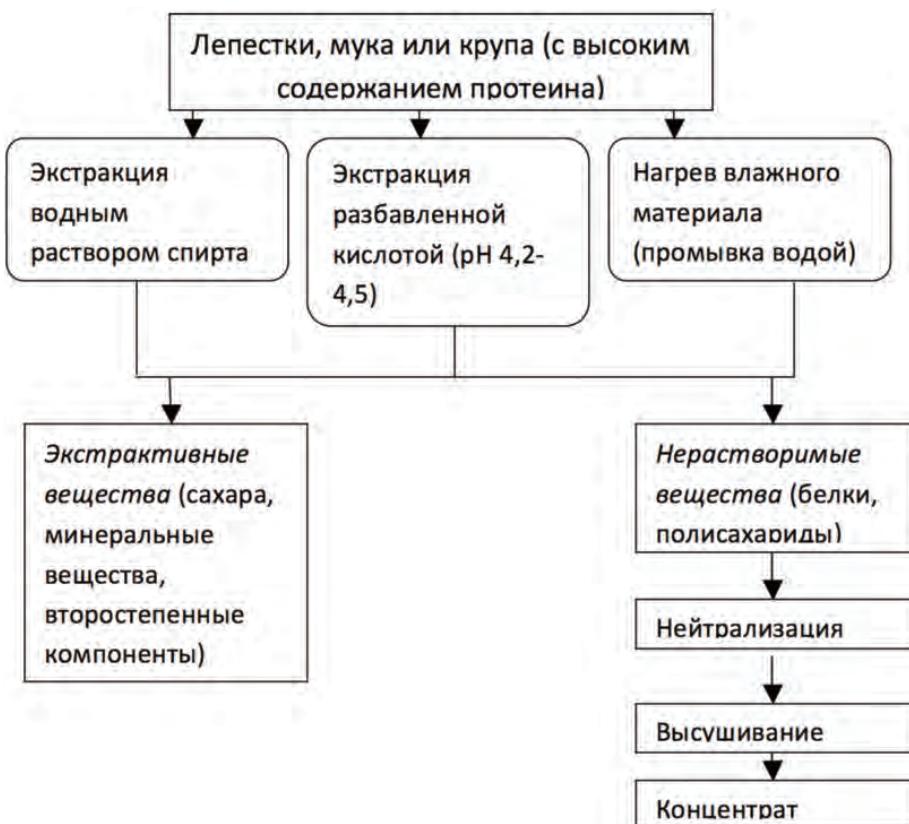


Рис. 1. Обобщенная схема промышленных способов производства концентратов из растительного сырья.

извлечена. Содержание белка в концентратах составляет 64-73% в зависимости от вида и качества растительного сырья, а также технологии производства.

Известно несколько способов получения промышленных концентратов (рис. 1). Каждый из способов предусматривает извлечение из семян, предварительно освобожденных от жировой фракции, муки или крупы так называемых безазотистых экстрактивных веществ.

К экстрактивным веществам относят: растворимые углеводы, органические кислоты, низкомолекулярные соединения. Стоит отметить, что при этом основные фракции белков остаются в нерастворимом состоянии.

Первый метод включает промывание обезжиренных семян, муки или лепестков 70-95%-ным раствором этилового спирта. Метод заключается в том, что продукт помещают на ленту конвейера и сверху через дозаторы подают раствор этилового спирта, который вымывает из продукта экстрактивные вещества, представленные сахарами, минеральными веществами и другими второстепенными компонентами, тем самым отделяя их от белков. После чего полученный белок высушивают в течении 4-5 часов при температуре 80...95°C с целью удаления оставшегося спирта. Для придания полученному белку порошкообразной формы, его измельчают на лабораторной мельнице. После чего белок готов к добав-

лению в любой пищевой продукт с целью обогащения. Предложенный способ позволяет без привлечения трудных технологических процессов получить пищевой белок[2].

Второй метод заключается в использовании кислотного гидролиза с целью получения белка. В этом методе используют листья либо семена амаранта. В качестве пищевой кислоты можно использовать лимонную кислоту концентрацией 17-23%, молочную кислоту концентрацией 32-38% или щавелевую кислоту концентрацией 7-13%. Сыре подвергают кислотному гидролизу одной из пред-

ложенных выше кислот в течение 2-10 часов при температуре 20...65°C. После этого проводят механическую обработку и отделяют цитоплазматическую фракцию, далее корректируют кислотность до pH 5-7 и сушат [3].

Третий метод заключается в нагревании увлажненного сырья для переведения белков в нерастворимое состояние. Семена или муку в дальнейшем промывают водой, для удаления экстрактивных веществ.

В процессе спиртовой промывки и промывки нагретой водой семян, муки или лепестков теряется только небольшая часть белковых веществ, которые уходят вместе с водой. При промывке образца кислотой наблюдаются более ощутимые потери белковых веществ, вызванных денатурацией.

На сегодняшний день наиболее распространенная технология производства растительных концентратов методом спиртовой экстракции, это связано со следующими факторами: высокие органолептические характеристики готового концентрата, отсутствие постороннего привкуса и запаха; в получаемом растительном концентрате фактически отсутствуют нежелательные компоненты семян; готовый продукт имеет высокие санитарно-гигиенические характеристики.

Для других технологий получения изолятов и концентратов белков из различных видов растительного сырья обычно характерно присутствие незначительного количества промывных вод.

Схема получения белковых концентратов методом спиртовой экстракции показана на рис. 2.

Около 80% мирового производства концентратов получают методом противоточной спиртовой экстракции, остальные 20% приходится на другие методы[4].

Существует множество технологических процессов получения изолятов растительных белков[4].



Рис. 2. Схема производства концентратов методом спиртовой экстракции.

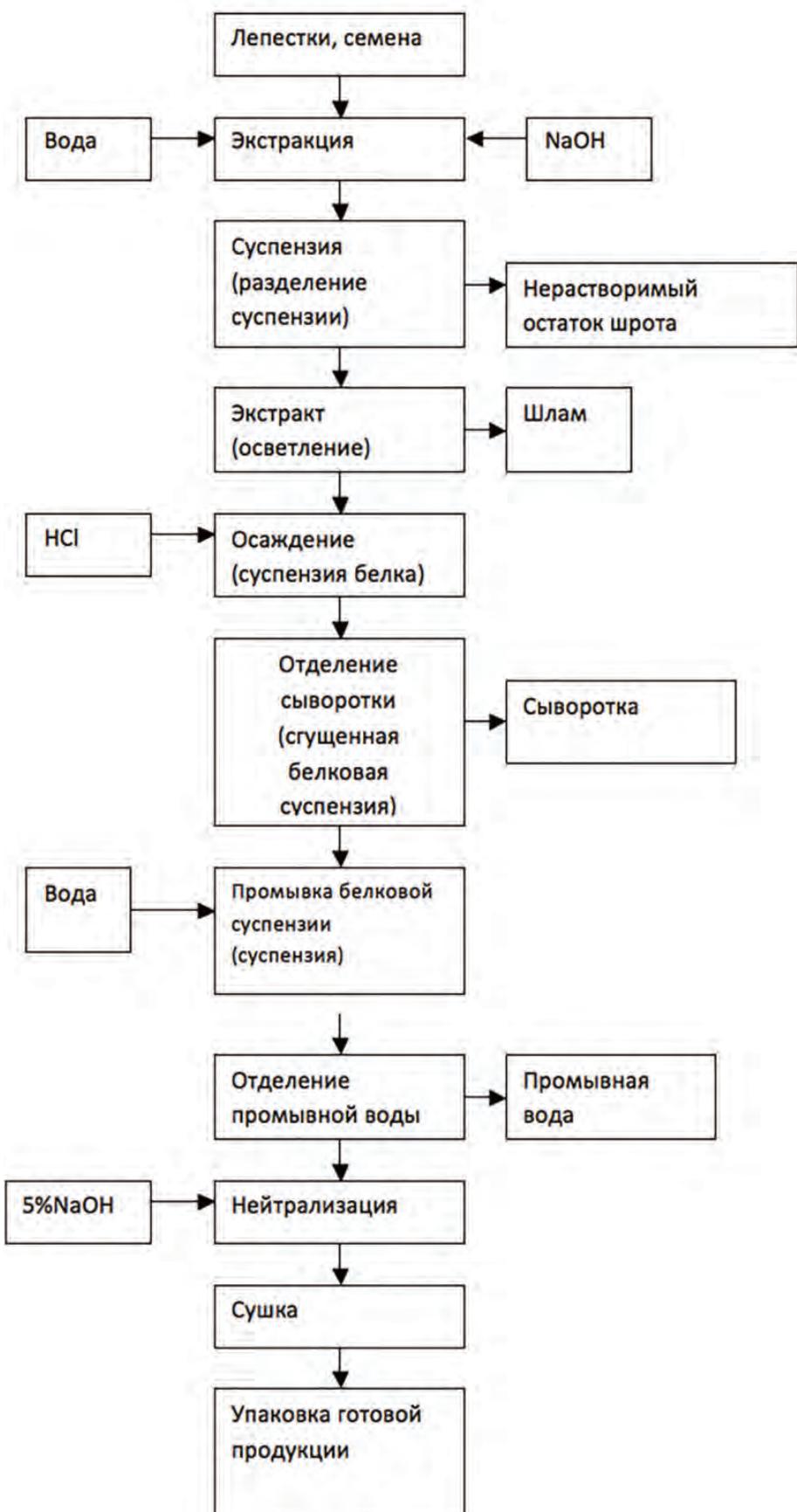


Рис. 3. Технология получения изолятов из растительного сырья.

Наиболее предпочтительные из них технологии основываются на дальнейшей переработке семян, получаемых после экстракции масла из семян. При этом качество получаемых изолятов высоко оценивается потребителем и оптимально соответствует ожиданиям.

В основном все изоляты производят по общей технологии, заключающейся в проведении экстракции, осаждении белковых соединений, последующей нейтрализации и дальнейшей сушкой продукта. Сегодня часто прибегают к обогащению минеральными веществами и витаминами, либо веществами для особых групп населения[5].

Общая схема производства изолятов изображена на рис. 3.

В некоторых случаях нерастворимый остаток вещества промывают несколько раз, делается это для того, чтобы потери протеина сводились к минимальным значениям. Иногда целью является получение изолята, имеющего определенную растворимость при определенных значениях pH. Связано это с тем, что различные вещества, которые хочется получить на выходе, могут не поддаваться извлечению при определенных значениях.

Известны также другие способы получения, которые основаны на разнице в молекулярной массе. Перспективными способами являются обратный осмос и ультрафильтрация. Технологии активно пользуются в некоторых странах Европы и в Японии[4].

Ультрафильтрация основывается в удержании на мембране частиц необходимого размера и на пропуске через мембранны молекул в соответствии с размером выбранных пор. Обратный осмос применяется для обезвоживания и концентрирования.

Известны также технологии получения белка с использованием ферментных препаратов. К примеру, в Московском государственном университете прикладной биотехнологии Румянцева Г.Н. и Осадько М.И. предложили способ получения белка из бобовых культур, который включает в себя измельчение растительного сырья и последующее его набухание в воде, в дальнейшем проведение гидролиза с использованием ферментных препаратов микробного происхождения. Затем микробные препараты инактивируют. В качестве микробного препарата используют нейтральную протеазу *Bacillus subtilis*, ее активность составляет около 480 ед/г. Количество препарата – 0,02% от массы сырья. Гидролиз проводят при гидромодуле 1:8-1:10, температура воды 60°C. Гидролиз ведут в течение 4 часов [6].

Физические способы предполагают нагревание или обработку кислотами и щелочами, в результате обработки происходят изменения в структуре белка, в частности вторичной и третичной. Физические изменения, как правило, характеризуются изменениями

ем или денатурации структуры белка. Денатурация в щелочных зонах приводит к раскручиванию спирали молекулы белка, в результате образуются вязкие растворы. Жесткие условия могут привести к разрыву связей молекулы белка.

Полученные белки из растительного сырья использованы при создании рецептур новых видов специализированных пищевых продуктов на основе методов математической оптимизации путем обоснованного подбора основного сырья, ингредиентов, пищевых добавок и биологически активных добавок, совокупность которых обеспечивает формирование требуемых органолептических, физико-химических показателей, а также заданный уровень пищевой, биологической и энергетической ценности [7].

При моделировании рецептур ставили задачу оптимизировать химический состав готовых мучных кондитерских изделий таким образом, чтобы выровнять в них соотношение белка к жиру, а также оптимизировать соотношение незаменимых аминокислот и жирных кислот.

Таким образом, задача заключалась в подборе массовых долей рецептурных компонентов так, чтобы продукт отвечал следующим условиям[8]:

- отношение массовой доли белка к массовой доле жира должно составлять 1,27

где  $b_j^a$ ,  $b_j^w$  – массовая доля соот-

$$\sum_{j=1}^m b_j^a x_j / \sum_{j=1}^m b_j^w x_j = 1,27$$

ветственно белка и жира в  $j$ -ом рецептурном компоненте;

$x_j$  – массовая доля  $j$ -ой компоненты рецептуры;

$m$  – количество компонентов в рецептуре;

- отношение массовой доли аминокислоты лизина к массовой доли аминокислот метионина + цистина должно стремиться к единице

$$\sum_{j=1}^m [a_{\text{лиз}} - (a_{\text{мет}} + a_{\text{цис}})] \cdot b_j^a x_j \leq \text{eps}$$

где  $a_{\text{лиз}}$ ,  $a_{\text{мет}}$ ,  $a_{\text{цис}}$  – массовые доли аминокислот лизина, метионина и цистина, г /100 г белка.

$$\sum_{j=1}^m a_{\text{триптоф}} b_j^a x_j \geq 1$$

- массовая доля аминокислоты триптофана должна быть менее 1 г / 100 г белка

где  $a_{\text{триптоф}}$  – массовая доля аминокислоты триптофана, г / 100 г белка.

## ● Литература

- Нikitin I.A., Kulakov V.G., Korovina E.S., Pyreseva A.I. Фрагментарное исследование рынка функциональных продуктов питания из безглютенового сырья/. //Хлебопродукты. – 2016. – №11. – С. 29-31.
- Способ получения соевого пищевого белка из бобов генетически немодифицированной сои. Патент РФ 2297773. МПК A23J1/14 (2006.01), A23J3/16 (2006.01). Патентообладатель: Общество с ограниченной ответственностью "Растительный очищенный соевый Белок" (RU)
- Способ получения биологически активной сыворотки, обогащенной пептидами. Патент РФ 2266750. МПК A61K38/00. Патентообладатель: Одинец Алексей Глебович (RU)
- A.T. Nasseri, S. Rasoul-Amini, M.H. Morowvat and Y. Ghasemi, 2011. Single Cell Protein: Production and Process. American Journal of Food Technology, 6: 103-116.
- Acs E., Kovacs Zs., Matuz J. Bread from corn starch for dietetic purposes // Cereal Res. Commun. 1996. - 24. - № 4. - Р. 441-459.
- Способ получения белка и масла из бобовых культур. Патент РФ 2335917. МПК A23J1/14. Патентообладатель: Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования "Московский государственный университет прикладной биотехнологии" (RU)
- Нikitin I.A., Pyreseva A.I., Kulakov V.G., Korovina E.S. Безглютеновые мучные кондитерские изделия на основе амарантовой муки/. //III Международная научно-практическая конференция «Актуальные проблемы технических наук в России и за рубежом».
- APPLYING SIMULATION METHOD IN FORMULATION OF GLUTEN-FREE COOKIES. Nikitina M., Nikitin I., Kulakov V. ITM Web of Conferences. – 2017. – Т. 10.

## ● References

- Nikitin I.A., Kulakov V.G., Korovina E.S., Pyreseva A.I. Fragmentarnoe issledovanie rynka funkcional'nyh produktov pitanija iz bezglyutenovogo syr'ya/. //Hleboprodukty. – 2016. – №11. – S. 29-31.
- Sposob polucheniya soevogo pishchevogo belka iz bobov geneticheski nemodifitsirovannoj soi. Patent RF 2297773. MPK A23J1/14 (2006.01), A23J3/16 (2006.01). Patentoobladatel': Obshchestvo s ogranicennoj otvetstvennost'yu "Rastitel'nyj ochishchennyj soevyj Belok" (RU)
- Sposob polucheniya biologicheski aktivnoj syvorotki, obogashchennoj peptidami. Patent RF 2266750. MPK A61K38/00. Patentoobladatel': Odinec Aleksej Glebovich (RU)
- A.T. Nasseri, S. Rasoul-Amini, M.H. Morowvat and Y. Ghasemi, 2011. Single Cell Protein: Production and Process. American Journal of Food Technology, 6: 103-116.
- Acs E., Kovacs Zs., Matuz J. Bread from corn starch for dietetic purposes // Cereal Res. Commun. 1996. - 24. - № 4. - P. 441-459.
- Sposob polucheniya belka i masla iz bobovyh kul'tur. Patent RF 2335917. MPK A23J1/14. Patentoobladatel': Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshego professional'nogo obrazovaniya "Moskovskij gosudarstvennyj universitet prikladnoj biotekhnologii" (RU)
7. Nikitin I.A., Pyreseva A.I., Kulakov V.G., Korovina E.S. Bezglyutenovye muchnye konditerskie izdeliya na osnove amarantovoj muki/. //III Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferenciya «Aktual'nye problemy tekhnicheskikh nauk v Rossii i za rubezhom».
8. APPLYING SIMULATION METHOD IN FORMULATION OF GLUTEN-FREE COOKIES. Nikitina M., Nikitin I., Kulakov V. ITM Web of Conferences. – 2017. – T. 10.



# ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ВЫСОКОГО И НИЗКОГО СТАРТОВОГО ТИТРА В МОДЕЛЬНЫХ СРЕДАХ НА ИЗМЕНЕНИЯ АКТИВНОЙ И ТИТРУЕМОЙ КИСЛОТНОСТИ ПРИ КУЛЬТИВИРОВАНИИ КАПУСТЫ БЕЛОКОЧАННОЙ СОРТА ПАРУС МОЛОЧНОКИСЛЫМИ БАКТЕРИЯМИ *L. LACTIS* И *L. MESENTEROIDES*

THE STUDY OF THE EFFECT OF HIGH AND LOW STARTING TITRE IN THE MODEL ENVIRONMENTS TO CHANGES IN ACTIVE AND TITRATABLE ACIDITY DURING THE CULTIVATION OF WHITE CABBAGE VARIETIES PARUS LACTIC ACID BACTERIA *L. LACTIS* AND *L. MESENTEROIDES*

Кондратенко В.В.<sup>1</sup> – зам. директора по научной работе, кандидат техн. наук  
Лялина О.Ю.<sup>1</sup> – ведущий научный сотрудник

Посокина Н.Е.<sup>1</sup> – зав. лабораторией технологий консервирования, кандидат техн. наук

Шишлова Е.С.<sup>1</sup> – с.н.с.

Захарова А.И.<sup>1</sup> – с.н.с.

Терешонок В.И.<sup>2</sup> – с.н.с. лабораторно-аналитического центра, кандидат с.-х. наук

Kondratenko V.V.<sup>1</sup>, Deputy Director for Science, Ph.D. in Technical Sciences Ph.D.  
Lyalina O.Yu.<sup>1</sup>, Leading Researcher  
Posokina N.E.<sup>1</sup>, Head of the laboratory, Ph.D. in Technical Sciences  
Shishlova E.S.<sup>1</sup>, Senior Researcher  
Zakharova A.I.<sup>1</sup>, Senior Researcher  
Tereshonok V.I.<sup>2</sup>, Senior Researcher

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (ВНИИТеК – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН) 142703, Россия, Московская область, г. Видное, ул. Школьная, д.78

www.vnititek.ru

E-mail: vnikoptok@yandex.ru

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» 143080, Россия, Московская область, г. Одинцово, район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

E-mail: vnissok@mail.ru

<sup>1</sup> Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS (VNIITeK – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems) 78, Shkolnaya Street, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia  
www.vnititek.ru  
E-mail: vnikoptok@yandex.ru  
<sup>2</sup> FSBSI Federal Scientific Vegetable Center Selectionaya St., 14, VNISSÖK, Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia  
E-mail: vnissok@mail.ru

Задачей исследований являлось изучение динамики активной и титруемой кислотности с низким и высоким стартовым титром при культивировании капусты белокочанной сорта Парус молочнокислыми бактериями в базовой модельной среде (БМС) и модифицированной модельной среде (MMC) в процессе ферментации. Для сравнения использовали стартерные культуры рода *Leuconostoc* видов *Leuconostoc lactis* ВКПМ В-12150 и *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* ВКПМ В-8818. В данном эксперименте были рассмотрены два важных момента: создание благоприятных условий для роста молочнокислых микроорганизмов и подавление нежелательной патогенной микрофлоры, которая в итоге может привести к порче продукта. Одним из ключевых моментов при масштабировании результатов исследований, связанных с ферментированием растительных объектов микроорганизмами на изначально нестерильное сырье является требование максимально быстрого создания условий, препятствующих размножению *Clostridium botulinum* и предотвращения накопления в продукте ботулинического токсина. Поэтому важным фактором является соблюдение необходимого граничного условия по международным нормам достижение  $pH \leq 4.6$ , а по российским достижение  $pH \leq 4.2$ . В связи с чем, анализ экспериментальных данных показал, что данные граничные условия были достигнуты по истечении существенно различающихся временных интервалов при культивировании микроорганизмов с разным стартовым титром. В результате исследований было выявлено, что оптимальные показатели по динамике активной и титруемой кислотности при достижении граничного значения  $pH 4.2$  получаются при культивировании молочнокислых микроорганизмов *L. mesenteroides* в MMC при условии, что значения стартового титра находятся в пределах от  $3 \times 10^3$  до  $3 \times 10^5$  КОЕ/г.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, динамика активной кислотности, динамика титруемой кислотности, базовая и модифицированные модельные среды, низкий и высокий стартовый титр, pH, монокультура, заквасочные (стартерные) культуры, молочнокислые бактерии (микроорганизмы), ферментирование, *L. lactis* и *L. mesenteroides*.

**Для цитирования:** Кондратенко В.В., Лялина О.Ю., Посокина Н.Е., Шишлова Е.С., Захарова А.И., Терешонок В.И. Исследование влияния высокого и низкого стартового титра в модельных средах на изменения активной и титруемой кислотности при культивировании капусты белокочанной сорта Парус молочнокислыми бактериями *L. lactis* и *L. mesenteroides*. Овощи России. 2017;(5):88-91. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-88-91

The aim of the research was to study the dynamics of active and titratable acidity with a low and high initial titer, while cultivating white head cabbage of the variety 'Parus' with lactic acid bacteria *Leuconostoc lactis* VKPM V-12150 and *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* VKPM V-8818 in the basic model medium (BMS) and the modified model medium (MMC) during fermentation. In this experiment, two important questions were considered: the creation of favorable conditions for the growth of lactic acid microorganisms and the suppression of undesirable pathogenic microflora, which can eventually lead to product spoilage. One of the key questions is to scale the results of studies related to the fermentation of plant objects by microorganisms on initially non-sterile raw materials that is the requirement to create as possible fast the conditions that restrain the reproduction of *Clostridium botulinum*, preventing toxin accumulation in the product. Therefore, an important factor is the observance for the necessary boundary condition where for international standards, it reaches  $pH \leq 4.6$ , and for Russian standards it reaches  $pH \leq 4.2$ . Hence, an analysis of the experimental data showed that these boundary conditions were reached after the expiration of essentially different time intervals during the cultivation of microorganisms with different starting titers. As a result, it was shown with which lactic acid microorganisms the optimal parameters for the dynamics of active and titratable acidity were obtained, when the boundary condition reached  $pH 4.2$ . Since this value determines more "stringent" requirements for product safety. As a result of studies it was found that optimal parameters for the dynamics of active and titratable acidity when a limit pH value of 4.2 is obtained in the cultivation of lactic acid bacteria *L. mesenteroides* in the MMC, revealing that the value of the starting titer ranging from  $3 \times 10^3$  to  $3 \times 10^5$  CFU/g.

**Keywords:** white head cabbage, the dynamics of the active acidity, the dynamics of titratable acidity, basic and modified model medium, low and high starting titer, pH, monoculture, starter cultures, lactic acid bacteria (microorganism), fermentation, *L. lactis* and *L. mesenteroides*.

**For citation:** Kondratenko V.V., Lyalina O.Yu., Posokina N.E., Shishlova E.S., Zakharova A.I., Tereshonok V.I. The study of the effect of high and low starting titre in the model environments to changes in active and titratable acidity during the cultivation of white cabbage varieties Parus lactic acid bacteria *L. lactis* and *L. mesenteroides*. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):88-91. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-88-91

## Введение

Ферментированные пищевые продукты можно получать благодаря активности сбраживающих микроорганизмов, естественным образом присутствующих в сырье или производственной среде. Процессы ферментации, происходящие естественным путем, в некотором смысле непредсказуемы, что неприемлемо для крупномасштабного производства. В связи с этим, для повышения надежности и обеспечения более стабильного процесса ферментации зачастую применяют бактериальные заквасочные культуры (закваски или консорциумы), которые должны обладать соответствующими свойствами и быть способными доминировать над нативными молочнокислыми бактериями. Выбор той или иной заквасочной культуры (одно- или многоштаммовой) определяется свойствами субстрата, ожиданиями потребителей и техническими требованиями [1].

Ферментация овощей зависит не от одного микроорганизма, а от пуль бактерий (заквасочных культур) разных родов и видов. Заквасочные культуры могут быть чистыми или смешанными. При ферментации пищевых продуктов под влиянием динамично меняющихся условий среды происходит сложная смена пуль микроорганизмов. Определенный микроорганизм (или группа микроорганизмов) начинает размножаться и через некоторое время становится доминирующим. В результате накопления соединений-ингибиторов роста он замедляется, и начинают размножаться другие виды, менее чувствительные к ингибирующим факторам [2].

При ферментации овощной продукции применяют лишь несколько стартерных культур (штаммов молочнокислых микроорганизмов) и основной закваской при квашении капусты является культура на основе *Leuconostoc mesenteroides*.

Стрептококкоподобные бактерии рода *Leuconostoc* – это грамположительные, неспорообразующие, неподвижные, гетероферментативные факультативно-анаэробные кокки, широко распространенные в окружающей среде, включая почву и растения [3]. Они в процессе своей жизнедеятельности продуцируют молочную и уксусную кислоту, углекислый газ, этиловый спирт, декстрин и эфиры [4]. Чаще всего имеют форму овалов, могут образовывать цепочки. Оптимальная температура для роста 20...30°C, но рост может происходить между 5°C и 37°C [5]. Род *Leuconostoc* включает «типичного представителя» *L. mesenteroides* и 8 «второстепенных» видов – *L.pseudomesenteroides*, *L.lactis*, *L.citreum*, *L.gelidum*, *L.carnosum*, *L.fallax*, *L.argentinum* и *L.oenos* [6].

При производстве квашеной капусты основным видом бактерий, которые размножаются на первой гетероферментативной стадии ферментации, являются молочнокислые микроорганизмы *L. mesenteroides* (процесс занимает ~6 дней), они продуцируют молочную и уксусную кислоты, а также CO<sub>2</sub>, после чего происходит рост *Lactobacillus brevis* и, наконец, размножаются *Lactobacillus plantarum*, которые опять продуцируют кислоту, снижая значение pH ниже 4,0. Все это позволяет долго хранить квашенную капусту в анаэробных условиях [1]. Конечные продукты производимые бактериями *Leuconostoc* sp. и другими гетероферментативными молочнокислыми бактериями имеют важное значение для получения продукта с хорошим вкусом и ароматом [7]. Именно на этой стадии в значительной степени определяются продуцирование летучих вкусароматических соединений и соотношение между молочной и уксусной кислотами [8]. Значение pH продукта быстро снижается, из-за чего ограничивается активность размягчающих капусту нежелательных микроорганизмов и ферментов, а диоксид углерода вытесняет остаточный кислород, обусловливая анаэробные условия для предотвращения развития патогенной микрофлоры. Активное развитие *L. mesenteroides* обеспечивает условия для роста других молочнокислых бактерий в известной последовательности и является определяющим для получения высококачественно-го ферментированного продукта [1].

Стarterные культуры рода *Leuconostoc* используют с целью минимизации влияния условий окружающей среды, естественной изменчивости микрофлоры, влияния температуры, а также уменьшение количества соли [2].

Ферментированные овощи с добавлением молочнокислых микроорганизмов играют важную роль в питании, обеспечивая наличие безопасного для здоровья и питательного про-

дукта, с длительным сроком годности, с улучшенными органолептическими свойствами. Целью будущих разработок в этой области является повышение качества и снижение порчи ферментированных овощей и фруктов, что можно обеспечить путем управления процессом ферментации с использованием сочетания физических, химических и биологических факторов [1].

## Цели и задачи

С целью минимизации влияния окружающей среды, влияния температуры, уменьшения количества соли и т.д. для исследований нами были выбраны молочнокислые микроорганизмы рода *Leuconostoc*, для сравнения использовали 2 вида этих бактерий *L.lactis* и *L.mesenteroides*.

Целью наших исследований являлось изучение влияния высокого и низкого стартового титра в модельных средах на изменение активной и титруемой кислотности при культивировании капусты белокочанной сорта Парус молочнокислыми бактериями *L.lactis* и *L.mesenteroides*.

Важным моментом при обработке полученных экспериментальных данных и выборе оптимальных показателей являлось достижение необходимого более «жесткого» требования – граничного условия pH 4,2, отвечающего за безопасность рассмотренного сырья. В процессе исследований основная задача состояла в том, чтобы рассмотреть влияние данных молочнокислых микроорганизмов на динамику активной и титруемой кислотности в процессе ферментации в зависимости от времени и в выборе наилучшего штамма для создания качественного продукта с полезными свойствами.

## Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовали микроорганизмы рода *Leuconostoc* видов *Leuconostoc lactis* ВКПМ В-12150 и *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *mesenteroides* ВКПМ В-8818, предоставленные ФГУП ГосНИИгенетика. Монокультуры культивировали на двух модельных питательных средах – базовой (БМС) и модифицированной (MMC), в качестве которых использовали капусту белокочанную сорта Парус, предоставленную ФГБНУ «ВНИИ селекции и семеноводства овощных культур» (ФГБНУ ФНЦО).

Базовую модельную среду готовили последовательными операциями, включающими мойку, шинкование, гомогенизацию капусты белокочанной до получения однородной кашицеобразной массы. Отдельно готовили модифицированную модельную среду внесением в базовую модельную среду NaCl в количестве 1,5% от массы базовой среды. Для сохранения модельных сред их фасовали в стеклянные банки объемом 0,1 дм<sup>3</sup> с винтовым типом укупорки, герметично укупоривали и стерилизовали при противодавлении 1 бар в течение 20 мин с последующим охлаждением до комнатной температуры. В модифицированную модельную среду в стерильных условиях добавляли аскорбиновую кислоту в количестве 35 мг на 100 г среды, перемешивали до полного растворения и вторично укупоривали также в стерильных условиях.

Регенерацию культур *L. lactis* и *L.mesenteroides* проводили в боксе в асептических условиях по следующей схеме: посев культуры, находящейся на хранении, в жидкую питательную среду MRS; терmostатирование при температуре 30°C в течение 72 ч, определение начального титра культуры.

Инокуляцию двух видов модельных сред (БМС и MMC) проводили путем введения двух различных титров суспензий микроорганизмов в количестве 2% инокулята от объема среды.

Начальный низкий и высокий титр в БМС и в MMC соответствовал следующим значениям: в 2\* на 10 в 3 степени; 3\* на 10 в 5 степени; 2\* на 10 в 4 степени, 2\* на 10 в 6 степени; 2\* на 10 в 3 степени, 3\* на 10 в 5 степени; 3 умножить на 10 в 3 степени, 3\* на 10 в 5 степени.

Активную фазу ферментирования осуществляли в термостате в течение 7 суток (168 ч) при температуре 30°C. Определение скорости культивирования микроорганизмов проводили путем выборочного контроля титра в модельных средах в течение семи суток с ежедневным отбором проб. Количество молочнокислых микроорганизмов определяли по [9].

Отбор проб для определения физико-химических показа-

телей (титруемая кислотность и pH проводили ежедневно в течение 7 суток в следующих вариантах: *L. lactis* БМС низкий титр –  $2 \times 10^3$ , высокий титр –  $3 \times 10^5$ ); *L. lactis* MMC низкий титр –  $2 \times 10^4$ , высокий титр –  $2 \times 10^6$ ; в *L. mesenteroides* БМС низкий титр –  $2 \times 10^3$ , высокий титр –  $3 \times 10^5$ ; в *L. mesenteroides* MMC низкий титр –  $3 \times 10^3$ , высокий титр –  $3 \times 10^5$ .

Титруемую кислотность определяли по [10] в пересчете на молочную кислоту. Для проведения анализа отбирали по 35 г каждого образца, затем в колбонагревателе нагревали дистиллированную воду до 800С, перемещали навеску в количестве 35 г в мерную стеклянную колбу с одной меткой на 250 мл и доводили до метки горячей дистиллированной водой. После этого настаивали в течении 30 мин, периодически перемешивая, фильтровали и титровали 0,01% раствором NaOH в трех повторностях, используя по 50 мл пробы на каждую повторность.

Обработку результатов микробиологических исследований проводили с помощью программы Microsoft Excel.

## Результаты

Исследована динамика активной и титруемой кислотности с низким и высоким стартовым титром, при культивировании капусты белокочанной сорта Парус молочнокислыми бактериями *L. lactis* и *L. mesenteroides* в базовой модельной среде (БМС) и модифицированной модельной среде (MMC) в процессе ферментирования. В данном эксперименте также рассмотрены два важных момента: создание благоприятных условий для роста молочнокислых микроорганизмов и подавление нежелательной патогенной микрофлоры, которая в итоге может привести к порче продукта. Необходимо отметить, что одним из ключевых моментов при масштабировании результатов исследований, связанных с ферментированием растительных объектов микроорганизмами на изначально нестерильное сырье является требова-

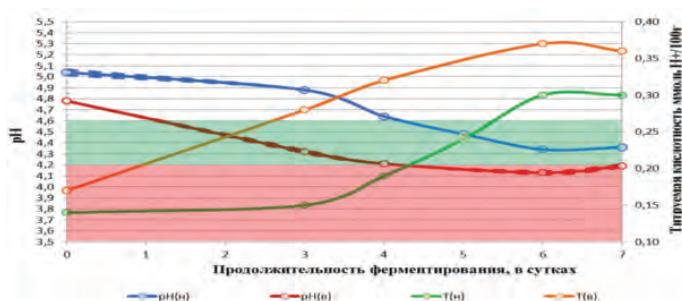


Рис. 2. Динамика активной и титруемой кислотности в MMC с добавлением молочнокислых бактерий *L. lactis* в процессе ферментирования.

зоны плато в динамике pH. Данный показатель демонстрировал резкое уменьшение на 1,7 единиц в течение трех суток с последующим переходом в зону плато.

При высоком стартовом титре значение pH 4,6 было достигнуто в течение двух суток, а достижение значения pH 4,2 было достигнуто в течение трех суток, в то время как при культивировании с низким стартовым титром в первом случае для этого потребовалось более четырех суток, а во втором достижения необходимого граничного значения не произошло. При этом в последнем случае начало нарастания титруемой кислотности отмечали уже на начальном этапе ферментирования, в результате чего при низком стартовом титре только на третьи сутки, что создает высокий риск развития *Clostridium botulinum*.

На рисунке 2 показана динамика активной и титруемой кислотности в модифицированной модельной среде с добавлением молочнокислых бактерий *L. lactis* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

При культивировании *L. lactis* в модифицированной модельной среде с низким стартовым титром, кривая, описывающая динамику pH от продолжительности ферментирования, находится в зоне плато (в пределах  $\pm 0,05$ ) более трех первых суток ферментирования, после чего происходит плавное линейное изменение pH на 0,6 единиц в течение следующих вторых суток, с последующим переходом в зону плато, в то же время при культивировании того же штамма, но с высоким стартовым титром было установлено отсутствие начальной

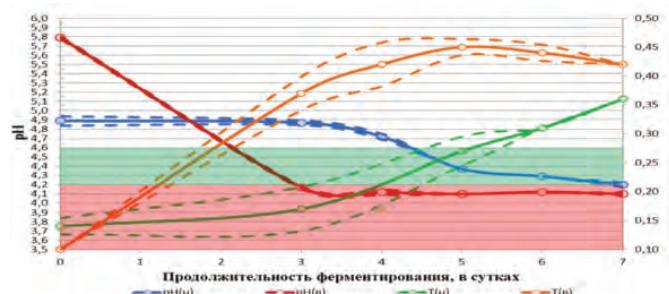


Рис. 1. Динамика активной и титруемой кислотности в БМС с добавлением молочнокислых бактерий *L. lactis* в процессе ферментирования.

ние максимально быстрого создания условий, препятствующих размножению *Clostridium botulinum*, для предотвращения накопления в продукте ботулинического токсина. На основании существующих литературных данных [11, 12] ключевым граничным условием по международным нормам является достижение pH  $\leq 4,6$ , а по российским нормам – достижение pH  $\leq 4,2$ . Анализ экспериментальных данных показал, что данные граничные условия были достигнуты по истечении существенно-различающихся временных интервалов при культивировании микроорганизмов с разным стартовым титром.

На рисунке 1 показана динамика активной и титруемой кислотности в базовой модельной среде с добавлением молочнокислых бактерий *L. lactis* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

При культивировании *L. lactis* в базовой модельной среде с низким стартовым титром, кривая, описывающая динамику pH от продолжительности ферментирования, находится в зоне плато (в пределах  $\pm 0,05$ ) более трех первых суток ферментирования, после чего происходит плавное линейное изменение pH на 0,6 единиц в течение следующих вторых суток, с последующим переходом в зону плато. В то же время при культивировании того же штамма, но с высоким стартовым титром было установлено отсутствие начальной

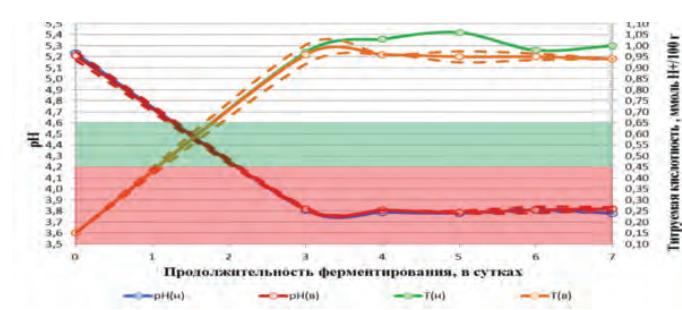


Рис. 3. Динамика активной и титруемой кислотности в БМС с добавлением молочнокислых бактерий *L. mesenteroides* в процессе ферментирования.

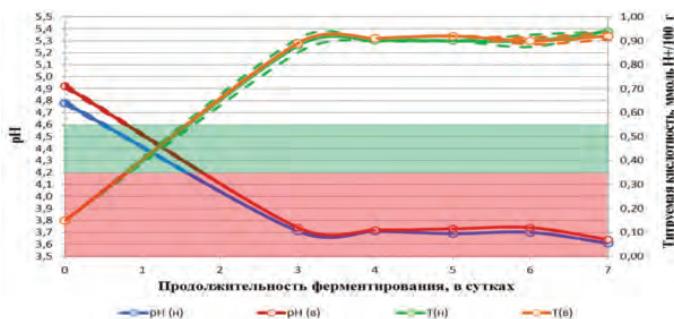


Рис. 4. Динамика активной и титруемой кислотности в MMC с добавлением молочнокислых бактерий *L.mesenteroides* в процессе ферментирования.

тия *Clostridium botulinum*.

На рисунке 3 показана динамика активной и титруемой кислотности в базовой модельной среде с добавлением молочнокислых бактерий *L.mesenteroides* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

При культивировании *L.mesenteroides* в базовой модельной среде кривые, описывающие динамику pH от продолжительности ферментирования, как с низким, так и высоким стартовым титром в начале процесса демонстрируют выраженное уменьшение в течение первых трех суток, с последующим плавным переходом в зону плато, в связи с чем, для обоих вариантов характерны одинаковые стартовые характеристики среды. Соответственно, граничное значение pH 4,6 в обоих вариантах было достигнуто в течение чуть более одних суток, а значение pH 4,2 в обоих вариантах было достигнуто в течение чуть более двух суток. При этом в интервале от 0 до 3 суток отмечена высокая интенсивность нарастания титруемой кислотности.

На рисунке 4 показана динамика активной и титруемой кислотности в модифицированной модельной среде с добавлением молочнокислых бактерий *L.mesenteroides* в процессе ферментирования в зависимости от времени.

При культивировании *L. mesenteroides* в модифицированной модельной среде кривые, описывающие динамику pH и титруемой кислотности с низким и высоким стартовым титром качественно схожи с кривыми того же штамма при культивировании в базовой модельной среде, с той лишь разницей, что достижение граничного значения pH 4,6 было достигнуто в интервале менее чем за одни сутки, а достижение граничного значения pH 4,2 было достигнуто в интервале

менее чем за двое суток.

### Выводы

В процессе исследований было отмечено наличие динамики активной и титруемой кислотностей в БМС и MMC при культивировании молочнокислыми микроорганизмами как с низким, так и с высоким стартовым титром.

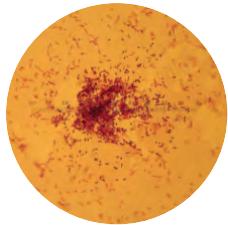
Оценка временных интервалов достижения граничного условия pH 4,6 в БМС показала, что для *L. lactis* он значимо коррелирует с величиной стартового титра и составляет при высоком стартовом титре более двух суток, а при низком – более четырех суток. При культивировании *L. mesenteroides* такое различие выражено слабо и находится в пределах одних суток с начала ферментации. При этом в MMC прослеживается другая ситуация: для *L. lactis* временной интервал достижения граничного условия при высоком стартовом титре составляет одни сутки, а при низком – четверо суток, тогда как при культивировании *L. mesenteroides* различие выражено слабо, а временной интервал составляет менее одних суток.

Оценка временных интервалов достижения граничного условия pH 4,2 в БМС показала, что для *L. lactis* при высоком стартовом титре он составляет трое суток, а при низком – граничное условие не достигается (в пределах области определения продолжительности ферментирования). При культивировании *L. mesenteroides* различие выражено слабо, и временной интервал находится в пределах двух суток. В отношении культивирования в MMC прослеживается другая тенденция: если для *L. lactis* при высоком стартовом титре временной интервал достижения граничного условия составляет четверо суток, а при низком – не достигает его, то при культивировании *L. mesenteroides* такое различие также выражено слабо, как и при культивировании в БМС, с той лишь разницей, что временной интервал составляет менее двух суток.

В силу того, что при прочих равных условиях при наличии двух однотипных, но численно отличающихся граничных условий, для однозначного обеспечения соблюдения локальных требований безопасности следует придерживаться того граничного условия, которое определяет более «жесткие» требования. Таковым является pH 4,2. В соответствии с этим оптимальными являются показатели динамики активной и титруемой кислотности при культивировании *L. mesenteroides* в MMC при условии задания численного значения стартового титра в пределах от  $3 \times 10^3$  до  $3 \times 10^5$  КОЕ/г.

### Литература

- Настольная книга производителя и переработчика плодовоовощной продукции. Под редакцией Н.К. Синха, И.Г. Хью. Перевод с англ. яз. – СПб.: Профессия, 2014. – С. 467-485.
- Suzanne Johanningsmeier. 2007. Effect of Leuconostoc mesenteroides starter culture on fermentation of cabbage with reduced salt concentrations. Journal of food science. – Vol. 72, Nr. 5. – 2007, 166.
- Ахметова Л.И., Переалова Е.Ю., Розанова С.М. Бактерии рода Leuconostoc: клиническое значение, идентификация, чувствительность к антибиотикам. Том 3. – 2001. – С. 49.
- Вышцепан А.Г., Мельман М.Е. Физико-химические основы соления и квашения овощей. Госторгиздат – 1952. – С.3-140.
- Орлов Н.П. Производство, хранение и реализация солено-квашеных овощей и плодов. – К.: Урожай, 1989. – С.6-46.
- The gram-positive cocci: part II: Streptococci, Enterococci, and the «streptococcus-like» bacteria. In: Koneman E.W., Alien S.D., Janda W.M., Schreckenberger P.S., Winn W.C., editors. Color atlas and textbook of diagnostic microbiology. Philadelphia: Lippincott – 1997. – Р. 577-651.
- Hutkins R.W. Microbiology and technology of fermented foods. IFT Press Blackwell Publishing, 2006. – 473.
- Pederson C.S., Albury M.N. The sauerkraut fermentation / NY Sta. Agric. Exp. Sta. // Geneva Bull., 1969. – 824 с.
- ГОСТ 10444.11-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов».
- ГОСТ ISO 750-2013 «Продукты переработки фруктов и овощей. Определение титруемой кислотности».
- Дж. М. Джей, М. Дж. Лесснер, Д.А. Гольден. Современная пищевая микробиология. Пер. 7-го англ. изд. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2017. – 886 с.
- TP TC 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» № 880 от 09.12.2011 г.
- Nastol'naya kniga proizvoditelya i pererabotchika plodoovoshchnoj produkci. Pod redakcijej N.K. Sinha, I.G. H'yu. Perevod s angl. yaz. – SPb.: Professiya, 2014. – S. 467-485.
- Suzanne Johanningsmeier. 2007. Effect of Leuconostoc mesenteroides starter culture on fermentation of cabbage with reduced salt concentrations. Journal of food science. – Vol. 72, Nr. 5. – 2007, 166.
- Ahmetova L.I., Perevalova E.YU., Rozanova S.M. Bakterii roda Leuconostoc: klinicheskoe znachenie, identifikaciya, chuvstvitel'nost' k antibiotikam. Tom 3. – 2001. – S. 49.
- Vyshcepans A.G., Mel'man M.E. Fiziko-himicheskie osnovy soleniya i kvasheniya ovoshchey. Gostorgizdat – 1952. – S.3-140.
- Orlov N.P. Proizvodstvo, hranienie i realizaciya soleno-kvashenyh ovoshchey i plodov. – K.: Urozhaj, 1989. – S.6-46.
- The gram-positive cocci: part II: Streptococci, Enterococci, and the «streptococcus-like» bacteria. In: Koneman E.W., Alien S.D., Janda W.M., Schreckenberger P.S., Winn W.C., editors. Color atlas and textbook of diagnostic microbiology. Philadelphia: Lippincott – 1997. – Р. 577-651.
- Hutkins R.W. Microbiology and technology of fermented foods. IFT Press Blackwell Publishing, 2006. – 473.
- Pederson S.S., Albury M.N. The sauerkraut fermentation / NY Sta. Agric. Exp. Sta. // Geneva Bull., 1969. – 824 s.
- GOST 10444.11-2013 «Mikrobiologiya pishchevyh produktov i kormov dlya zhivotnyh. Metody vyavleniya i podscheta kolichestva mezofil'nyh molochnokisllyh mikroorganizmov».
- GOST ISO 750-2013 «Produkty pererabotki fruktov i ovoshchey. Opredelenie titruemoj kislotnosti».
- Dzh. M. Dzhej, M. Dzh. Lessner, D.A. Gol'den. Sovremennaya pishchevaya mikrobiologiya. Per. 7-go angl. izd. – M.: BINOM. Laboratoriya znanij, 2017. – 886 s.
- TR TS 021/2011 «O bezopasnosti pishchevoj produkci» № 880 ot 09.12.2011 g.



# ВЛИЯНИЕ СОСТАВА КУЛЬТУРАЛЬНОЙ СРЕДЫ НА РАЗВИТИЕ LEUCONOSTOC LACTIS НА ЭТАПЕ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ФЕРМЕНТИРОВАНИЯ

THE INFLUENCE OF THE COMPOSITION OF THE CULTURE MEDIUM ON THE DEVELOPMENT OF LEUCONOSTOC LACTIS PRE-FERMENTATION

Кондратенко В.В.<sup>1</sup> – зам. директора по научной работе,  
кандидат техн. наук

Лялина О.Ю.<sup>1</sup> – ведущий научный сотрудник  
Посокина Н.Е.<sup>1</sup> – зав. лабораторией технологии

консервирования, кандидат техн. наук  
Терешонок В.И.<sup>2</sup> – с.н.с. лабораторно-аналитического центра,  
кандидат с.-х. наук

Kondratenko V.V.<sup>1</sup>, Deputy Director

for Science,

Ph.D. in Technical Sciences

Lyalina O.Yu.<sup>1</sup>, Leading Researcher

Posokina N.E.<sup>1</sup>, Head of the Laboratory,

Ph.D. in Technical Sciences

Tereshonok V.I.<sup>2</sup>, Senior Researcher

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт технологии консервирования – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН (ВНИИТек – филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН) 142703, Россия, Московская область, г. Видное, ул. Школьная, д. 78

www.vniitek.ru

E-mail: vnikoptok@yandex.ru

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» 143080, Россия, Московская область, Одинцовский район, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

E-mail: vniissok@mail.ru

1 Russian Research Institute of Canning Technology – Branch of V.M. Gorbatov Federal Research Center for Food Systems of RAS (VNIITek – Branch of Gorbatov Research Center for Food Systems) 78, Shkolnaya Street, Vidnoe, Moscow region, 142703, Russia

www.vniitek.ru

E-mail: vnikoptok@yandex.ru

2 FSBSI Federal Scientific Vegetable Center Selectionaya St., 14, VNISSOK, Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia

E-mail: vniissok@mail.ru

Исследована закономерность влияния культуральной среды (субстрата) на развитие микрофлоры на этапе предварительного ферментирования модельной среды на основе капусты белокочанной сорта Парус. В процессе исследований использовали штаммы молочнокислых микроорганизмов *Leuconostoc lactis*. Проведена поэтапная математическая обработка экспериментальных данных. Получены функциональные зависимости, наиболее адекватно аппроксимирующие экспериментальные данные для модифицированной (MMC) и базовой (BMS) модельных сред. Анализ экспериментальных данных показал, что в зависимости от вида (состава) среды один и тот же вид микроорганизмов проявляет различную динамику нарастания титра. В связи с этим был разработан алгоритм определения оптимальной продолжительности предферментации – «стоп-точки». В результате исследований видно, что модификация модельной среды с внесением в неё поваренной соли и аскорбиновой кислоты способствует формированию положительной динамики показателя сравнения. Данная динамика имеет три выраженных экстремума, однако практический смысл имеют только экстремумы, которые находятся в интервале периода монотонного убывания титра. Для успешного развития стартовой культуры этапа основной ферментации одним из условий является относительно малая величина титра первой культуры по завершению этапа предварительной ферментации для исключения конкуренции. Таким образом, место положения «стоп-точки» соответствует периоду после последнего пика показателя сравнения. Исследованная закономерность влияния предварительного культивирования грамположительных микроорганизмов на активность молочнокислых микроорганизмов в процессе ферментации является актуальной, так как от этого подхода в полном объеме зависит протекание всего процесса и получение высококачественной продукции.

**Ключевые слова:** капуста белокочанная, предварительное ферментирование, культуральная среда, базовая и модифицированная модельные среды, монокультура, штаммы молочнокислых микроорганизмов, *Leuconostoc lactis*, математическая обработка данных, динамика нарастания титра, скорость нарастания монокультур, показатель сравнения.

**Для цитирования:** Кондратенко В.В., Лялина О.Ю., Посокина Н.Е., Терешонок В.И. Влияние состава культуральной среды на развитие *Leuconostoc lactis* на этапе предварительного ферментирования. *Овощи России*. 2017;(5):92-95. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-92-95

The regularity of the influence of the culture medium (substrate) on the development of microflora at the stage of preliminary fermentation of the model medium on the basis of white cabbage varieties "Parus" was studied. During the research, strains of lactic acid microorganisms *Leuconostoc lactis* were used. Step-by-step mathematical processing of the experimental data was carried out. Functional dependencies are obtained that most adequately approximate experimental data for modified (MMC) and basic (BMS) model media. Analysis of the experimental data showed that, depending on the type (composition) of the medium, the same species of microorganisms exhibit different dynamics of titer growth. In connection with this, an algorithm was developed to determine the optimal duration of pre-fermentation – «stop points». As a result of the research, it can be seen that the modification of the model medium with the addition of table salt and ascorbic acid to it promotes the formation of positive dynamics of the comparison indicator. This dynamics has three extremes, but only extremes are of practical significance, which were in the interval of the monotonic decrease of the titer. For successful development of the starting culture of the stage of the main fermentation, one of the conditions is a relatively small amount of the titer of the first culture at the end of the preliminary fermentation step to exclude competition. Thus, the position of the «stop-points» position corresponds to the period after the last peak of the comparison indicator. The investigated regularity of the effect of the preliminary cultivation of gram-positive microorganisms on the activity of lactic acid microorganisms in the process of fermentation is topical, since the whole process and the production of high-quality products fully depend on this approach.

**Keywords:** white head cabbage, pre-fermentation, the culture medium, basic and modified model medium, monoculture, strains of lactic acid bacteria, *Leuconostoc lactis*, mathematical data processing, the dynamics of increase of the titer, monoculture growth rate, comparison indicator.

**For citation:** Kondratenko V.V., Lyalina O.Yu., Posokina N.E., Tereshonok V.I. The influence of the composition of the culture medium on the development of *Leuconostoc lactis* pre-fermentation. *Vegetable crops of Russia*. 2017;(5):92-95. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-92-95

## Введение

Процесс ферментации капусты зависит от последовательного развития и смены пулов микроорганизмов, которые естественным образом присутствуют в сырье [1]. Некоторые появляются на ранних стадиях ферментации, выполняя определенную функцию, а затем погибают, другие начинают свое развитие позже и остаются на средних и высоких уровнях на протяжении всего процесса, в том числе и после его окончания. Рост их зависит от условий начальной стадии процесса, создаваемых ранее продуцирующими микроорганизмами [2]. Сам процесс происходит в серии перекрывающихся этапов или последовательностей. Каждому этапу соответствует определенная последовательность микроорганизмов. На рисунке 1 представлен процесс спонтанного ферментирования, который состоит из 3-х последовательных этапов и почти всегда соответствует представленной модели (каждый этап выделен цветом) [3].

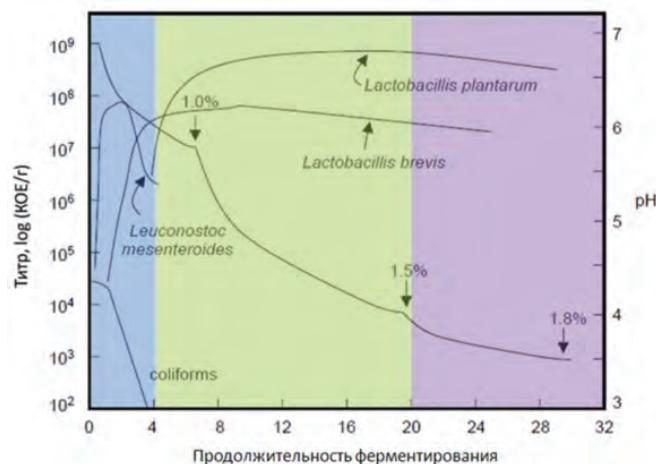


Рис. 1. Идеализированная последовательность процесса ферментации капусты белокочанной [3]

Молочная кислота является основным соединением, которое образуется в процессе ферментации, однако имеются и другие метаболические конечные продукты. Важно отметить, что многие из них вносят вклад в общий вкус квашеной капусты. В частности, конечные продукты, производимые *Leuconostoc* sp. и другими гетероферментативными молочнокислыми бактериями, имеют важное значение для получения продукта с хорошими органолептическими показателями. Установлено, что в готовой квашеной капусте может присутствовать до 0,3 % уксусной кислоты и 0,5 % этанола [2].

Кроме того, в процессе ферментации могут синтезироваться небольшие количества маннита, диацетила, ацетальдегида и других летучих ароматических соединений. И, наконец, CO<sub>2</sub>, накопленный на стадии инициирования ферментации, усиливает вкус [2].

Качество готовой продукции в большой мере зависит от качества исходного сырья. Низкое содержание сахаров делает невозможным комфортное размножение молочнокислых микроорганизмов и, как следствие, накопление в продукте достаточного количества органических кислот, гарантирующих требуемый уровень кислотности [4]. Для получения готового продукта хорошего качества и с целью интенсификации процесса ферментации, рекомендуется применение чистых или смешанных культур молочнокислых бактерий (заквасок) при соблюдении оптимальных условий процесса. Это позволит направленно использовать биохимическую активность микроорганизмов для быстрого и максимального накопления молочной кислоты и исключить развитие нежелательной микрофлоры [4].

## Цели и задачи

Целью наших исследований являлось изучение закономерности влияния культуральной среды (субстрата) на развитие микрофлоры на этапе предварительного ферментирования модельной среды на основе капусты белокочанной сорта Парус.

В процессе исследований основная задача состояла в том, чтобы провести поэтапную математическую обработку и анализ экспериментальных данных, и получить функциональные зависи-

симости, наиболее адекватно аппроксимирующие экспериментальные данные для модифицированной (БМС) и базовой (БМС) модельных сред. Разработать алгоритм определения оптимальной продолжительности предферментирования – «стоп-точки».

## Материалы и методы

В качестве объектов исследования использовали штамм микроорганизмов рода *Leuconostoc* вида *L. lactis*, предоставленные ФГУП ГосНИИГенетика.

Монокультуры культивировали на двух модельных питательных средах на основе капусты белокочанной сорта Парус, предоставленной ФГБНУ ВНИИССОК (ФГБНУ ФНЦО).

Базовую модельную среду готовили последовательными операциями, включающими мойку, шинкование, гомогенизацию капусты белокочанной до получения однородной кашицеобразной массы. Отдельно готовили модифицированную модельную среду внесением в базовую модельную среду NaCl в количестве 1,5% от массы базовой среды, с последующим перемешиванием до полного растворения соли. Для сохранения модельных сред, их фасовали в стеклянные банки объемом 0,1 дм<sup>3</sup> (л) с винтовым типом укупорки, герметично укупоривали и стерилизовали при противодавлении 1 бар в течение 20 мин с последующим охлаждением до комнатной температуры. В модифицированную модельную среду в стерильных условиях добавляли аскорбиновую кислоту в количестве 35 мг на 100 г среды (доводя её массовую долю до таковой в исходном сырье), перемешивали до полного растворения и вторично укупоривали также в стерильных условиях.

Регенерацию культуры *L. lactis* проводили в боксе по следующей схеме: посев культуры, находящейся на хранении, в жидкую питательную среду MRS; терmostатирование при температуре 30°C в течение 72 ч., определение начального титра культуры. Культивирование монокультур в модельных средах проводили путём их введения в количестве 1 % инокулята от объема среды. Начальный титр соответствовал следующим значениям: в *L. lactis* БМС – 4\*10<sup>4</sup> KOE/g, в *L. lactis* MMC – 2\*10<sup>5</sup> KOE/g.

Активную fazу ферментирования осуществляли в термостате при температуре +30°C для *L. lactis* на БМС в течение 3 суток (72 ч), для *L. lactis* на MMC – 7 суток (168 ч). Далее осуществляли ежесуточный выборочный контроль титра микроорганизмов в модельной среде в процессе культивирования на протяжении всего процесса ферментации по [5].

Обработку экспериментальных данных осуществляли в несколько последовательных этапов: 1) первичная статистическая обработка экспериментальных данных (Microsoft Excel, Statistica); 2) определение функциональных зависимостей вида  $y=f(x)$ , адекватно аппроксимирующих экспериментальные данные (SYSTAT TableCurve 2D); 3) аналитический расчёт функции скорости нарастания значений исследуемого показателя в вариантах с культивированием микроорганизмов в базовой и модифицированной модельных средах.

## Результаты

Анализ экспериментальных данных показал, что функциональные зависимости, наиболее адекватно аппроксимирующие экспериментальные данные, имеют вид:

- для базовой модельной среды (БМС)

$$T_b = e^{(a_b + c_b + e_b \cdot \tau^2)/(1+b_b \cdot \tau + d_b \cdot \tau^2)}, \quad (1)$$

- для модифицированной модельной среды (MMC)

$$T_m = e^{(a_m + c_m \cdot \tau)/(1+b_m \cdot \tau + d_m \cdot \tau^2)}, \quad (2)$$

где  $a$  – константа;  $b, c, d, e$  – коэффициенты;  $e$  – основание натурального логарифма;  $\tau$  – продолжительность культивирования, ч.

Характеристики аппроксимирующих функций представлены в таблице 1.

Анализ экспериментальных данных показывает, что в зависимости от состава среды (БМС или MMC) один и тот же вид микроорганизмов проявляет различную динамику нарастания титра. В связи с этим был разработан алгоритм определения оптимальной продолжительности ферментирования – «стоп-точки», основанный на логике сравнения скоростей

Таблица 1. Данные по аппроксимирующим функциям динамики нарастания биомассы по вариантам исследований

Модельная среда <i>L. lactis</i>	Константа и коэффициенты				
	a	b	c	d	e
БМС	10,65886480	-0,03372082	-0,36574324	0,000296762	0,003296312
MMC	12,97189228	-0,01027122	0,060187622	0,000120787	-

Зависимости титра от продолжительности ферментирования при культивировании монокультуры *L. lactis* в БМС и MMC представлены на рисунке 2.

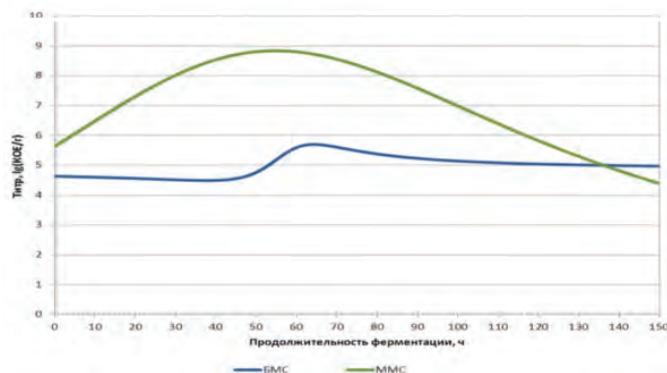


Рис. 2. Динамика нарастания титра монокультуры *L. lactis* в БМС и MMC.

нарастания титра в БМС и MMC, где в качестве контрольного выбран вариант с БМС. Алгоритм включает три последовательных этапа:

- 1) расчёт динамики скорости нарастания титра в MMC и БМС;
- 2) расчёт показателя сравнения k;
- 3) определение граничных условий выявления параметра  $\tau$  «стоп-точки».

Скорости нарастания титра вида  $v = f_v(\tau)$  определяли дифференцированием функций титра (1) и (2) по их аргументу:

$$v = \frac{\partial T}{\partial \tau}, \quad (3)$$

где  $v$  – скорость нарастания титра, КОЕ/г·ч.

Наличие локальных экстремумов у функций титра предполагает существование как минимум двух интервалов продолжительности ферментации для каждой соответствующей функции скорости – где  $v > 0$  и где  $v < 0$ .

Для удобства графического представления логики дальнейших рассуждений, функции скоростей были преобразованы следующим образом:

$$V = \begin{cases} v, & v \geq 0 \\ |v|, & v < 0 \end{cases} \quad (4)$$

Динамики скоростей нарастания титров в MMC и БМС в формате  $V = f_v(\tau)$  представлены на рисунке 3.

Анализ полученных данных показывает, что внесение в модельную среду поваренной соли и аскорбиновой кислоты способствовали визуальному улучшению динамики нарастания титра в MMC по сравнению с БМС.

Логика следующего этапа включала следующие положения. Одновременное существование у двух функций (функциональных зависимостей) интервалов со значениями скоростей больше и меньше нуля предполагает существование четырёх частных случаев соотношения этих интервалов при сравнении зависимостей:

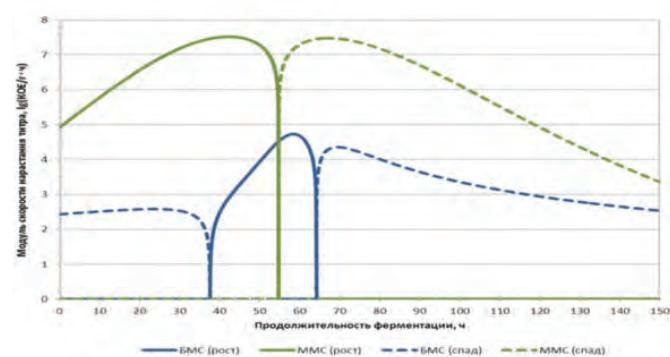


Рис. 3. Скорость нарастания монокультуры *L. lactis* в MMC и БМС.

- 1)  $v_m > 0$  и  $v_b > 0$ ;
- 2)  $v_m > 0$  и  $v_b < 0$ ;
- 3)  $v_m < 0$  и  $v_b > 0$ ;
- 4)  $v_m < 0$  и  $v_b < 0$ .

Условно в качестве оптимума культивирования принимали, что титр культуры должен быстро нарастать и также быстро снижаться после достижения локального экстремума. В этом случае, чем выше скорость нарастания культуры в MMC по сравнению с БМС, а также – чем выше скорость уменьшения титра, тем лучше. Условиям сравнения для данного варианта удовлетворяют 1 и 4 частные случаи соотношения интервалов.

Кроме того, следствием первого условия является второе условие, согласно которому преимущество сравнения даёт нарастание титра культуры в MMC на интервале периода ферментации, на котором титр культуры в БМС уменьшается, равно как и наоборот. Условиям сравнения для данного варианта удовлетворяют 2 и 3 частные случаи соотношения интервалов.

Таким образом, учитывая логику подхода, формула расчёта показателя сравнения k имеет вид:

$$k = \begin{cases} \lg \left( \frac{v_m}{v_b} \right), & v_m > 0 \text{ и } v_b > 0 \\ \lg \left( \frac{v_m}{v_b} \right), & v_m < 0 \text{ и } v_b < 0 \\ \lg(|v_m| \cdot |v_b|), & v_m > 0 \text{ и } v_b < 0 \\ \lg(|v_m| \cdot |v_b|), & v_m < 0 \text{ и } v_b > 0 \end{cases} \quad (5)$$

Рассчитанная динамика показателя сравнения условий культивирования на исследованных средах, а также динамика титра культуры на MMC представлены на рисунке 4.

В зависимости от целей, стоящих при культивировании, можно анализировать либо период культивирования на всей области определения продолжительности ферментации, либо одну или несколько её отдельных интервалов с расчётом соответствующих границ, что сравнительно можно осуществить графически, аналитически

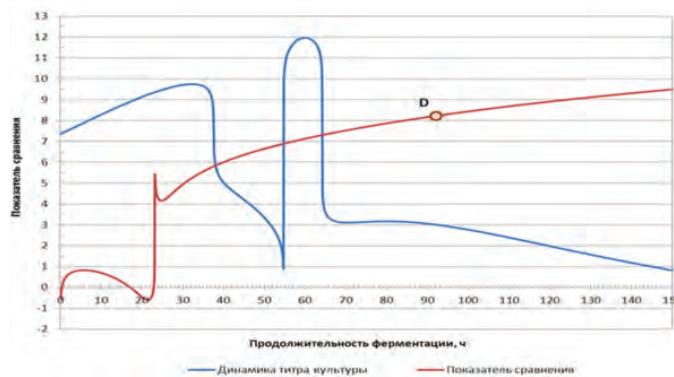


Рис. 4. Динамика показателя сравнения.

или численными методами, в зависимости от требуемой точности.

Так, при ферментации модельной среды на основе белокочанной капусты сорта «Парус» с применением культур рода *Leuconostoc lactis* наблюдался выраженный положительный эффект в модифицированной модельной среде. При этом в интервале продолжительности культивирования, соответствующем области определения аргумента, имеют место три локальных экстремума: первый – по истечении ~ 32 ч культивирования; второй – по истечении ~ 60 ч; и третий – по истечении ~ 80 ч.

«Стоп-точка» (точка D) показывает продолжительность ферментации с использованием определенного штамма молочнокислых микроорганизмов и остаточный титр, который показывает количество молочнокислых микроорганизмов. Эта точка является отправной для определения стартового титра для следующей культуры и времени внесения.

Поскольку для практических целей наиболее важным является первый период культивирования в ММС, диапазон второго этапа культивирования (диапазон убывания титра) можно рассматривать, как область нахождения «стоп-точки» – оптимального момента внесения в среду следующей плановой культуры микроорганизмов для второго этапа культивирования.

Таким образом, основными граничными условиями задания области нахождения «стоп-точки» являются следующие: 1) как минимум соответствие интервалу убы-

вающей скорости нарастания титра в ММС; 2) как минимум соответствие интервалу монотонного снижения положительного влияния поваренной соли и аскорбиновой кислоты в модельной среде; 3) достаточно малое значение титра микроорганизмов (для создания условий введения микроорганизмов для второго этапа ферментации).

Анализ динамики показателя сравнения позволил сделать вывод, что всем указанным граничным условиям соответствует период после 80 ч культивирования.

Определение местоположения «стоп-точки» осуществляли численными методами при обязательно граничном условии, чтобы в данной точке прирост показателя сравнения был не более 1 % в течение последующих 3 ч ферментации. Это является приемлемым минимумом прироста показателя сравнения и технологически оправданным. Таковым условиям составляет точка, соответствующая продолжительности ферментирования 92 ч.

## Выводы

По результатам проведенных исследований видно, что модификация модельной среды с *L. lactis* с внесением в неё поваренной соли и аскорбиновой кислоты показала положительную динамику показателя сравнения. Данная динамика имеет три выраженных экстремума, однако практический смысл имеют только экстремумы, которые находятся в интервале периода монотонного убывания титра. Поскольку одним из условий для успешного развития стартовой культуры второго этапа является относительно малая величина титра первой культуры в конце этапа предварительной ферментации для исключения конкуренции, следовательно, «стоп-точка», соответствует периоду после последнего пика показателя сравнения. Так как на этом интервале значение показателя монотонно и почти линейно, следовательно, необходимо ввести еще одно граничное условие, которым является заданная степень замедления прироста кислотности при заданном приросте продолжительности культивирования.

Исходя из этого, следует, что закономерность влияния культуральной среды (субстрата) на развитие микрофлоры или активность молочнокислых микроорганизмов на этапе предварительного ферментирования является актуальной, так как от этого подхода в полном объеме зависит протекание всего процесса и, следовательно, получение готового продукта хорошего качества.

## Литература

1. Stamer J. R. Growth rates of fermentation patterns of lactic-acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation / J. R. Stamer, B. O. Stoyla, B.A. Dunckel // J. Milk Food Technol. – 1971. – V.34. – Pp.521-525.
2. Hutkins R.W. Microbiology and technology of fermented foods. IFT Press Blackwell Publishing, 2006. - 473 p.
3. Stamer J.R. Recent developments in the fermentation of sauerkraut / J. R. Stamer // Lactic Acid Bacteria in Beverages and Foods: Carr J. G., Cutting C. V., Whitting G. S. (eds): Fourth Long Ashton Symposium, 1973. – London: Academic Press. – 1975. – Pp.267-280.
4. Настольная книга производителя и переработчика плодовоощной продукции. Под редакцией Н.К. Синха, И.Г. Хью. Перевод с англ. яз. – СПб.: Профессия, 2014. – С. 467-485.
5. ГОСТ 10444.11-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов».
1. Stamer J. R. Growth rates of fermentation patterns of lactic-acid bacteria associated with the sauerkraut fermentation / J. R. Stamer, B. O. Stoyla, B.A. Dunckel // J. Milk Food Technol. – 1971. – V.34. – Pp.521-525.
2. Hutkins R.W. Microbiology and technology of fermented foods. IFT Press Blackwell Publishing, 2006. - 473 p.
3. Stamer J.R. Recent developments in the fermentation of sauerkraut / J. R. Stamer // Lactic Acid Bacteria in Beverages and Foods: Carr J. G., Cutting C. V., Whitting G. S. (eds): Fourth Long Ashton Symposium, 1973. – London: Academic Press. – 1975. – Pp.267-280.
4. Nastol'naya kniga proizvoditelya i pererabotchika plodoovoshchnoj produkci. Pod redakcijej N.K. Sinha, I.G. H'yu. Perevod s angl. yaz. – SPb.: Professiya, 2014. – S. 467-485.
5. ГОСТ 10444.11-2013 «Микробиология пищевых продуктов и кормов для животных. Методы выявления и подсчета количества мезофильных молочнокислых микроорганизмов».



# КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ТОНКОСЛОЙНАЯ ХРОМАТОГРАФИЯ В ОЦЕНКЕ КАРОТИНОИДНОГО СОСТАВА ТОМАТА *SOLANUM LYCOPERSICUM*

## QUANTITATIVE THIN LAYER CHROMATOGRAPHY FOR EVALUATION OF CAROTENOID COMPOSITION OF TOMATOES *SOLANUM LYCOPERSICUM*

Голубкина Н.А.<sup>1</sup> – доктор с.-х. наук, главный научный сотрудник лабораторно-аналитического испытательного центра  
 Молчанова А.В.<sup>1</sup> – кандидат с.-х. наук,  
 н.с. лабораторно-аналитического центра  
 Тареева М.М.<sup>1</sup> – кандидат с.-х. наук, с.н.с.  
 Babak O.G.<sup>2</sup> – кандидат биол. наук,  
 н.с. лаборатории экологической генетики и биотехнологии  
 Некрашевич Н.А.<sup>2</sup> – н.с. лаборатории  
 экологической генетики и биотехнологии  
 Кондратьева И.Ю.<sup>1</sup> – кандидат с.-х. наук, ведущий  
 н.с. лаборатории селекции и семеноводства пасленовых культур

<sup>1</sup> ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)  
 143080, Россия, Московская обл.,  
 Одинцовский р-н, пос. ВНИИССОК, ул. Селекционная, 14  
 E-mail: segolubkina45@gmail.com

<sup>2</sup> Государственное научное учреждение  
 «Институт генетики и цитологии НАН Беларусь»  
 220072, Республика Беларусь, г. Минск, ул. Академическая, 27

Golubkina N.A.<sup>1</sup>, Doctor of Sciences, Analytic Center  
 Molchanova A.V.<sup>1</sup>, Ph.D. in Agriculture, Researcher,  
 Analytic Center  
 Tareeva M.M.<sup>1</sup>, Ph.D. in Agriculture  
 Baback O.G.<sup>2</sup>, Ph.D. in Agriculture  
 Nekrashevich N.A.<sup>2</sup>, Laboratory of Environmental Genetics  
 and Biotechnology, Senior Researcher  
 Kondratyeva I.Yu.<sup>1</sup>, Ph.D. in Agriculture,  
 Leading Researcher in Laboratory  
 of Solanaceae Crop Breeding and Seed Production

<sup>1</sup> FSBSI Federal Scientific Vegetable Center  
 Selectsionnaya, 14, Odintsovo district,  
 Moscow region, 143080, Russia

<sup>2</sup> Institute of genetics and cytology  
 Akademicheskaya 27,  
 Minsk, Belarus

**Качественная и количественная оценка каротиноидного состава томата** представляется основополагающей в селекции на содержание каротиноидов. Среди известных методов идентификации и установления содержания каротиноидов тонкослойная хроматография занимает важное место, как быстрый, недорогой и доступный метод анализа. В работе представлены данные оценки содержания индивидуальных каротиноидов красных плодов *Solanum lycopersicum* на основе использования известных эмпирических формул и с применением тонкослойной хроматографии на бумаге. Показано, что использование эмпирических формул для определения содержания в красных плодах ликопина и  $\beta$ -каротина характеризуются большим разбросом показателей содержания  $\beta$ -каротина и заниженными данными общего содержания каротиноидов. Разработанные условия хроматографического разделения и идентификации выделенных каротиноидов основаны на разной полярности исследуемых каротиноидов и специфических спектрах поглощения индивидуальных пигментов. Метод тонкослойной хроматографии может служить быстрым эффективным способом оценки качества плодов томата любой окраски и установления содержания в плодах  $\beta$ -каротина,  $\zeta$ -каротина, нейроспорина, ликопина и лютеина.

**Ключевые слова:** каротиноиды, томат, тонкослойная хроматография.

**Для цитирования:** Голубкина Н.А., Молчанова А.В., Тареева М.М., Бабак О.Г., Некрашевич Н.А., Кондратьева И.Ю. Количественная тонкослойная хроматография в оценке каротиноидного состава томата *Solanum lycopersicum*. Овощи России. 2017;(5):96-99. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-96-99

### Введение

Среди природных жирорастворимых антиоксидантов каротиноиды занимают важное место в защите организма человека от кардиологических и онкологических заболеваний благодаря мощным антиоксидантным свойствам (Willcox et al, 2003; Giovannucci, 1999). Основным источником каротиноидов для человека является томат, плоды которого отличаются высокими концентрациями  $\beta$ -каротина и ликопина, а также пользуются огромной популярностью в разных странах мира (FAOSTAT 2005). Цвет плодов зависит от сорта/вида и варьирует от красного до оранжевого, желтого и коричневого и определяет в значительной степени аромат плодов (Lewinsohn et al, 2005). Среди прочих каротиноидов следует выделить несколько присутствующих в гораздо меньших количествах, чем ликопин и  $\beta$ -каротин и более характерных для желтых и оранжевых сортов:  $\zeta$ -каротин, нейроспорин и лютеин (Khachik et al, 2002). Другие идентифицированные каротиноиды томатов ( $\gamma$ -каротин, фитоен, фитофлюен) содер-

*Qualitative and quantitative evaluation of tomatoes carotene composition is considered to be the basis of tomato selection. Among known methods of identification and carotenoid content determination thin layer chromatography (TLC) is characterized by inexpensive, quick and available method of analysis. Comparison of individual tomato carotenoid content data obtained using well-known empirical formulas and based of TLC separation on chromatographic paper was achieved. Empirical formulas for the determination of lycopene and beta-carotene concentrations were shown to give high variations in beta-carotene content and decreased values of total carotenoids concentration values. Developed conditions of chromatographic separation and identification of selected carotenoids are based on different polarity of individual pigments and specific absorption spectra of the latter. Method of thin layer chromatography may serve as a quick and effective method for quality evaluation of tomato fruit of different color and determination of beta-carotene,  $\zeta$ -carotene, neurosporene, lycopene and lutein content.*

**Keywords:** carotenoids, tomatoes, thin layer chromatography.

**For citation:** Golubkina N.A., Molchanova A.V., Tareeva M.M., Baback O.G., Nekrashevich N.A., Kondratyeva I.Yu. Quantitative thin layer chromatography for evaluation of carotenoid composition of tomatoes *Solanum lycopersicum*. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):96-99. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-96-99

жается в следовых количествах (Голубкина и др., 2010).

Осуществление селекции томата по показателю содержания каротиноидов и цвету плодов требует проведения быстрой количественной оценки каротиноидного состава. Общепринятым методом за рубежом в этом отношении является высокоэффективная фазовая жидкостная хроматография (ВЭЖХ) (Gupta et al, 2015). Однако использование указанного метода в ряде случаев может быть затруднено в связи с высокой стоимостью прибора и малой доступностью и низкой устойчивостью стандартов, среди которых на практике используются, как правило, лишь  $\beta$ -каротин, ликопин и реже лютеин.

Тонкослойная хроматография (ТСХ) является мощным, быстрым и недорогим аналитическим методом количественного разделения различных биологически активных соединений, включая каротиноиды (Hahn-Deinstrop, 2007). Этот метод широко используют в количественном анализе различных фармацевтических препаратов, продуктов питания и обь-

ектов окружающей среды. В связи с этим нами была разработана методика количественной оценки каротиноидного состава плодов томата разной окраски с использованием ТСХ на хроматографической бумаге.

#### Материалы и методы

##### Подготовка образцов для анализа

В качестве объектов исследования были использованы 29 образцов томата селекции Белорусского центра генетики, отличающихся цветом и размером плодов. Перед началом анализа плоды промывали, высушивали фильтровальной бумагой и гомогенизировали. От 0,5 до 1,5 г полученной смеси (в зависимости от яркости окраски плодов) экстрагировали ацетоном (3х5 мл), используя стеклянный порошок для лучшего извлечения каротиноидов при растирании образцов в ступке. К объединенному ацетоновому экстракту добавляли около 9 мл гексана и затем 50-60 мл дистиллированной воды. Водный слой отделяли и помывку органического слоя водой повторяли 4-5 раз до исчезновения резкого запаха ацетона. Такая последовательность операций обусловлена с одной стороны, высокой растворимостью каротиноидов в ацетоне, что обеспечивает быстроту экстракции. С другой стороны, неустойчивость каротиноидов в ацетоне определяет необходимость перевода их в гексановый экстракт. Полученный таким образом гексановый слой количественно переносили в пикнометр на 10 мл, доводили до метки гексаном и фильтровали на складчатом фильтре через слой безводного сульфата натрия. Раствор хранили без доступа яркого света и анализировали в течение 6 часов после приготовления.

#### Спектрофотометрическое определение $\beta$ -каротина и ликопина красных плодов томата без предварительного хроматографического разделения каротиноидов

Определяли величину поглощения готовых гексановых экстрактов при длинах волн 451 нм и 503 нм. Содержание  $\beta$ -каротина и ликопина рассчитывали по формулам (Muratore et al, 2005):

$$\beta\text{-каротин, (мг/л)} = 462 D_{451} - 309D_{503}$$

$$\text{Ликопин (мг/л)} = 395D_{503} - 80,5D_{451}$$

#### Спектрофотометрическое определение каротиноидного состава плодов томата с использованием количественной тонкослойной хроматографии

Полученный экстракт каротиноидов в количестве 0,5 мл наносят на хроматографическую бумажную пластинку Ватман ЗА в виде полоски и разделяют каротиноиды методом восходящей тонкослойной хроматографии в системе: 1) гексан для выделения не полярных каротиноидов ( $\beta$ -каротин, ликопин,  $\zeta$ -каротин) и 2) гексан : ацетон, 10:0,5 для отделения лютеина и хлорофилла. По окончании хроматографирования пластинку вынимают из хроматографической камеры, быстро вырезают зоны, соответствующие индивидуальным каротиноидам (не допуская полного высыхания пластинки), и помещают в пробирки с а) 3 мл гексана (для  $\beta$ ,  $\zeta$ -каротина и нейроспорина); б) с 3,5 мл смеси гексан:ацетон, 3:0,5 (для ликопина и лютеина); с) 3 мл ацетона для хлорофилла – и оставляют при комнатной температуре при периодическом перемешивании в течение 15-20 мин. Определяют величину

поглощения растворов индивидуальных каротиноидов в полученных экстрактах:

- 1)  $\beta$ -каротина при 451 нм,
- 2)  $\zeta$ -каротина – при 425 нм,
- 3) нейроспорина – при 440 нм,
- 4) ликопина – при 474 нм,
- 5) лютеина – при 447 нм,
- 6) хлорофилла – при 646 нм и 663 нм.

Для расчета содержания индивидуальных каротиноидов в образцах томата используют значения удельного поглощения исследуемых каротиноидов в гексане (Rodriguez-Amaya, 2001):

$$\beta\text{-каротин } E_{1\text{cm}}^{1\%}=2580 \text{ (450 нм)}$$

$$\zeta\text{-каротин } E_{1\text{cm}}^{1\%}=2555 \text{ (425 нм)}$$

$$\text{Нейроспорин } E_{1\text{cm}}^{1\%}=2918 \text{ (440 нм)}$$

$$\text{Ликопин } E_{1\text{cm}}^{1\%}=3470 \text{ (474 нм)}$$

$$\text{Лютеин } E_{1\text{cm}}^{1\%}=2560 \text{ (447 нм)}$$

Содержание хлорофилла рассчитывают по эмпирическим формулам:

$$\text{Хлорофилл а}=12.21 D_{663}-2.81 D_{646}$$

$$\text{Хлорофилл b}=20.13D_{545}-5.03D_{663}$$

#### Результаты и обсуждение

##### Анализ каротиноидного состава красных плодов томата

Наиболее простым способом определения содержания  $\beta$ -каротина и ликопина в красных плодах является спектрофотометрический, основный на разных максимумах поглощения этих каротиноидов (табл.1).

Это позволяет успешно пользоваться эмпирическими формулами (Muratore et al, 2005). Для оценки величины ошиб-

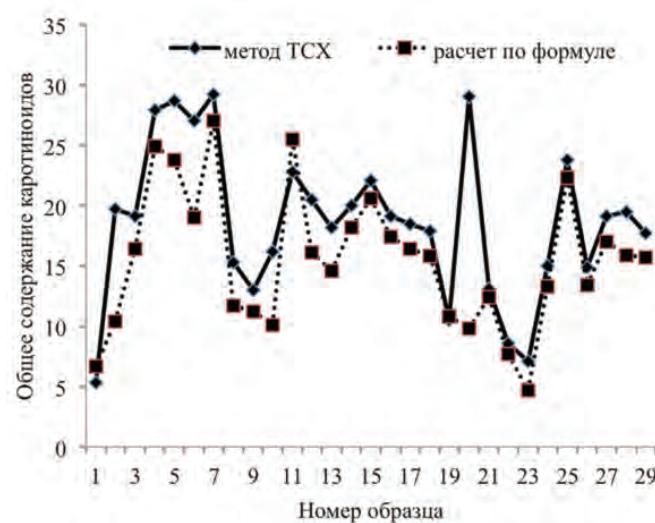


Рис.1. Сравнение результатов определения суммы каротиноидов красных плодов томата методом ТСХ и по эмпирической формуле.

Таблица 1. Максимумы поглощения каротиноидов томата в гексане  
(Rodriguez-Amaya, 2001)

Соединение	Максимумы поглощения *	III/II, % **
<b>Бета-каротин</b>	425; 450*; 477	30
<b>Z-каротин</b>	378; 400; 425	115,4
<b>Нейроспорин</b>	414; 439; 469	92,3
<b>Ликопин</b>	444; 470; 502	73,9
<b>Лютеин</b>	421; 445; 474	62,5

\*жирным шрифтом указаны длины волн с известной величиной удельного поглощения

\*\*в зависимости от прибора максимумы поглощения могут варьировать в пределах +1 нм

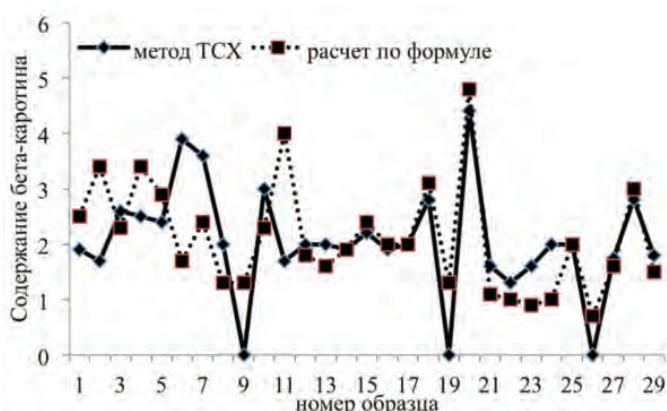


Рис.2. Сравнение результатов определения  $\beta$ -каротина красных плодов томата методом TCX и по эмпирической формуле.

ки такого подхода в количественном определении  $\beta$ -каротина и ликопина красных плодов томата мы провели сравнение результатов определения содержания указанных каротиноидов двумя методами: с использованием эмпирических формул и после количественного хроматографического разделения. Полученные результаты показывают, что расхождения в результатах определяются преимущественно присутствием в отдельных образцах лютеина, максимум поглощения которого близок к максимуму поглощения  $\beta$ -каротина (рис. 1-3). В результате расчет содержания суммы каротиноидов по величине поглощения гексанового экстракта при 450 нм дает заниженные результаты, где уровень занижения определяется концентрацией лютеина (рис.1).

Кроме того, как видно из данных рис.2, эмпирическая формула для  $\beta$ -каротина дает существенное завышение результатов благодаря присутствию лютеина. Что касается содержания ликопина, то оба метода давали сходные результаты опре-

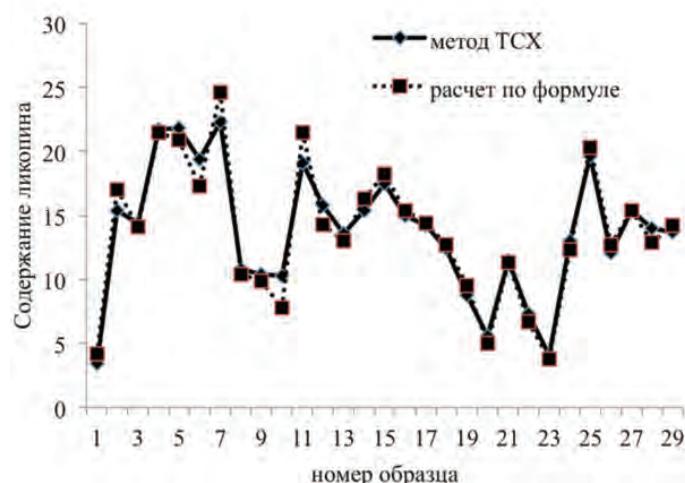


Рис.3. Сравнение результатов определения ликопина красных плодов томата методом TCX и по эмпирической формуле.

деления (рис.3). Обращает внимание, что при отсутствии  $\beta$ -каротина в образце и наличии лютеина эмпирическая формула фиксирует определенное содержание гипотетического  $\beta$ -каротина, спектр поглощения которого близок к спектру поглощения лютеина.

Таким образом, оба метода в целом дают сходные результаты (табл.2), хотя наибольшая зарегистрированная ошибка в определении  $\beta$ -каротина с использованием формулы может составлять до 135%, в то время как максимальная ошибка определения ликопина этим методом не превышает 24,3%.

В целом для расчета содержания суммы каротиноидов можно использовать данные оценки содержания индивидуальных каротиноидов, полученных с использованием TCX

Таблица 2. Результаты определения  $\beta$ -каротина и ликопина с использованием эмпирической формулы и метода количественной TCX ( $n=29$ )

Метод	Показатель	В-каротин	ликопин
TCX	$M \pm SD$	$2.05 \pm 0.67$	$13.73 \pm 3.8$
	Интервал концентраций	0-4.4	3.45-22.3
	CV, %	31.7	27.7
Формула	$M \pm SD$	$2.11 \pm 0.77$	$13.71 \pm 4.1$
	Интервал концентраций	0.7-4.8	3.8-24.6
	CV, %	36.5	29.9
Ошибка определения, % (без учета образцов, где $\beta$ -каротин отсутствует)		26.75% (0-135%)	6.9 % (0-24.3%)

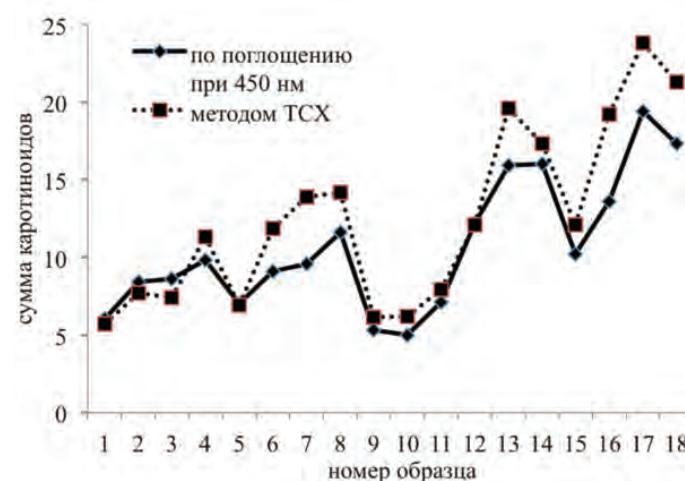


Рис.4. Сравнение результатов определения суммы каротиноидов красных томатов методом TCX и по величине поглощения гексанового экстракта при 450 нм (Ермаков, 1986).

или условно рассчитывать валовое содержание каротиноидов в расчете на  $\beta$ -каротин по величине поглощения гексанового экстракта при 450 нм (рис.4). Очевидно, что последний метод часто дает заниженные результаты, особенно для образцов с высоким содержанием ликопина.

Данные результатов определения каротиноидов красных плодов томата свидетельствуют о том, что в выбранной коллекции уровень  $\beta$ -каротина колеблется от нуля до 35,5% с медианой на уровне 15%. Для ликопина наиболее часто встречается содержание в 75-80% от суммы при минимуме в 47%. Доля лютеина не превышает 20% (рис.5).

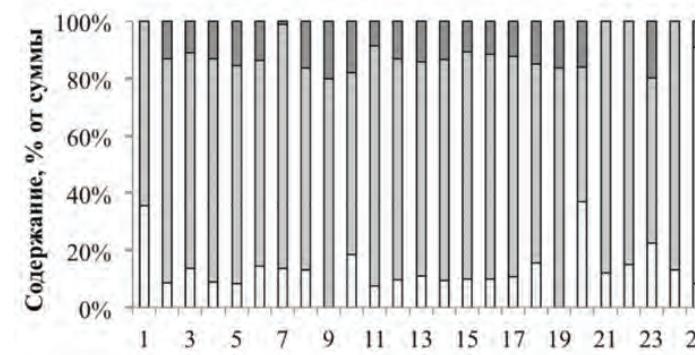


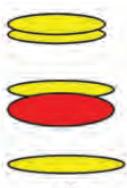
Рис. 5. Каротиноидный состав исследованных образцов красных плодов томата

Таблица 3. Основные каротиноиды томата

	$\beta$ -каротин	$\zeta$ -каротин	нейро-спорин	ликопин	лютеин
<b>Красные</b>	+	+		+++	+
<b>Желтые</b>	+	+			+
<b>Оранжевые</b>	+	+	+		+

### Анализ каротиноидного состава желтых и оранжевых плодов

Желтые и оранжевые сорта томата, как правило, содержат микроколичества ликопина (или вовсе его не содержат) и повышенное содержание лютеина. При этом важными компонентами в отдельных образцах оказываются такие каротиноиды, как  $\zeta$ -каротин и нейроспорин. С другой стороны, следует отметить, что в отдельных случаях  $\zeta$ -каротин может содержаться также в красных плодах. Основные каротиноиды томата представлены в табл.3.



Бета-каротин Rf=1, гексан  
 $\zeta$ -каротин Rf=0,95, гексан

Рис.6. Хроматографическая подвижность каротиноидов томата.

нейроспорин	Rf=0,75, гексан
ликопин	Rf=0,4, гексан
лютеин	Rf=0,2, гексан/ацетон=10:0,5
хлорофилл	Rf=0, гексан/ацетон= 10:0,5

Полученные данные свидетельствуют о том, что содержание  $\zeta$ -каротина, как правило, не превышает 3 мг/100 г, нейроспорина – 2 мг/100 г.

### Литература

- Ермаков А.И. Методы биохимического исследования растений / под ред.. - 3-е изд. - Л.: Агропромиздат, 1987. - 430 с.
- FAOSTAT 2005; <http://faostat.fao.org>
- Giovannucci E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. Journal of the National Cancer Institute. 1999, Vol.91(4). P. 317–331.
- Gupta P, Sreelakshmi Y, Sharma R A rapid and sensitive method for determination of carotenoids in plant tissues by high performance liquid chromatography//Plant Methods. 2015. Vol. 11. P. 5-16. doi: 10.1186/s13007-015-0051-0
- Hahn-Deinstrop E Applied Thin-Layer Chromatography: Best Practice and Avoidance of Mistakes, Second Edition-2007- DOI: 10.1002/9783527610259
- Khachik F, Carvalho L, Bernstein PS, Muir GJ, Zhao D-Y, Katz NB. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. Exp. Biol. Med. 2002, Vol.227(10). P.845–851.
- Lewinsohn E, Sitrit Y, Bar E, Azulay Y, Meir A, Zamir D, Tadmor Y. Carotenoid pigmentation affects the volatile composition of tomato and watermelon fruits, as revealed by comparative genetic analyses. J Agric Food Chem. 2005, Vol.53(8). P.3142-3148.
- Muratore G., Licciardello F., Maccarone E. (2005). Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*)//Italian Journal of Food Science. 2005, Vol. 17 (1).P. 75-81.
- Rodriguez-Amaya DB A guide to carotenoid analysis in foods.2001 Washington:ILSI press.
- Willcox JK, Catignani GL, Lazarus S. Tomatoes and cardiovascular health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2003, Vol.43(1). P.1-18.
- Muratore G., Licciardello F., Maccarone E. (2005). Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*)//Italian Journal of Food Science. 2005, Vol. 17 (1).P. 75-81.
- Rodriguez-Amaya DB A guide to carotenoid analysis in foods.2001 Washington:ILSI press.
- Willcox JK, Catignani GL, Lazarus S. Tomatoes and cardiovascular health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2003, Vol.43(1). P.1-18.

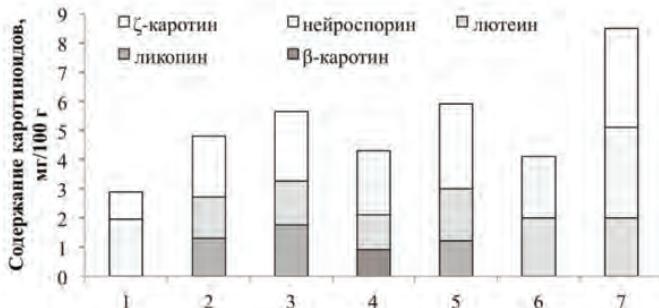


Рис.7. Примеры каротиноидного состава желтых и оранжевых плодов томата.

Примеры каротиноидного состава оранжевых и желтых плодов томата приведены на рис.7.

### Анализ каротиноидного состава коричневых плодов

Окраска темно-коричневых плодов томата обусловлена присутствием хлорофилла, что определяет необходимость хроматографического разделения пигментов и выделения смеси хлорофиллов а и б.

Таким образом, хроматографическое количественное выделение индивидуальных пигментов плодов томата позволяет контролировать каротиноидный состав томата различных цветов и количественно оценивать содержание каждого индивидуального компонента. Метод практически не требует использования стандартов благодаря возможности спектрального отнесения каждого каротиноида к той или другой структуре и хроматографической подвижности.

### Заключение

Разработанные условия хроматографического разделения каротиноидов томата существенно облегчают оценку каротиноидного состава плодов разной расцветки и позволяют осуществлять быстрое количественное определение индивидуальных каротиноидов. Сравнительная простота процесса разделения и идентификации и доступность аппаратурного обеспечения являются отличительной особенностью метода.

### References

- Ermakov A.I. Metody biohimicheskogo issledovaniya rastenij / pod red.. - 3-e izd. - L.: Agropromizdat, 1987. - 430 s.
- FAOSTAT 2005; <http://faostat.fao.org>
- Giovannucci E. Tomatoes, tomato-based products, lycopene, and cancer: review of the epidemiologic literature. Journal of the National Cancer Institute. 1999, Vol.91(4). P. 317–331.
- Gupta P, Sreelakshmi Y, Sharma R A rapid and sensitive method for determination of carotenoids in plant tissues by high performance liquid chromatography//Plant Methods. 2015. Vol. 11. P. 5-16. doi: 10.1186/s13007-015-0051-0
- Hahn-Deinstrop E Applied Thin-Layer Chromatography: Best Practice and Avoidance of Mistakes, Second Edition-2007- DOI: 10.1002/9783527610259
- Khachik F, Carvalho L, Bernstein PS, Muir GJ, Zhao D-Y, Katz NB. Chemistry, distribution, and metabolism of tomato carotenoids and their impact on human health. Exp. Biol. Med. 2002, Vol.227(10). P.845–851.
- Lewinsohn E, Sitrit Y, Bar E, Azulay Y, Meir A, Zamir D, Tadmor Y. Carotenoid pigmentation affects the volatile composition of tomato and watermelon fruits, as revealed by comparative genetic analyses. J Agric Food Chem. 2005, Vol.53(8). P.3142-3148.
- Muratore G., Licciardello F., Maccarone E. (2005). Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*)//Italian Journal of Food Science. 2005, Vol. 17 (1).P. 75-81.
- Rodriguez-Amaya DB A guide to carotenoid analysis in foods.2001 Washington:ILSI press.
- Willcox JK, Catignani GL, Lazarus S. Tomatoes and cardiovascular health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2003, Vol.43(1). P.1-18.
- Muratore G., Licciardello F., Maccarone E. (2005). Evaluation of the chemical quality of a new type of small-sized tomato cultivar, the plum tomato (*Lycopersicon lycopersicum*)//Italian Journal of Food Science. 2005, Vol. 17 (1).P. 75-81.
- Rodriguez-Amaya DB A guide to carotenoid analysis in foods.2001 Washington:ILSI press.
- Willcox JK, Catignani GL, Lazarus S. Tomatoes and cardiovascular health. Critical Reviews in Food Science and Nutrition. 2003, Vol.43(1). P.1-18.

# ФИНАНСОВО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ИНТЕГРАЦИЯ КАК ИНСТРУМЕНТ РОСТА ИНВЕСТИЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ АГРОПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА

## FINANCIAL-ECONOMIC INTEGRATION AS A TOOL FOR INCREASE OF INVESTMENT SUPPORT OF AGRO-INDUSTRIAL PRODUCTION

Закирова Э.Р. – зав. кафедрой финансового менеджмента,  
кандидат экономических наук, доцент

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»  
620144, Россия, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта/Народной Воли, 62/45  
E-mail: erzakirova@inbox.ru

Zakirova E.R. – Head chair of Financial Management,  
Ph.D. in Economic, Associate Professor

Ural State University of Economics  
8 Mart/Narodnoi Voli St., 62/45 Ekaterinburg, 620144, Russia  
E-mail: erzakirova@inbox.ru

*В статье раскрыта сущность и систематизированы преимущества финансово-экономической интеграции. В агропромышленном комплексе такой вид интеграции способствует привлечению инвестиций и снижению рисков для инвесторов, повышает конкурентоспособность и экономический рост региона. Актуальность исследования обусловлена недостаточно исследованными остатками аспекты функционирования интегрированных хозяйствующих систем применительно к отдельным отраслям, в частности к агропромышленному производству. Цель статьи – изучить теоретические подходы к сущности финансово-экономической интеграции в агропромышленном производстве и проанализировать механизм инвестиционного обеспечения российской аграрной сферы с учетом финансово-экономической интеграции. При подготовке статьи использовались общенаучные методы исследования: анализ и синтез, обобщение, сравнение, классификация. Обобщены трактовки финансово-экономической интеграции в российских и зарубежных научных публикациях. Выделены отличия финансово-экономической интеграции от иных экономических процессов. Систематизированы преимущества финансово-экономической интеграции для экономики и хозяйствующих субъектов. Отмечена важность интегрирования отраслей и хозяйствующих субъектов в рамках агропромышленного комплекса, имеющего стратегическое значение для обеспечения продовольственной безопасности России. Проанализирована отраслевая структура агропромышленного комплекса. Описана схема действия интегрированного финансово-экономического механизма в агропромышленном комплексе. Подчеркнута важность оптимального соотношения между кооперацией и интеграцией. Обоснована недостаточность методологического уровня исследований агропромышленной интеграции. Рассмотрены компоненты эффекта финансово-экономической интеграции. Приведены положительные эффекты интеграционных процессов в агропромышленном комплексе. Сделан вывод, что использование разных форм интеграции в агропромышленном комплексе однозначно положительно влияет на рост инвестиционного обеспечения регионального агропроизводства. Интегрированная система – наиболее выгодная форма сотрудничества сельскохозяйственных предприятий, которая способствует привлечению инвестиций и снижению рисков для инвесторов, может повысить конкурентоспособность и экономический рост региона.*

**Ключевые слова:** финансово-экономическая интеграция; инвестиции; инвестиционная привлекательность; агропромышленный комплекс; агропромышленное производство.

**Для цитирования:** Закирова Э.Р. Финансово-экономическая интеграция как инструмент роста инвестиционного обеспечения агропромышленного производства. Овощи России. 2017;(5):100-105. DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-100-105

*The article reveals the essence and systematizes the advantages of financial and economic integration. In the agro-industrial complex, this kind of integration contributes to attracting investments and reducing risks for investors, increasing the competitiveness and economic growth of the region. The relevance of the study is due to insufficiently researched remains many aspects of the functioning of integrated business systems in relation to individual industries, in particular, to agro-industrial production. The aim of the article is to study theoretical approaches to the essence of financial and economic integration in agro-industrial production and analyze the mechanism of investment support for the Russian agrarian sector, taking into account financial and economic integration. In preparing the article, general scientific methods of research were used: analysis and synthesis, generalization, comparison, classification. Results. The interpretation of financial and economic integration in Russian and foreign scientific publications is generalized. Distinctions of financial and economic integration are distinguished from other economic processes. The advantages of financial and economic integration for the economy and business entities are systematized. The importance of integrating industries and business entities in the agro-industrial complex, which is of strategic importance for ensuring Russia's food security, was noted. The branch structure of the agro-industrial complex is analyzed. The scheme of the integrated financial and economic mechanism in the agro-industrial complex is described. The importance of an optimal balance between cooperation and integration was underscored. The insufficiency of the methodological level of studies of agro-industrial integration is grounded. The components of the effect of financial and economic integration are considered. Positive effects of integration processes in the agro-industrial complex are presented. Conclusion: the use of different forms of integration in the agro-industrial complex clearly has a positive effect on the growth of investment support for regional agricultural production. The integrated system is the most beneficial form of cooperation between agricultural enterprises, which helps attract investment and reduces risks for investors, can increase the competitiveness and economic growth of the region.*

**Keywords:** financial and economic integration; investments; investment attractiveness; agro-industrial complex; agro-industrial production.

**For citation:** Zakirova E.R. Financial-economic integration as a tool for increase of investment support of agro-industrial production. Vegetable crops of Russia. 2017;(5):100-105. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2017-5-100-105

### Введение

По развитию хозяйственных отношений в мире отчетливо заметно, что процессы интеграции, получившие развитие во второй половине XX в., нарастают во всех сферах общественной деятельности. Они способствуют развитию производительных сил и совершенствованию производственных отношений. Интегрированные хозяйствующие субъекты играют значимую

роль в экономике в целом и в отечественном сельском хозяйстве в частности. В российской практике широко распространены вертикально интегрированные системы в виде агрохолдингов, агрокорпораций, аграрных транснациональных корпораций и концернов, которые гарантируют сохранность собственности при планировании «по вертикали» и позволяют внедрять технологичные и ресурсосберегающие

методы хозяйствования. Интеграция как одна из форм разделения труда тесно связана с другими его формами – специализацией, концентрацией, кооперацией.

Имеется прочный теоретический фундамент для исследования процессов концентрации производства и интеграционных процессов в экономике, заложенный А. Смитом и развитый К. Марксом и другими учеными, в то же

время недостаточно исследованными остаются многие аспекты функционирования интегрированных хозяйствующих систем применительно к отдельным отраслям, в частности к агропромышленному производству.

### Цель и задачи

Изучить теоретические подходы к сущности финансово-экономической интеграции в агропромышленном производстве и проанализировать механизм инвестиционного обеспечения российской аграрной сферы с учетом финансово-экономической интеграции.

### Методы

При подготовке текста статьи использовали общенаучные методы исследования: анализ и синтез, обобщение, сравнение, классификация.

### Результаты

В российских и зарубежных научных публикациях встречаются разнородные трактовки финансово-экономической интеграции. На наш взгляд, можно выделить два основных подхода к ее пониманию – широкий и узкий.

В расширенном понимании финансово-экономическую интеграцию авторы трактуют как объединение хозяйствующих субъектов, нацеленное на получение экономических преимуществ от эффективного развития [1, 2, 3]. Мы предлагаем уточнить эту обобщенную трактовку следующим образом: финансово-экономическая интеграция в широком смысле представляет собой объединение нескольких хозяйствующих субъектов, основанное на принципе добровольности, регламентируемое актами гражданского права, нацеленное на эффективное совместное сотрудничество для достижения экономических и финансовых целей каждой из сторон.

В узком смысле финансово-экономическая интеграция в научной литературе понимается как процесс, однако на этот счет имеются разные мнения [4, 5, 6]. Основываясь на анализе интеграционных процессов, предлагаем следующую трактовку: процесс финансово-экономической интеграции есть совокупность участников объединения и различных видов взаимодействий между ними, обусловленных согласованными интересами и общими стратегическими приоритетами участников.

Резюмируя все вышесказанное, можно представить финансово-экономическую интеграцию как совокупность экономических отношений хозяйствующих субъектов, которые, взаимодействуя в рамках интегрированной системы, устанавливают устойчивые производственные и управляемые связи и, основываясь на согласовании своих интересов, нацелены на получение эффекта синергии от совместной деятельности. При этом системными качествами финансово-экономической интеграции можно назвать целостность, структурность и устойчивость.



Рис. 1. Преимущества финансово-экономической интеграции

Теоретический анализ различных аспектов финансово-экономической интеграции позволяет назвать ее преимущества и отличия от иных экономических процессов:

- финансово-экономическая интеграция хозяйствующих субъектов означает долгосрочные партнерские отношения, основанные на обновлении производственных и управляемых технологий, с привлечением финансовых и интеллектуальных ресурсов из разных источников;
- расширяется доступ к ресурсам (материальным, трудовым, финансовым, информационным) и современным технологиям, повышается эффективность их использования;
- участники интегрированной системы сообща решают стоящие перед ними проблемы;
- хозяйствующие субъекты, входящие в интегрированную систему, получают защиту от внешних конкурентов.

Преимущества финансово-экономической интеграции для экономики и хозяйствующих субъектов систематизированы нами на рис. 1.

В развитых странах и в России интегрированные системы задают вектор развития народного хозяйства и обеспечивают стабильное производство. Интеграция хозяйствующих субъектов и целых отраслей предполагает новый, более высокий уровень управления, позволяющий за счет координирования действий и учета интересов участников объединения увеличить эффективность производства. Руководство интегрированных систем имеет полное представление о финансовом состоянии входящих в объединение предприятий и, оптимально перераспределяя финансовые ресурсы, управляет конкурентоспособностью всей компании. При этом снижается зависимость предприятий от кредиторов, поставщиков сырья и торговых компаний, что является несомненным плюсом в условиях мирового финансового кризиса. Кроме того, в результате интеграции снижается себестоимость конечной продукции из-за сокращения затрат на промежуточные этапы производства и снижения суммы налогов на единицу продукции [7].

Ведение деятельности в рыночной экономике требует гибкости. Каждый хозяйствующий субъект стремится организовать свою деятельность так, чтобы получать дополнительные преимущества (снижение затрат, расширение производства и рынка сбыта, привлечение инвестиций, выгодная позиция на рынке и др.) и в итоге нарастить прибыль [8]. Объединение производственных мощностей, объединение капиталов, объединение хозяйствующих субъектов – один из эффективных способов получить перечисленные и многие другие преимущества. Такие объединения позволяют координировать предпринимательскую деятельность и защищать общие интересы.

Агропромышленный комплекс, без сомнения, является одним из важнейших комплексов национальной экономики. Продовольственная безопасность, экономическая устойчивость региона во многом определяются состоянием АПК. Кроме того, аграрная сфера является мультиплексором развития других отраслей. Подсчитано, что рост агропромышленного производства на 1 000 руб. обуславливает рост потребности в производстве машин и оборудования на 2 300 руб., а в производстве продукции прочих аграрных отраслей – на 3 000 руб. [9]; каждый рубль вложений в АПК обеспечивает до 4–5 руб. в смежных отраслях [10] (в агропромышленном комплексе прямо и косвенно задействованы более 80 отраслей экономики [11]).

В текущих условиях невозможно существование сельского хозяйства вне тесного взаимодействия с иными субъектами агропромышленного комплекса, включая производителей средств производства, снабженческие, обслуживающие, торговые, логистические предприятия. Кроме того, сельскому хозяйству необходимо инфраструкту-



Рис. 2. Группы отраслей, входящих в агропромышленный комплекс.

турное обеспечение, в том числе финансово-кредитная система, которая снабжает аграрные отрасли инвестиционными ресурсами (рис. 2 и табл. 1).

Изначально связи между предприятиями сельского хозяйства и прочими субъектами АПК развивались в виде кооперации, однако к настоящему времени усиливаются процессы формирования интегрированных систем, которые утрачивают признаки кооперативов. Несмотря на общую базу, интеграция является не только одной из форм кооперации [1, с. 12]. Основное различие между ними заключается в наличии интегратора – субъекта, который инициирует объединение и обеспечивает его финансовыми ресурсами (в рамках кооперации сельскохозяйственные производители объединяются за счет своих средств). Таким образом, интеграция есть сложная экономическая система, функционирующая на основе согласования экономических интересов участников. Ядро интегри-

рованной системы составляют крупные агропромышленные предприятия, поставщики сырья, финансово-кредитные учреждения, компании, разрабатывающие новые технологии в сфере сельского хозяйства.

Важную роль в процессах интеграции играет государство. Оно призвано гармонизировать интересы хозяйствующих субъектов и экономики в целом. Для этого необходимо совершенствовать действующее законода-

тельство и заниматься научным обоснованием действующих форм финансово-экономической интеграции в АПК. Помимо этого, следует искать и создавать принципиально новые формы агропромышленной интеграции, способные решить проблемы регионального АПК. По нашему мнению, приоритет должны получить не объединения предприятий в виде холдингов, а структуры, интегрирующие источники финансирова-

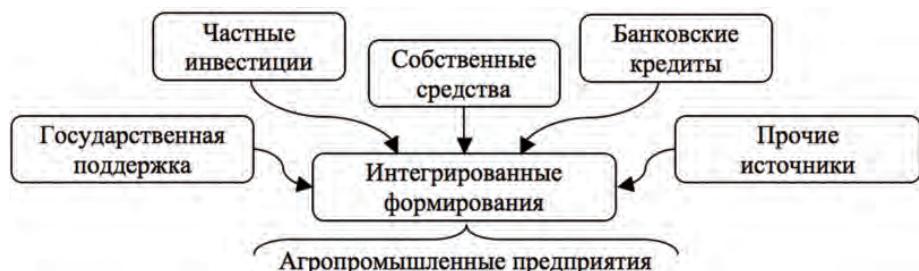


Рис. 3. Схема действия интегрированного финансово-экономического механизма в агропромышленном комплексе.

Таблица 1. Отраслевая структура агропромышленного комплекса

Группа отраслей	Отрасли, входящие в группу	Функция
Обеспечение средствами производства	Тракторное машиностроение, машиностроение для пищевой и легкой промышленности, производство оборудования и инвентаря, производство удобрений и химикатов, ремонт оборудования и др.	Обеспечивает возможность индустриализации и интенсификации агропроизводства. Производит 10% конечной продукции, сосредоточивает 15% основных производственных фондов, в ней заняты 2% всех работников АПК
Сельское хозяйство	Растениеводство, животноводство	Центральное звено АПК. Производит 50% конечной продукции, сосредоточивает 65% основных производственных фондов. В ней заняты 60% работников АПК
Отрасли, обеспечивающие хранение и доведение продукции до потребителя	Пищевая, легкая, мукомольная, комбикормовая промышленность; предприятия логистики; заготовительные и торговые организации	40% конечной продукции, 20% основных производственных фондов, 20% работников АПК
Инфраструктура (обслуживание всех отраслей АПК)	Производственная (транспорт, связь, снабжение и т.д.)	Производственное обслуживание, оказание услуг
	Финансовая	Обеспечение инвестиционными ресурсами
	Социальная (ЖКХ, здравоохранение, образование, наука и др.)	Оказание услуг сельскому населению

ния при сохранении юридической самостоятельности субъектов хозяйствования.

Интегрированный финансово-кредитный механизм представляется одной из форм подобного объединения. Такой механизм, в нашем понимании, объединяет разные формы, методы и инструменты организации финансово-кредитной системы, совокупность которых обеспечивает устойчивые связи внутри системы и с внешними субъектами, опосредует движение денежных ресурсов, объединяя в рамках интегрированной системы различные источники инвестиций (средства государственной поддержки, кредиты банков, средства инвесторов) и обеспечивая их рациональное распределение по эффективным направлениям деятельности (рис. 3).

Интегрированный финансово-кредитный механизм позволяет: 1) определить и рассчитать потребности регионального АПК в денежных средствах; 2) распределить ресурсы из разных источников между конкретными хозяйствующими субъектами (намного проще и эффективнее распределять финансовые ресурсы внутри интегрированной системы, чем искать средства для отдельного хозяйствующего субъекта – это

обусловлено прежде всего транзакционными издержками); 3) с участием банковских организаций организовать расчетное обслуживание агропромышленных предприятий; 4) с участием страховых организаций обеспечить страховую защиту хозяйствующих субъектов и увязать ее с государственной поддержкой.

Преимуществами создания объединения агропромышленных хозяйствующих субъектов на базе интегрированного финансово-кредитного механизма можно считать снижение транзакционных издержек и более широкий доступ к источникам финансовых ресурсов. Среди недостатков – сложность управления интегрированной системой, что может проявляться в снижении оперативности в принятии решений и расходах, возможно значительных, на содержание такой ассоциации.

Следует подчеркнуть важность оптимального соотношения между кооперацией и интеграцией. В современном российском агропромышленном комплексе активно протекают интеграционные процессы, однако кооперация должна получить не меньшее развитие. Это необходимо по двум причинам.

Первая причина – демонополизация рынка сельхозпродукции. Кооперация хозяйствующих субъектов, не участвующих в интегрированном формировании, позволяет улучшить условия реализации выпускаемой ими продукции. Таким образом, кооперация выступает противовесом для крупных интегрированных систем.

Вторая причина связана с тем, что многие интегрированные агропромышленные формирования склонны эксплуатировать сельскохозяйственный труд, распределяя доходы по своему усмотрению и финансируя по остаточному принципу входящие в объединение хозяйствующие субъекты. Такой подход закономерно снижает заинтересованность работников к повышению производительности труда. Таким образом, внутрихозяйственную кооперацию можно считать признаком прогрессивной интегрированной системы.

Интеграция, по мнению Ф. Перру, ведет к экономическому росту [12]. Чтобы этот рост был устойчивым, необходимо поддерживать целостность хозяйственной системы, что подразумевает определенную степень интегрированности, взаимосвязь и взаимодействие секторов агропромышленного комплекса, действующих как целостность.

При этом необходимо понимать, что финансово-экономическая интеграция – это системный процесс. В рамках агропромышленного комплекса системная интеграция представляет собой организационно-экономическое преобразование производства продукции, направленное на качественные изменения в функциональ-



Рис. 4. Компоненты эффекта финансово-экономической интеграции.

ной структуре АПК на основе модернизации капитала. Частичная интеграция не способна обеспечить стабильный экономический рост и высокую конкурентоспособность, это возможно только в условиях системной финансово-экономической интеграции. Системная интеграция задает логику экономических процессов, способствует расширению производства, обеспечивает внутреннюю определенность и упорядоченность, выступает базой для эффективного управления агропромышленным производством.

Таким образом, финансово-экономическую интеграцию следует понимать как специфический вид концентрации, при котором эффект может достигаться не только за счет слияний и поглощений, но и посредством комбинирования функций, а также за счет консолидирующего механизма управления, сводящего воедино технический, финансовый, трудовой потенциал взаимодействия отдельных участников. В таком случае кооперация как форма хозяйственного взаимодействия органически вписывается в агропромышленную интеграцию, а сельскохозяйственные кооперативы вполне способны стать базой для современных агропромышленных интегрированных систем, аккумулируя возможности накапливания ресурсов для целей расширенного воспроизводства. Сходства и различия кооперации и интеграции как форм хозяйствования позволяют содержательно представить интеграционные процессы в агропромышленном комплексе в виде укрупнения по двум направлениям: 1) объединение хозяйствующих субъектов, их ресурсов и функций под единым общим управлением; 2) слияние хозяйствующих субъектов для повышения эффективности производства и снижения рисков хозяйственной деятельности.

Агропромышленную интегрированную систему следует рассматривать как единство организационно-технологического и социально-экономического аспекта, представленного отношениями собственности, распределения и управления. При этом следует учитывать инерционный характер аграрного производства, а следовательно, выводы должны основываться на расширенном

временном диапазоне анализа показателей. Оценка соотношения затрат и прибыли должна учитывать внешние и внутренние социальные факторы, значение АПК для страны и жизнедеятельности населения.

Поскольку разделение труда в АПК объективно углубляется, необходимо укрепление хозяйственных связей. В этих условиях, по нашему мнению, достижение целей интеграции хозяйствующих субъектов в АПК сводится преимущественно к росту эффективности деятельности, что достигается за счет: 1) расширения производства; 2) объединения отдельных стадий технологического процесса; 3) законченного цикла производства, переработки и реализации сельскохозяйственной продукции.

Все перечисленное делает необходимой объективную оценку происходящих интеграционных процессов, определение финансовой эффективности отдельных мер и деятельности действующих агропромышленных объединений. Из-за отсутствия подробно проработанной методологии интеграции в сфере АПК это предполагает глубокое исследование существующих проблем и комплексную оценку эффективности агропромышленной интеграции. Достигнутый методологический уровень исследований агропромышленной интеграции недостаточен по следующим причинам:

1) интеграция не воспринимается как самостоятельное экономическое явление, методологически не осмыслены параметры развития интеграции;

2) отсутствует теоретический фундамент эффективной интеграции в агропромышленном комплексе. Советские разработки не учитывают всего многообразия форм собственности и хозяйственной деятельности, а распространенная на Западе теория транзакционных издержек не охватывает процесс взаимодействия хозяйствующих субъектов;

3) проблемы интеграции в агропромышленном комплексе исследуются бессистемно, вне связи с другими экономическими и финансовыми процессами, не учитываются особенности сельского хозяйства и функционирования интегрированных систем в нем;

Таблица 2. Десятка крупнейших агрохолдингов России по итогам 2015 года [15]

Место в рейтинге		Компания	Выручка в 2015 г., млн р.	Прирост выручки 2015 г. к 2014 г., %
2015	2014			
1	1	ООО «АХ „Мираторг“»	96 346,0	30,1
2	12	ГК «Содружество»	84 215,6	38,3
3	3	ОАО «Эфко»	81 621,0	33,0
4	2	ОАО «Группа „Черкизово“»	77 032,6	12,2
5	–	ООО «Каргилл», ООО «Провими»	75 038,0	58,7
6	4	ООО «ГК „Русагро“»	72 439,2	22,5
7	5	ГК «Агро-Белогорье»	63 571,3	10,0
8	15	ОАО «БЭЗРК-Белгранкорм»	48 000,0	41,2
9	8	ООО «Продимекс-холдинг»	46 599,3	32,4
10	6	АО «Данон Россия»	45 740,1	11,8

4) не просматривается единая логика во множестве исследований эффективной интеграции в агропромышленном комплексе, зачастую методологический подход к изучению обусловлен видом интегрированного формирования.

Эффект агропромышленной интеграции складывается из результатов финансового и производственного взаимодействия участников интеграции и за счет тесных межотраслевых связей (рис. 4).

Степень воздействия отмеченных на рис. 4 факторов на страновом уровне определяется макроэкономической ситуацией, действиями игроков на мировых аграрных рынках, государственной политикой в сфере регулирования агропромышленного комплекса и рынков продовольствия.

На уровне регионов, которым свойственны свои особенности аграрного производства (очаговое размещение сельского хозяйства, тяготение к индустриальным центрам), агропромышленная интеграция, на наш взгляд, будет подвержена влиянию, во-первых, технологических изменений, вызванных масштабами розничной торговли и спросом на однородную продукцию; во-вторых, стремлением перерабатывающих предприятий контролировать сырьевой рынок и качество сельскохозяйственной продукции, а также рынок сбыта готовой продукции (в связи с этим перерабатывающие предприятия выступают интеграторами); в-третьих, расширенного производства продукции, перерабатываемой и реализуемой за счет собственных сил, что обусловлено стремлением преодолеть ценовую дискриминацию и устраниить конкурентов. Это позволяет сделать вывод, что расширится

сотрудничество хозяйствующих субъектов разных форм, в результате чего закономерно возникнут новые агропредприятия.

Исходя из вышесказанного, для агропромышленных предприятий становится актуальной разработка инвестиционной политики, которая задает принципы деятельности на сегментах инвестиционного рынка, условия, на которых предприятие согласится вкладывать капитал в объекты инвестирования (подробнее об этом см.: [13]).

Международный финансово-экономический кризис 2014-2016 годов и последовавший за ним спад ухудшили инвестиционное положение России. Несмотря на это в 2016 году инвестиции в основной капитал по агропромышленному комплексу выросли на 14% относительно предыдущего периода [14], что стало возможным благодаря поддержке АПК государством. Однако нельзя игнорировать тот факт, что агросектор развивается в обстановке инвестиционного кризиса, а самым значимым источником инвестиционных ресурсов служат оборотные средства самих агропредприятий.

По этим причинам актуальна разработка инвестиционных программ для интегрированных компаний, формирований, систем, которые объединяют весь производственный цикл, начиная с производства сырья и заканчивая реализацией конечного продукта.

В кризисных условиях агропромышленный комплекс, в отличие от многих других секторов, демонстрирует устойчивый рост. Производство сельскохозяйственной продукции выросло на 40% за 2005–2015 годы, что сопоставимо с показателями

Бразилии и Индии. Несмотря на экономическую стагнацию, прирост производства в АПК в 2016 году составил 2-3%, увеличивается доля АПК в структуре ВВП [10].

Инвестируют в АПК преимущественно отечественные компании – крупные вертикально интегрированные агрохолдинги с мощной финансовой базой, сильной администрацией, имеющие доступ к государственным субсидиям и дополнительным инвестициям (табл. 2).

В 2016 году появились новые крупные зарубежные инвесторы, заинтересованные прежде всего масштабами российского рынка. По данным Российского фонда прямых инвестиций, количество проектов в АПК, осуществляемых с участием иностранных инвесторов, выросло на 30% по сравнению с 2015 годом. Причем если западные инвесторы сокращают объемы вложений из-за геополитической неопределенности и страновых рисков, то все более активны инвесторы из стран Азии и Ближнего Востока [16].

Очевидно, что необходима активизация инвестиционных процессов в агропромышленном комплексе. Достичь этого возможно посредством финансово-экономической интеграции. Хозяйствующие субъекты, не объединенные в интегрированные системы, нуждаются в кооперации и грамотном управлении, поскольку не способны самостоятельно сформировать столь необходимые им финансовые ресурсы.

Оценка эффективности интеграционных процессов в агропромышленном комплексе позволяет отметить ряд положительных сторон:  
1) убыточные предприятия, объединяясь с сильными хозяйствующими

субъектами, могут нарастить объем производства и улучшить свой финансовый результат; 2) увеличивается обеспеченность сельхозпредприятий техникой за счет лизинга, более доступного интегрированным объединениям; 3) производственный потенциал в результате оснащения техникой растет и активно используется; 4) увеличиваются объемы производства, снижается себестоимость продукции, растет прибыль от реализации.

Таким образом, финансово-экономическая интеграция в АПК повышает эффективность функционирования хозяйствующих субъектов, увеличивает их прибыльность, что способствует притоку инвестиций в отрасль.

Положительный аспект влияния финансово-экономической интеграции на инвестиционные процессы в агропромышленном комплексе заключается в том, что интегрированные хозяйствующие субъекты способны привлечь больше заемных средств за счет банковских кредитов или привлечения средств с фондовых рынков. Государственные субсидии для АПК значительны, однако ограничены, а следовательно, финансово-экономическая интеграция с другими хозяйствующими субъектами способ-

на решить проблемы финансирования российского АПК. Таким образом, финансово-экономическая интеграция в АПК связана с привлечением инвестиций и ростом инвестиционной привлекательности аграрного сектора.

### Выводы и обсуждение

Подводя итоги, можно утверждать, что использование разных форм интеграции в агропромышленном комплексе однозначно положительно влияет на рост инвестиционного обеспечения регионального агропроизводства. Доказательством тому служит развитие сети холдингов и кластеров по всей стране. В результате увеличивается количество и качество продукции, уменьшаются издержки производства, повышается конкурентоспособность, снижается себестоимость товаров, привлекаются новые потоки инвестиций.

При формировании механизмов интеграционного развития главный акцент ставится на получение синергетических эффектов взаимодействия обособленных ранее предпринимательских структур, что дает дополнительные преимущества из-за частичной замены рыночных отношений устойчивыми связями. Кроме того, крупные интегрированные пред-

приятия могут привлекать дополнительные финансовые ресурсы с фондового рынка, а также обеспечивать себя долгосрочными банковскими кредитами. Формирование агропромышленных интегрированных объединений является отличным способом привлечения инвестиций в сельское хозяйство, так как обеспечивает все условия для развития бизнеса. Прямые иностранные инвестиции также важны для АПК, они позволяют создавать принципиально новые, конкурентоспособные, высокотехнологичные интегрированные системы. Причем вкупе с иностранными инвестициями должны влияться не только денежные средства, но и новые технологии, управленические методы и новая философия ведения бизнеса.

Считаем, что наиболее выгодной формой сотрудничества сельскохозяйственных предприятий является интегрированная система, которая способствует привлечению инвестиций и снижению рисков для инвесторов, вкладывающих средства в развитие сельскохозяйственных предприятий. Развитие интегрированных систем в регионе целесообразно, так как способно повысить его конкурентоспособность на внутреннем и внешнем рынках, а также обеспечить его экономический рост.

### ● Литература

1. Кооперация и агропромышленная интеграция в АПК / Г.А. Петранева, Ю.И. Агиров, Р.Г. Ахметов и др.; под ред. Г.А. Петраневой. – М.: Коллес, 2005. – 223 с.
2. Большой экономический словарь : 26500 терминов / [А. Н. Азрилян и др.]; под ред. А. Н. Азриляна. – 7-е изд., доп. – М.: Ин-т новой экономики, 2007. – 1472 с.
3. Косачев, В.И. Теоретические аспекты интеграции организаций / В.И. Косачев // Вестник ТИСБИ. – 2006. – № 2. – С. 17–23.
4. Минаков, И.А. Кооперация и агропромышленная интеграция в АПК: учебник / И.А. Минаков. – М.: КолосС, 2007. – 264 с.
5. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English / ed. by A.S. Hornby. – 8th edition. – Oxford: Oxford University Press, 2010. – 1952 p.
6. Киреев, А.П. Международная экономика: в 2 ч. / А.П. Киреев. – М.: Международные отношения, 1997. – Ч. 1. – 416 с.
7. Непринцева, Е. Вертикальная интеграция: стимулы и преимущества / Е. Непринцева // Управление компаний. – 2006. – № 7. – С. 73–76.
8. Беляева, И.Ю. Капитал финансово-промышленных корпоративных структур: теория и практика / И.Ю. Беляева, М.А. Эскиндяров. – М.: ИНФРА-М, 2001. – 399 с.
9. Ушачев, И.Г. Роль и место сельского хозяйства в экономике России / И.Г. Ушачев // АПК: экономика, управление. – 2005. – № 5. – С. 24–32.
10. Прогноз научно-технологического развития агропромышленного комплекса Российской Федерации на период до 2030 г. / НИУ ВШЭ. – М., 2017. – URL: <https://www.hse.ru/data/2017/02/06/1167349282/> (Прогноз%20научно-технической%20сферы.pdf (дата обращения: 20.09.2017).
11. Экономика отраслей АПК / И.А. Минаков, Н.И. Куликов, О.В. Соколов и др.; под ред. И.А. Минакова. – М.: Коллес, 2004. – 464 с.
12. Перру, Ф. Экономическое пространство: теория и приложение / Ф. Перру // Пространственная экономика. – 2007. – № 4. – С. 77–93.
13. Закирова, Э.Р. Инвестиционная политика промышленных предприятий: формирование и анализ / Э.Р. Закирова, К.В. Ростовцев, О.А. Бойтуш // Вестник Астраханского государственного технического университета. Сер.: Экономика. – 2016. – № 3. – С. 14–25.
14. Медведев: инвестиции в АПК в 2016 году выросли на 14. – URL: [http://milknews.ru/index/novosti-moloko\\_10983.html](http://milknews.ru/index/novosti-moloko_10983.html) (дата обращения: 20.09.2017).
15. 50 крупнейших агрокомпаний России. – URL: <http://expert.ru/2016/10/3/50-krupnejshih-agrokompanij-rossii/> (дата обращения: 20.09.2017).
16. Иностранцы стали больше вкладывать в сельское хозяйство России. – URL: <https://riafan.ru/577908-inostrancy-stali-bolshe-vkladyvat-v-selskoe-hozyaistvo-rossii> (дата обращения: 20.09.2017).
1. Kooperaciya i agropromyshlennaya integraciya v APK / G.A. Petraneva, YU.I. Agibrov, R.G. Ahmetov i dr.; pod red. G.A. Petranovo. – M.: Koloss, 2005. – 223 s.
2. Bol'shoj ehkonomicheskiy slovar' : 26500 terminov / [A. N. Azriliyan i dr.]; pod red. A. N. Azriliyan. – 7-e izd., dop. – M.: In-t novoy ekonomiki, 2007. – 1472 s.
3. Kosachev, V.I. Teoreticheskie aspekty integracii organizacij / V.I. Kosachev // Vestnik TISBI. – 2006. – № 2. – S. 17–23.
4. Minakov, I.A. Kooperaciya i agropromyshlennaya integraciya v APK: uchebnik / I.A. Minakov. – M.: KolosS, 2007. – 264 s.
5. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English / ed. by A.S. Hornby. – 8th edition. – Oxford: Oxford University Press, 2010. – 1952 p.
6. Kireev, A.P. Mezhdunarodnaya ekonomika: v 2 ch. / A.P. Kireev. – M.: Mezhdunarodnye otnosheniya, 1997. – CH. 1. – 416 s.
7. Neprinceva, E. Vertikal'naya integraciya: stimuli i preimushchestva / E. Neprinceva // Upravlenie kompaniej. – 2006. – № 7. – S. 73–76.
8. Belyaeva, I.YU. Kapital finansovo-promyshlennykh korporativnykh struktur: teoriya i praktika / I.YU. Belyaeva, M.A. EHskindarov. – M.: INFRA-M, 2001. – 399 s.
9. Ushachev, I.G. Rol' i mesto sel'skogo hozyajstva v ekonomike Rossii / I.G. Ushachev // APK: ekonomika, upravlenie. – 2005. – № 5. – S. 24–32.
10. Prognoz nauchno-tehnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2030 g. / NIU VSHEH. – M., 2017. – URL: <https://www.hse.ru/data/2017/02/06/1167349282/> (Prognoz%20nauchno-tehnicheskoj%20sfery.pdf (data obrashcheniya: 20.09.2017).
11. EHkonomika otrassej APK / I.A. Minakov, N.I. Kulikov, O.V. Sokolov i dr.; pod red. I.A. Minakova. – M.: Koloss, 2004. – 464 s.
12. Perru, F. EHkonomicheskoe prostranstvo: teoriya i prilozhenie / F. Perru // Prostranstvennaya ekonomika. – 2007. – № 4. – S. 77–93.
13. Zakirova, EH.R. Investiccionnaya politika promyshlennykh predpriyatiy: formirovanie i analiz / EH.R. Zakirova, K.V. Rostovcev, O.A. Bojtush // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: EHkonomika. – 2016. – № 3. – S. 14–25.
14. Medvedev: investicii v APK v 2016 godu vyrosli na 14. – URL: [http://milknews.ru/index/novosti-moloko\\_10983.html](http://milknews.ru/index/novosti-moloko_10983.html) (data obrashcheniya: 20.09.2017).
15. 50 krupnejshih agrokompanij Rossii. – URL: <http://expert.ru/2016/10/3/50-krupnejshih-agrokompanij-rossii/> (data obrashcheniya: 20.09.2017).
16. Inostrancy stali bol'she vkladyvat' v sel'skoe hozyajstvo Rossii. – URL: <https://riafan.ru/577908-inostrancy-stali-bolshe-vkladyvat-v-selskoe-hozyaistvo-rossii> (data obrashcheniya: 20.09.2017).

### ● References

1. Kooperaciya i agropromyshlennaya integraciya v APK / G.A. Petraneva, YU.I. Agibrov, R.G. Ahmetov i dr.; pod red. G.A. Petranovo. – M.: Koloss, 2005. – 223 s.
2. Bol'shoj ehkonomicheskiy slovar' : 26500 terminov / [A. N. Azriliyan i dr.]; pod red. A. N. Azriliyan. – 7-e izd., dop. – M.: In-t novoy ekonomiki, 2007. – 1472 s.
3. Kosachev, V.I. Teoreticheskie aspekty integracii organizacij / V.I. Kosachev // Vestnik TISBI. – 2006. – № 2. – S. 17–23.
4. Minakov, I.A. Kooperaciya i agropromyshlennaya integraciya v APK: uchebnik / I.A. Minakov. – M.: KolosS, 2007. – 264 s.
5. Oxford Advanced Learner's Dictionary of Current English / ed. by A.S. Hornby. – 8th edition. – Oxford: Oxford University Press, 2010. – 1952 p.
6. Kireev, A.P. Mezhdunarodnaya ekonomika: v 2 ch. / A.P. Kireev. – M.: Mezhdunarodnye otnosheniya, 1997. – CH. 1. – 416 s.
7. Neprinceva, E. Vertikal'naya integraciya: stimuli i preimushchestva / E. Neprinceva // Upravlenie kompaniej. – 2006. – № 7. – S. 73–76.
8. Belyaeva, I.YU. Kapital finansovo-promyshlennykh korporativnykh struktur: teoriya i praktika / I.YU. Belyaeva, M.A. EHskindarov. – M.: INFRA-M, 2001. – 399 s.
9. Ushachev, I.G. Rol' i mesto sel'skogo hozyajstva v ekonomike Rossii / I.G. Ushachev // APK: ekonomika, upravlenie. – 2005. – № 5. – S. 24–32.
10. Prognoz nauchno-tehnologicheskogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa Rossijskoj Federacii na period do 2030 g. / NIU VSHEH. – M., 2017. – URL: <https://www.hse.ru/data/2017/02/06/1167349282/> (Prognoz%20nauchno-tehnicheskoj%20sfery.pdf (data obrashcheniya: 20.09.2017).
11. EHkonomika otrassej APK / I.A. Minakov, N.I. Kulikov, O.V. Sokolov i dr.; pod red. I.A. Minakova. – M.: Koloss, 2004. – 464 s.
12. Perru, F. EHkonomicheskoe prostranstvo: teoriya i prilozhenie / F. Perru // Prostranstvennaya ekonomika. – 2007. – № 4. – S. 77–93.
13. Zakirova, EH.R. Investiccionnaya politika promyshlennykh predpriyatiy: formirovanie i analiz / EH.R. Zakirova, K.V. Rostovcev, O.A. Bojtush // Vestnik Astrahanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: EHkonomika. – 2016. – № 3. – S. 14–25.
14. Medvedev: investicii v APK v 2016 godu vyrosli na 14. – URL: [http://milknews.ru/index/novosti-moloko\\_10983.html](http://milknews.ru/index/novosti-moloko_10983.html) (data obrashcheniya: 20.09.2017).
15. 50 krupnejshih agrokompanij Rossii. – URL: <http://expert.ru/2016/10/3/50-krupnejshih-agrokompanij-rossii/> (data obrashcheniya: 20.09.2017).
16. Inostrancy stali bol'she vkladyvat' v sel'skoe hozyajstvo Rossii. – URL: <https://riafan.ru/577908-inostrancy-stali-bolshe-vkladyvat-v-selskoe-hozyaistvo-rossii> (data obrashcheniya: 20.09.2017).

**FMG**

[www.fmcrussia.com](http://www.fmcrussia.com)

На правах рекламы