

Оригинальная статья / Original article

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-87-95>
УДК: 635.64:631.527.56

А.В. Молчанова*, Л.В. Кривенков,
Е.В. Баранова, Т.Е. Шевченко, Д.С. Белоусов

Федеральное государственное бюджетное
научное учреждение «Федеральный
научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская область,
Одинцовский район,
п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14

*Автор для переписки: vovka_ks@rambler.ru

Вклад авторов: Молчанова А.В., Кривенков Л.В.:
концептуализация, методология, проведение исследова-
ния, анализ данных, создание рукописи и ее
редактирование. Баранова Е.В., Шевченко Т.Е.,
Белоусов Д.С.: ресурсы, проведение исследования,
анализ данных, создание черновика рукописи.

Конфликт интересов. Авторы заявляют
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Молчанова А.В., Кривенков Л.В.,
Баранова Е.В., Шевченко Т.Е., Белоусов Д.С.
Биохимический состав лука репчатого и шалота при
выгонке в зимне-весенний период. *Овощи России*.
2025;(2):87-95.
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-87-95>

Поступила в редакцию: 30.10.2024

Принята к печати: 11.12.2024

Опубликована: 15.04.2025

Anna V. Molchanova*, Leonid V. Krivenkov,
Elena V. Baranova, Tatiana E. Shevchenko,
Dmitry S. Belousov

Federal State Budgetary Scientific Institution
«Federal Scientific Vegetable Center» (FSBSI FSVC)
14, Selectionnaya str., VNISSOK,
Odintsovo district, Moscow region, Russia, 143072

*Correspondence Author: vovka_ks@rambler.ru

Authors' Contribution: Molchanova A.V., Krivenkov
L.V.: conceptualization, Methodology, writing – original
draft, writing – review & editing. Baranova E.V.,
Shevchenko T.E., Belousov D.S.: resources, conducting
research, writing – original draft.

Conflict of interests. The authors declare that there is
no conflict of interests.

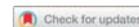
For citation: Molchanova A.V., Krivenkov L.V.,
Baranova E.V., Shevchenko T.E., Belousov D.S.
Biochemical composition of onions and shallot when
grown in winter-spring period. *Vegetable crops of
Russia*. 2025;(2):87-95. (In Russ.)
<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2025-2-87-95>

Received: 30.10.2024

Accepted for publication: 11.12.2024

Published: 15.04.2025

Биохимический состав лука репчатого и шалота при выгонке в зимне-весенний период



РЕЗЮМЕ

Актуальность. В зимний период к наиболее полезным овощам для человека относится надземная масса лука репчатого. Как выгоночная зеленая культура лук репчатый характеризуется высокой урожайностью, скороспелостью, обладает необходимыми для полноценного питания людей БАВ – витаминами, органическими кислотами, минеральными веществами и т.д. Целью наших исследований было оценить качество листьев лука репчатого и лука шалота селекции ФГБНУ ФНЦО при выгонке лука-выборка в зимне-весенний период.

Материал и методика. Материалом для исследования послужили сорта лука репчатого селекции ФГБНУ ФНЦО Золотничок, Черный принц, Мячковский 300, Розарио, Спутник и лук шалот сорт Каскад. Выгонку на зелень проводили в условиях остекленной зимней теплицы в феврале в рассадных ящиках с торфогрунтом «мостовым» методом. Для высадки использовали лук-выборку фракции 22,1-40,0 мм. Проведены измерения содержания сухого вещества, аскорбиновой кислоты, суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов и антиоксидантов в спиртовом экстракте, полифенолов в луковичах и фотосинтетических пигментов в листьях лука репчатого и шалота.

Результаты. Качественный анализ продукции на содержание в ней сухого вещества, моносахаров, суммы водорастворимых антиоксидантов, аскорбиновой кислоты показал, что максимальное содержание биохимические веществ отмечено в листьях лука шалота и превышало другие образцы в 1,3-2 раза. Содержание полифенолов и суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте, а также количество фотосинтетических пигментов различалось и зависело от образца.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

лук репчатый, шалот, аскорбиновая кислота, суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов, полифенолы, фотосинтетические пигменты

Biochemical composition of onions and shallots when grown in winter-spring period

ABSTRACT

Relevance. In winter, the most useful vegetable for humans is the leaves of onions. As a green crop, onion is characterized by high yield, early maturity, and possesses the necessary bioactive phytochemicals – vitamins, organic acids, minerals for the healthy benefit. The purpose of our research was to assess the quality of leaves of onion and shallot cultivars of onion breeding FSBSI FSVC in winter-spring season.

Material and Methods. The material for the study were onion cultivars Zolotnichok, Chorny Prints, Myachkovsky 300, Rosario, Sputnik and shallot cultivar Cascade. Planting for greens was carried out in a glazed winter greenhouse in February in seedling boxes with peat soil "bridge" method. For planting onions of 22,1-40,0 mm fraction were used. Biochemical parameters were analyzed: dry matter content, total content of water-soluble antioxidants and antioxidants in alcohol extract, polyphenols and photosynthetic pigments in the leaves of onions and shallot.

Results. Qualitative analysis of products for the content of dry matter, monosaccharides, sum of water-soluble antioxidants, ascorbic acid showed that the maximum content of biochemical substances was observed in shallot. The content of polyphenols and sum of antioxidants in the alcoholic extract, as well as the amount of photosynthetic pigments differed and depended on the sample.

KEYWORDS:

onion, shallot, ascorbic acid, total content of water-soluble antioxidants, polyphenols, photosynthetic pigments

Введение

Круглогодичное обеспечение населения свежими овощами имеет важное значение для здоровья людей. Ввиду сложных климатических условий России, когда вопрос получения свежей продукции стоит особенно остро, в осенне-зимне-весенний период широко используется защищённый грунт. Зеленные овощи, выращенные в условиях защищённого грунта в этот период, необходимы для полноценного питания людей, т. к. содержат витамины, органические кислоты, минеральные вещества и т.д. В зимний период к наиболее полезным овощам для человека относится и надземная масса лука репчатого. Зелёный лук выращивают как в открытом, так и защищённом грунте в весенний, поздний осенний и зимний периоды. Как выгоночная зеленная культура лук репчатый характеризуется высокой урожайностью и скороспелостью. Зелёные листья лука репчатого содержат до 30 мг% аскорбиновой кислоты, бета-каротин – 2 мг%, витамины В₁ (0,02), В₂ (0,1), РР (0,3), эфирные масла, придающие луку специфический вкус и запах, а также фитонциды, обуславливающие его бактерицидные свойства. Энергетическая ценность 19-22 Ккал на 100 г продукта [1, 2].

При выгонке зелёного лука используют, как правило, лук-выборок многозачатковых сортов с учетом периода его покоя, а также лук шалот [1, 3, 4, 5, 6]. Лук-выборок получают путем отбора мелкой фракции при товарном выращивании лука репчатого на луковичу, отбора крупной фракции при выращивании лука севка и путем высева семян с нормой 30-40 кг/га. Пригодность для выгонки зависит от сортовых свойств выборка.

С увеличением размера посадочного материала абсолютный урожай зелёного лука увеличивается, в то время как относительный урожай снижается [1].

Для выращивания используются различные легкие по составу субстраты [7].

Широко известно, что сортовые особенности оказывают значительное влияние на проявление различных хозяйственно ценных признаков и накопление биологически активных веществ [8, 9]. Оценка и выделение сортов, а также создание сортов и гибридов с заданными свойствами являются важной задачей для селекционеров [10].

Ряд обзоров посвящён производству и использованию луковых культур со многими аспектами науки о растениях, лежащими в основе технологий их производства и хранения, а также структуре растений, генетике и селекции, физиологии роста и развития, вредителям и болезням, агрономии производства, хранению после сбора урожая и биохимии вкуса, углеводов и цвета при хранении, а также тому, как это влияет на питание человека и его здоровье [11, 12, 13, 14].

Лук-шалот, *Allium ascolanicum* L., является одним из ведущих продуктов садоводства, который широко выращивают, например, в Индонезии. У четырёх сортов индонезийских луков-шалотов (*Bima Brebes*, *Biru Lancor*, *Saptosari* и *Filipin*) были проанализированы профили летучих компонентов с использованием твердофазной микроэкстракции (SPME)-газовой хроматографии-масс-спектрометрии (GCMS). Анализ GCMS выявил 104 типа летучих соединений, в которых основными летучими соединениями были дисульфиды, серосодержащие, тиофены и различные функциональные группы [15].

Показано, что в Эфиопии выращивание лука репчатого более популярно, чем лука шалота в связи с тем, что, по мнению потребителей, лук репчатый вкуснее, чем лук шалот [16].

В условиях лесостепи Приобья Алтайского края изучен биохимический состав 76 образцов лука репчатого различного географического происхождения и 4 сортов лука шалота. Из изученных образцов выделен ряд сортов, среди которых Одинцовец и Мячковский 300, в качестве генетических источников для селекции на повышение содержания сухого вещества, а у шалота – сорт Яшма [17, 18].

Цель наших исследований – оценить качество надземной массы лука репчатого и лука шалота сортов селекции ФГБНУ ФНЦО при выгонке из выборки в зимне-весенний период в условиях защищённого грунта.

Для этого были проведены биохимические анализы: содержание сухого вещества, аскорбиновой кислоты, суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов и антиоксидантов в спиртовом экстракте, полифенолов и фотосинтетических пигментов в надземной массе лука репчатого и лука шалота.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили сорта лука репчатого селекции ФГБНУ ФНЦО: Золотничок, Черный принц, Мячковский 300, Розарио, Спутник и лук шалот сорт Каскад в качестве сравнения (рис. 1, 2, 3, 4, 5, 6). Сорта лука репчатого – Мячковский 300, Золотничок и Спутник для исследования были предоставлены старшим научным сотрудником Лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ФГБНУ ФНЦО Логуновой Валентиной Владимировной.

Сорт Золотничок. Среднеспелый, период от полных всходов до массового полегания листьев 79-108 суток в зависимости от региона. Вкус полустрогий. Луковица округлая, массой 62 г. Сухие чешуи золотисто-жёлтые, число их 2-3, сочные – белые. Двух-, трехзачатковый. Товарная урожайность луковиц 32,9 т/га. Вызреваемость после дозревания 70-100%. Содержание сухого вещества 10,1-14,3 %, суммы сахаров 6,2-9,7%. Пригоден для хранения, среднеустойчив к перonosporozу.

Сорт Чёрный принц. Среднеспелый. Вкус полустрогий. Луковица округлая, массой 60-100 г. Сухие чешуи темно-фиолетовые, число их 3-4, сочные – белые со слабо-фиолетовым оттенком. Двух-, трехзачатковый. Товарная урожайность луковицы 15,3-38,0 т/га. Рекомендуются для получения луковицы в однолетней культуре из семян и двулетней из севка.

Сорт Мячковский 300. Раннеспелый, период от полных всходов до массового полегания листьев 90-119 суток. Вкус полустрогий. Луковица плоская и округло-плоская, массой 85-300 г. Сухие чешуи желтые, сочные – белые. Малозачатковый. Товарная урожайность 28,9 т/га. Вызреваемость луковиц перед уборкой 75-99%. Содержание сухого вещества 13-15%, общего сахара 11,6-12,3%. Пригоден для длительного хранения. Рекомендуются для выращивания на луковичу в однолетней культуре из семян и двулетней из севка. Отличается повышенной устойчивостью к ложной мучнистой росе.

Сорт Розарио. Среднеспелый, полустрогий, луковица округлая, массой 65-80 г. Розовые сухие чешуи, двух- и трехзачатковый, сочные – белые. Шейка от средней до толстой толщины. Товарная урожайность луковицы 210-440 ц/га. Вызреваемость перед уборкой 80%, после дозревания 98%. Рекомендуются для получения луковицы в однолетней культуре из семян и двулетней из севка.

Сорт Спутник. Среднеспелый. Период от полных всходов до массового полегания листьев 95-106 суток (из семян). Вкус полуострый. Луковица от плоской до округло-плоской, массой 70-80 г. Сухие чешуи желтые, число их 2-3. Сочные чешуи белые. Двухзачатковый. Товарная урожайность луковицы в однолетней культуре 22,8-36,6 т/га. Вызреваемость лука перед уборкой 70-100%, после дозаривания – 90-100%. Содержание сухого вещества 15,7%, суммы сахаров 10,1%. Обладает хорошей лежкостью, повышенной устойчивостью к пероноспорозу.

Лук шалот сорт Каскад. Раннеспелый. Вкус острый. Луковица широкояйцевидная, массой 35 г, плотная. Сочные чешуи белые, с оттенком розового, сухие чешуи розовые. Многозачатковый. Содержание сухого вещества 14,8-15,3%, суммы сахаров 11-12%. Товарная урожайность луковицы 1,6-1,8 кг/м². Вызреваемость лука после дозаривания – 100%. Хранится в течение 7 месяцев. Ценность сорта: раннеспелость, высокая вызреваемость и лёжкость.

Опыт заложен в 4-х кратной повторности в рассадных ящиках 40x60 см с торфогрунтом, на основе нейтрализованного верхового торфа с комплексным удобрением, слоем 10 см. Посадку проводили в 2019-2020 годах в условиях защищённого грунта (остекленная теплица) 6 февраля с температурным режимом ночью 20°C, днем 24°C. После обильного полива проводили высадку лука-выборка одной фракции 22,1-40,0 мм [19] «мостовым» методом из расчета 530 луковиц на 1 м². Уход заключался в поддержании влажности почвы, а за 2 суток до уборки полив прекращали. Уборка и учет урожая – 28 февраля [20].

В Лабораторно-аналитическом отделе был изучен биохимический состав надземной массы и луковиц выборка лука репчатого и лука шалота по следующим показателям: определение суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов – по методу Максимовой и др., [21], стандартом являлись аскорбиновая и галловая кислоты (АК и ГК); содержание аскорбиновой кислоты – по методике Сапожниковой, Дорофеевой [22]. Содержание сухого веще-



Рис. 1. Лук репчатый сорт Золотничок
Fig. 1. Onion cv. Zolotnichok



Рис. 2. Лук репчатый сорт Чёрный принц
Fig. 2. Onion cv. Chornyy Prints



Рис. 3. Лук репчатый сорт Мячковский 300
Fig. 3. Onion cv. Myachkovsky 300



Рис. 4. Лук репчатый сорт Розарио
Fig. 4. Onion cv. Rosario



Рис. 5. Лук репчатый сорт Спутник
Fig. 5. Onion cv. Sputnik



Рис. 6. Лук шалот сорт Каскад
Fig. 6. Shallot cv. Cascade

Рис. 1-6. Сорта лука репчатого и лука шалота селекции ФГБНУ ФНЦО
Fig. 1-6. Onion and shallot cv. of FSBSI FSVC breeding

ства устанавливали методом высушивания навески до постоянного веса при температуре 70 °С в течение 72 часов [23], содержание моносахаров анализировали цианидным методом (Сабуровой, Копериной) [24].

Определение суммарного содержания антиоксидантов в спиртовом экстракте устанавливали по методу [22] титрованием 0.01 N раствора KMnO4 этанольным (сухой материал) экстрактом образцов. Восстановление KMnO4 до бесцветного Mn²⁺ в этой реакции отражает количество антиоксидантов, растворенных в 70 % этаноле. Результаты выражали в мг-эквивалентах галловой кислоты/г с.м. [22]. В качестве стандарта использовали галловую кислоту [25].

Определение суммарного содержания водорастворимых антиоксидантов и антиоксидантов в спиртовом экстракте устанавливали по методу [22] титрованием 0.01 N раствора KMnO4 водным (сырой материал) и этанольным (сухой материал) экстрактами образцов. Восстановление KMnO4 до бесцветного Mn²⁺ в этой реакции отражает количество антиоксидантов, растворенных в 70 % этаноле и дистиллированной воде. Результаты выражали в мг-эквивалентах галловой кислоты/г с.м. [22]. В качестве стандарта использовали галловую кислоту [25].

Для определения содержания хлорофиллов а и b, а также суммы каротиноидов брали навески каждого образца, экстрагировали 96%-ным этанолом и результат определяли на спектрофотометре с использованием методики Lichtenthaler et al. (1987) [26].

При проведении исследований отбирали среднюю пробу материала в четырехкратной повторности. Разделение средних проводили с помощью теста множественного ряда Дункана, с учетом уровня вероятности 0,05, с использованием программного обеспечения SPSS версии 27. Результатом теста является набор подмножеств средних, где в каждом подмножестве средства признаны не отличающимися друг от друга значимо.

Множественный интервальный тест Дункана использует распределение ступенчатого интервала для определения критических значений при сравнении средних. Различные сравнения между средними могут отличаться по уровню значимости – поскольку уровень значимости зависит от размера подмножества рассматриваемых средних. Тест множественного интервала Дункана (DMRT) – это тест post hoc для измерения конкретных различий между парами средних [27].

Результаты и дискуссия

После уборки урожая был проведен качественный анализ листьев лука репчатого и лука шалота на содержание в ней сухого вещества, моносахаров, суммы водорастворимых антиоксидантов, аскорбиновой кислоты, полифенолов и суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте, содержание фотосинтетических пигментов, а также анализ лукович на содержание сухого вещества, полифенолов и суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте.

Проведённые биохимические анализы показали, что наибольшее содержание как моносахаров, так и сухого вещества было отмечено в надземной массе лука-шалота (1,48% и 7,37 % соответственно) и достоверно превышало этот параметр в образцах лука репчатого сорта Мячковский 300. Несмотря на то, что в надземной массе сорта Мячковский 300 было в 1,8 и 1,5 раза ниже содержание как моносахаров, так и сухого вещества по сравнению с другими сортами, статистически достоверных отличий по этим параметрам

выявлено не было (рис. 7). Необходимо отметить, что содержание сухого вещества в надземной массе как сортов лука репчатого, так и у лука шалота, выращенных в условиях защищённого грунта (4,80% ... 7,37%) достоверно ниже, чем в тех образцах, которые выращены в условиях открытого грунта. Так, в литературе показано, что в надземной массе гибридов *Allium cepa* L. x *Allium nutans* L. процент сухого вещества составляет от 9,3% до 12,7 % [28]. Тогда как у листьев многолетних луков содержание сухого вещества было от 9,5% до 21,4%, что в 1,5-4 раза превышало полученные нами данные [29].

Рассчитанный нами коэффициент корреляции (R=0,79) показал высокую взаимосвязь между этими двумя параметрами в надземной массе луков репчатого и шалота (рис. 8).

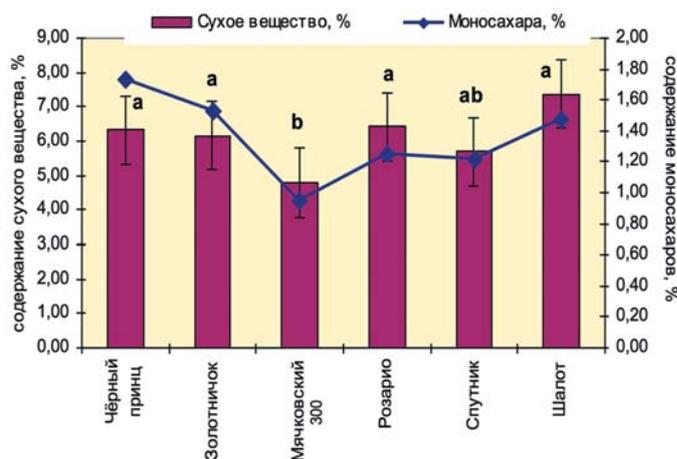


Рис. 7. Содержание сухого вещества и моносахаров в надземной массе лука репчатого и шалота. Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0,05$
 Fig. 7. Dry matter and monosaccharides content in the aboveground mass of onion and shallot. Values with the same letters are not statistically different according to Duncan's test at $p < 0.05$

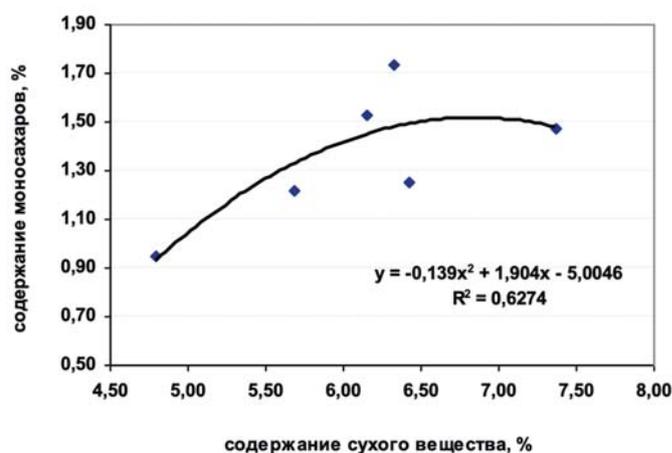


Рис. 8. Корреляционная зависимость между содержанием сухого вещества и моносахаров в надземной массе лука репчатого и шалота ($R=0,79$; при $p < 0,05$)
 Fig. 8. Correlation relationship between dry matter and monosaccharides content in the shoot mass of onion and shallot ($R=0,79$; at $p < 0.05$)

В России листья лука являются основным видом овощной зелени, особенно в ранне-весенний период и, согласно литературным данным, надземная масса многолетних видов лука содержит значительное количество аскорбиновой кислоты – до 97 мг% [30]. Кроме того, этими же авторами проанализировано содержание микроэлементов, селена

и калия в листьях луков и показаны значительные различия по их содержанию [30, 31, 32]. Поэтому, нами было определено содержание аскорбиновой кислоты и суммы водорастворимых антиоксидантов в надземной массе луков. И если содержание аскорбиновой кислоты во всех образцах было сравнимо (0,18-0,26 мг/г) и статистически достоверно не различалось, то содержание суммы водорастворимых антиоксидантов было максимальным в надземной массе лука шалота – 21,27 мг-экв Ас/1г и в 1,6 и 2,9 раза превышала этот параметр у других образцов (рис. 9).

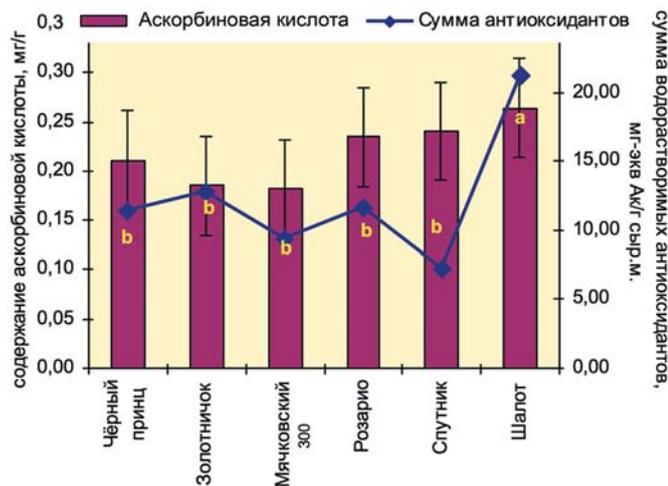


Рис. 9. Содержание аскорбиновой кислоты и суммы водорастворимых антиоксидантов в надземной массе лука репчатого и лука шалота. Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0,05$
 Fig. 9. Content of ascorbic acid and the sum of water-soluble antioxidants in the shoot mass of onion and shallot. Values with the same letters are not statistically different according to Duncan's test at $p < 0.05$

Содержание аскорбиновой кислоты в таких же пределах – от 15,8 мг% до 28,6 мг% – было выявлено авторами при изучении надземной массы гибридов лука [28]. Только лишь у стандартного образца *Allium nutans* L. было отмечено 51,7 мг% аскорбиновой кислоты в надземной массе, что существенно (в 2-3 раза) превышает наши результаты. По суммарному содержанию водорастворимых антиоксидантов в надземной массе гибридов выявлено от 15,3 до 24,4 мг-экв Ас/г, что статистически достоверно превышала полученные нами данные в 2-3

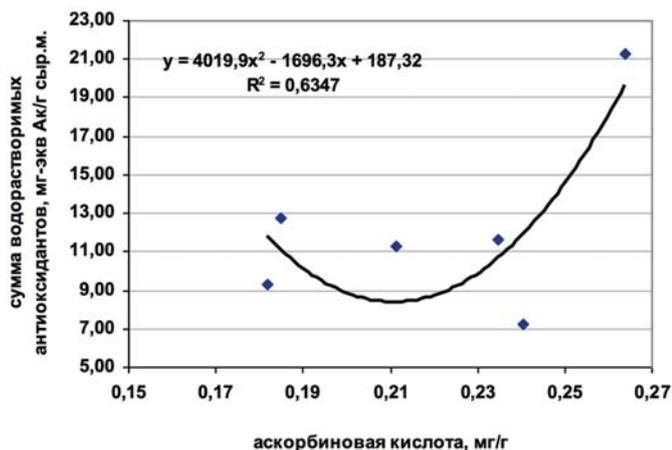


Рис. 10. Корреляционная зависимость между содержанием аскорбиновой кислоты и суммарным содержанием водорастворимых антиоксидантов ($R=0,80$; при $p < 0,05$)
 Fig. 10. Correlation between ascorbic acid content and total water-soluble antioxidants content ($R=0.80$; at $p < 0.05$)

раза, за исключением этого показателя у лука шалота [28].

При этом рассчитанный коэффициент корреляции между этими двумя параметрами был так же высоким – $R=0,80$ (рис. 10). Это обусловлено тем, что аскорбиновая кислота является одним из составляющих компонентом суммы водорастворимых антиоксидантов, при изменении одного фактора меняется и вся сумма.

Корреляционный анализ между изученными биохимическими параметрами показал наличие высокой взаимосвязи между количеством сухого вещества и другими параметрами. Связано это с тем, на наш взгляд, что надземная масса луков во время весенней выгонки активно нарастает, синтезирует и накапливает биологически активные вещества (табл. 1).

Таблица 1. Корреляционные связи между биохимическими показателями в листьях лука
 Table 1. Correlations between biochemical parameters in onions leaves

	Сухое вещество	Аскорбиновая кислота	Суммарное содержание водорастворимых АО	Моносахара
Сухое вещество	1			
Аскорбиновая кислота	0,70	1		
Суммарное содержание водорастворимых АО	0,82	0,49	1	
Моносахара	0,68	0,15	0,42	1

Помимо содержания водорастворимых антиоксидантов нами было изучено содержание полифенолов и суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте в надземной массе луков. Наибольшее содержание суммы антиоксидантов отмечено в

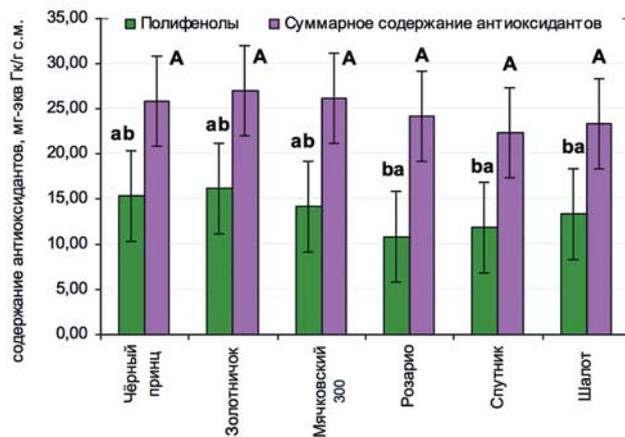


Рис. 11. Содержание полифенолов и суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте в надземной массе лука репчатого и лука шалота. Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при $p < 0,05$
 Fig. 11. Content of polyphenols and sum of antioxidants in alcohol extract in the shoot mass of onion and shallot. Values with the same letters are not statistically different according to Duncan's test at $p < 0.05$

листьях сортов Чёрный принц, Золотничок и Мячковский 300 (25,78-27,08 мг-экв Гк/г сух. м.), тогда как у сортов Розарио и Спутник, и лука шалота показана тенденция к снижению содержания антиоксидантов (22,32 мг-экв Гк/г сух. м.). По содержанию полифенолов статистически достоверных различий между вариантами опыта не было отмечено и все результаты были в пределах 10,79-16,12 мг-экв Гк/г сух. м. (рис. 11).

На примере надземной массы многолетних луков авторами [29] показано, что содержание полифенолов и антиоксидантов составляет от 2,06 до 8,5 мг-экв Гк/г сух.м. и от 1,5 до 6,4 мг-экв Гк/г сух.м. соответственно. Эти данные достоверно ниже полученных нами результатов по содержанию антиоксидантов в спиртовом экстракте в надземной массе сортов лука репчатого и лука шалота. Рассчитан высокий коэффициент корреляции между содержанием полифенолов и суммой антиоксидантов в спиртовом экстракте – R=0,85 (рис. 12).

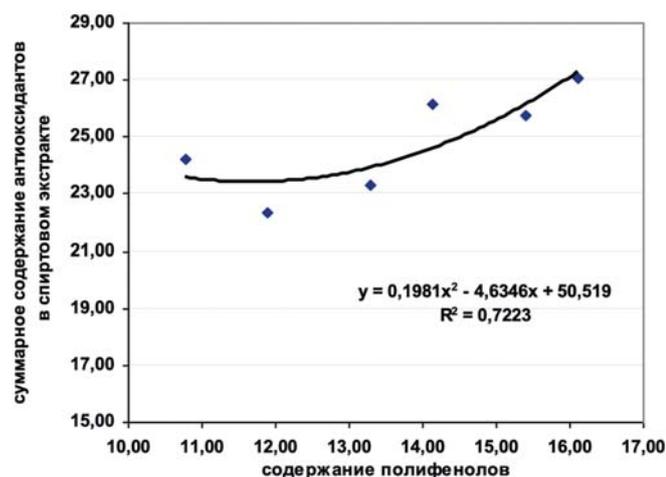


Рис. 12. Корреляционная зависимость между содержанием полифенолов и суммой антиоксидантов в спиртовом экстракте в надземной массе лука репчатого и лука шалота (R=0,85; при p<0,01)

Fig. 12. Correlation relationship between the content of polyphenols and the sum of antioxidants in the alcoholic extract in the leaves of onion and shallot (R=0.85; at p<0.01)

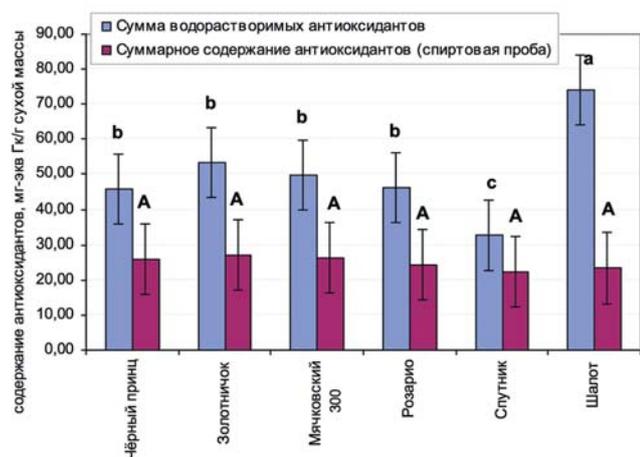


Рис. 13. Суммарное содержание водорастворимых антиоксидантов (в пересчёте на сухую массу) и суммарное содержание антиоксидантов в спиртовом экстракте в листьях лука репчатого и лука шалота. Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при p<0,05

Fig. 13. Total content of water-soluble antioxidants (in terms of dry weight) and total antioxidant content in alcohol extract in the leaves of onion and shallot. Values with the same letters are not statistically different according to Duncan's test at p<0.05

Мы сравнили данные по содержанию водорастворимых антиоксидантов (в пересчёте на сухую массу) и сумму антиоксидантов в спиртовом экстракте (рис. 13). Содержание полифенолов в надземной массе луков в пересчёте на сухую массу было сравнимо между образцами, тогда как по сумме водорастворимых антиоксидантов было показано превышение данного параметра в надземной массе лука шалота сорта Каскад в 1,5-2 раза.

Коэффициент корреляции между двумя параметрами содержания антиоксидантов в различных экстрактах был высоким – R=0,91 (рис. 14).

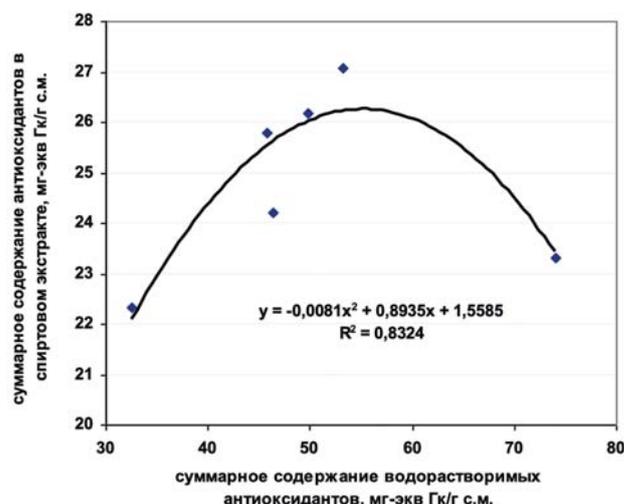


Рис. 14. Корреляционная зависимость между суммарным содержанием водорастворимых антиоксидантов и суммарным содержанием антиоксидантов в спиртовом экстракте (R=0,91; при p<0,002)

Fig. 14. Correlation relationship between total water-soluble antioxidants and total antioxidants in alcohol extract (R=0.91; at p<0.002)

В проанализированной нами надземной массе лука репчатого и лука шалота по содержанию фотосинтетических пигментов было выявлено, что максимальное количество хлорофилла а отмечено у сорта Спутник (0,87 мг/г), что в 1,2-1,6 раза превышает другие варианты опыта (рис. 15). В других сортах этот показатель составлял от 0,54 мг/г до 0,70 мг/г. На луках многолетних также было выявлено, что содержание хлорофилла а у разных видов различалось и составляло от 0,33 мг/г

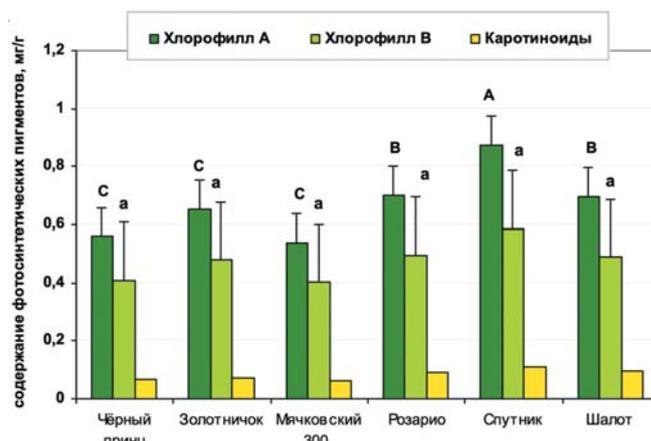


Рис. 15. Содержание фотосинтетических пигментов в листьях лука репчатого и лука шалота.

Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при p< 0,05

Fig. 15. Photosynthetic pigments content in the leaves of onion and shallot. Values with the same letters are not statistically different according to Duncan's test at p<0.05

(у вида *A. oreophilum* L.) до 0,96 мг/г (у вида *A. ursinum* L.), а хлорофилла b 0,21 мг/г (также у вида *A. oreophilum* L.) до 0,73 мг/г (у вида *A. ursinum* L.), что в свою очередь коррелирует с полученными нами данными [29].

Коэффициенты корреляции между содержанием хлорофилла a, b и каротиноидов были высокими – от 0,90 до 0,99 (табл. 2).

Таблица 2. Корреляционные связи между содержанием фотосинтетических пигментов в листьях сортов лука репчатого и лука шалота
Table 2. Correlations between the content of photosynthetic pigments in the leaves of onion and shallot cultivars

	Хлорофилл a	Хлорофилл b	Каротиноиды
Хлорофилл a	1		
Хлорофилл b	0,99	1	
Каротиноиды	0,93	0,90	1

Помимо исследований надземной массы лука репчатого и лука шалота, нами был проведён качественный анализ луковок – содержание сухого вещества, суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте и содержание полифенолов.

Достоверных различий по содержанию сухого вещества в луковцах отмечено не было (рис. 16). Лишь у сорта Мячковский 300 было показано снижение содержания данного параметра в 1,3 раза по сравнению с другими сортами.

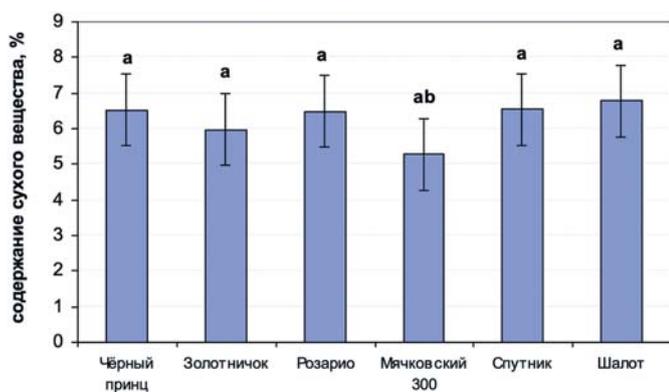


Рис. 16. Содержание сухого вещества в луковцах лука репчатого и шалота при выращивании на зелёную массу.
Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при p<0,05.
Fig. 16. Dry matter content in onion and shallot bulbs when grown for green mass.
Values with the same letters are not statistically different according to Duncan's test at p<0.05.

Суммарное содержание антиоксидантов в луковцах было сравнимо и составляло в пределах 27,65...33,10 мг-экв Гк/г сух. м. Тогда как у двух сортов – Чёрный принц и Спутник в 1,3 раза и 1,7 раза было статистически достоверно ниже по сравнению с другими сортами (рис. 17).

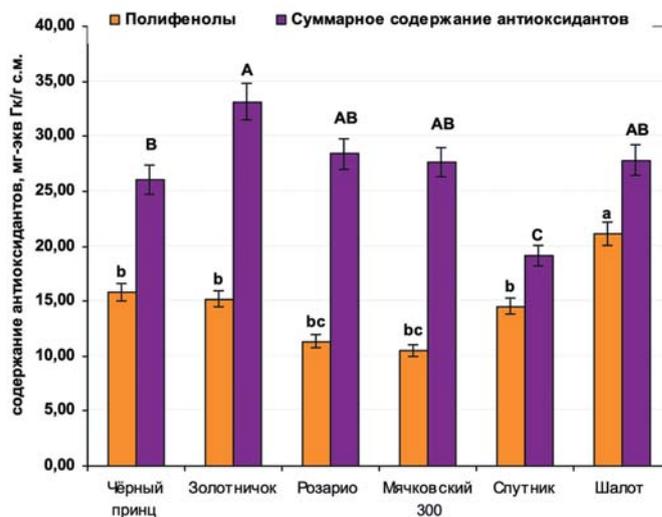


Рис. 17. Содержание полифенолов и суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте в луковце лука репчатого и лука шалота.
Значения с одинаковыми буквами статистически не различаются согласно тесту Дункана при p<0,05.
Fig. 17. Content of polyphenols and sum of antioxidants in alcohol extract in onion bulb of onion and shallot.
Values with the same letters are not statistically different according to Duncan's test at p<0.05.

По содержанию полифенолов наибольшее значение было выявлено у луковки лука шалота сорта Каскад – 21,19 мг-экв Гк/г, что в 1,9-2 раза выше показателя у сортов Розарио и Мячковский 300 (11,33 и 10,55 мг-экв Гк/г сух.м. соответственно). При этом корреляционная зависимость между этими параметрами была низкой – R=0,18.

Полученные нами данные о различных корреляционных взаимосвязях возможно объясняется тем, что ряд генов, связанных с углеводным обменом лука, метаболизмом серы и развитием луковки, имеют различную тканеспецифическую экспрессию [33, 34]. В работе Cheng et al, 2021 [33] представлены подробные пространственные и временные эксперименты по развитию надземной массы луков, которые описывают экспрессию генов в тканях листьев и луковок во время развития длиннодневных сортов в условиях длинного и короткого дня.

Заключение

В надземной массе лука шалота сорта Каскад отмечено максимальное содержание сухого вещества – 7,37% (в 1,3-1,5 раза) и суммы водорастворимых антиоксидантов – 21,12 мг-экв Ак/1 г сыр. м. (в 2 раза по сравнению с другими сортами). Наибольшее содержание полифенолов и суммы антиоксидантов в спиртовом экстракте было отмечено в надземной массе сорта Золотничок – 16,12 мг-экв Гк/1 г сыр. м. и 27,08 мг-экв Гк/1 г сыр. м., а лук репчатый сорт Спутник был выделен по наибольшему количеству фотосинтетических пигментов в надземной массе.

• Литература

1. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М. 2001. 500 с.
2. Солдатенко А.В., Борисов В.А. Экологическое овощеводство. М., ФГБНУ ФНЦО. 2022. 504 с. ISBN 978-5-901695-88-3. <https://elibrary.ru/HBRGMW>
3. Doppelt K.V., Yurina A.V. Сортоизучение лука шалота при выгонке на зелень. Молодежь и наука. 2016;(5):56. <https://elibrary.ru/WYJHNN>
4. Середин Т.М., Шумилина В.В., Агафонов А.Ф., Жаркова С.В., Сузан В.Г., Мотов В.М., Дубова М.В., Кривенков Л.В., Баранова Е.В., Шевченко Т.Е. Выращивание лука шалота в условиях Нечерноземья и на Юге Западной Сибири. Омск. 2019. 44 с. <https://elibrary.ru/ZYHCQH>
5. Марчева М.М., Середин Т.М., Бочарова М.А. Выгоночная культура лука шалота (*Allium ascalonicum* L.). В сборнике: Растениеводство и луговое хозяйство. Сборник статей Всероссийской научной конференции с международным участием. 2020. С. 392-393. <https://elibrary.ru/FZVVUE>
6. Кудряшова Л.В., Лабузина Л.Н., Петрова А.Ю. Выгонка сортов лука шалота на перо в зимне-весеннее время. *Актуальные вопросы совершенствования технологии производства и переработки продукции сельского хозяйства*. 2021;(23):78-81. <https://elibrary.ru/CTWPOY>
7. Смирягин В.В. Выращивание лука на перо на различных субстратах в теплице индивидуального сектора. *Вестник ТГУ*. 2013;18(4):1285-1287. <https://elibrary.ru/QBBRKT>
8. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Антошкина М.С., Агафонов А.Ф., Надежкин С.М. Сортовые различия в аккумуляции биологически активных соединений луком репчатым *Allium cepa* L. *Вестник российской сельскохозяйственной науки*. 2016;(2):51-54. <https://elibrary.ru/WZBNKD>
9. Кривенков Л.В., Логунова В.В., Молчанова А.В., Баранова Е.В., Середин Т.М. Сортовое разнообразие лука репчатого по стабильности содержания сухого вещества в продукции. *Доклады ТСХА*. 2020;292(V):354-356.
10. Кривенков Л.В., Агафонов А.Ф., Логунова В.В., Середин Т.М. Состояние и основные направления селекции луковых культур ФГБНУ ФНЦО. *Овощи России*. 2021;(3):24-28. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28>
11. Golubkina N.A., Caruso G. Nutritional Composition, Health Benefits and Antioxidant Properties of Onion. *Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables*. 1st Edition Paperback Academic Press 1st September; 2018. ISBN: 9780128127803.
12. Romo-Pérez M.L., Weinert C.H., Egert B., Franzisky B.L., Kulling S.E., Zöhr C. Sodium accumulation has minimal effect on metabolite profile of onion bulbs. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2021;(168):423-431. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.10.031>
13. Chakraborty A.J., Uddin T.M., Zidan B.M.R.M., Mitra S., Das R., Nainu F., Dhama K., Roy A., Hossain Md. J., Khusro A., Emran T. B. *Allium cepa*: A Treasure of Bioactive Phytochemicals with Prospective Health Benefits. Hindawi. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2022. ID 4586318.27 <https://doi.org/10.1155/2022/4586318>
14. Geisseler D., Ortiz R.S., Diaz J. Nitrogen nutrition and fertilization of onions (*Allium cepa* L.) – A literature review. *Scientia Horticulturae*. 2022;(291):110591. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110591>
15. Indrasari S.D, Arofah D., Kristantini K., Sudarmaji, Handoko D.D. Volatile compounds profile of some Indonesian shallot varieties. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 2021;(746):012009 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/746/1/012009>
16. Berhanu M.A., Berhany G.A. Constraints of onion (*Allium cepa* L.) yield production and food preference to shallot (*Allium ascalonicum* L.) in the Case of Bibugn Woreda, Amhara Regional State, Ethiopia. *Food Science and Quality Management*. 2014;(21):41-45.
17. Столбова Т.М. Биохимические показатели луковичек лука репчатого в условиях юга Западной Сибири. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2018;7(165):16-19. <https://www.elibrary.ru/yqxad>
18. Столбова Т.М., Малыгина О.В., Шишкина Е.В., Жаркова С.В. Влияние условий выращивания на качественные показатели сортов лука шалота. *Международный журнал гуманитарных и естественных наук*. 2019;(3-1):135-137. <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2019-10637> <https://elibrary.ru/UCAONV>

19. ГОСТ 30088-93 Лук-севок и лук-выборок. Посевные качества. Общие технические условия. 1995.13.
20. Агафонов А.Ф. Разработка сортовой агротехники при выращивании лука-шалота и выгонке его на зелень в открытом и защищенном грунте. 1984. 240 с.
21. Максимова Т.В., Никулина И.Н., Пахомов В.П., Шкарина Е.И., Чумакова З.В., Арзамасцев А.П. Способ определения антиоксидантной активности. Описание изобретения к патенту Российской Федерации. М. 2001. Пат. РФ 2170930 С1.
22. Голубкина Н.А., Кекина Е.Г., Молчанова А.В., Антошкина М.С., Надежкин С.М., Солдатенко А.В. Антиоксиданты растений и методы их определения. 2020; *Серия Научная мысль*. 181. ISBN 978-5-16-015666-8. <https://doi.org/10.12737/1045420>. <https://elibrary.ru/VTGIGM>
23. ГОСТ 31-640-2012. Корма. Методы определения содержания сухого вещества. М.: Стандартинформ. 2020. 12 с.
24. Определение сахаров в овощах, ягодах и плодах. Цианидный метод определения сахаров в растениях. Практикум по агрохимии, под ред. Кидина В.В. Москва, изд-во «Колос». 2008. С. 236-240.
25. Мисин В.М., Клименко И.В., Журавлева Т.С. О пригодности галловой кислоты в качестве стандартного образца состава антиоксиданта. *Компетентность*. 2014;7(118):46-51. <https://elibrary.ru/SNHHYF>
26. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology*. 1987;(148):350-382.
27. Glen S. "Duncan's Multiple Range Test (MRT)". *StatisticsHowTo.com: Elementary Statistics for the rest of us!* 2023. <https://www.statisticshowto.com/duncans-multiple-range-test/>
28. Романов В.С., Кан Л.Ю., Тимин Н.И., Домблидес 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. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-33-36> <https://elibrary.ru/XNBMSD>
29. Голубкина Н.А., Середин Т.М., Молчанова А.В., Кошелева О.В. Сравнительная оценка показателей антиоксидантной активности некоторых видов многолетних луков. *Овощи России*. 2018;(5):73-76. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-73-76> <https://elibrary.ru/YPELVV>
30. Агафонов А.Ф., Дудченко Н.С., Голубкина Н.А. Многолетние луки - пища и лекарство. *Овощи России*. 2009;(1):25-30. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2009-1-25-30> <https://elibrary.ru/OYCLFN>
31. Голубкина Н.А., Агафонов А.Ф., Дудченко Н.С. Накопление селена листьями многолетних луков. *Овощи России*. 2009;(2):26-28. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2009-2-26-28> <https://elibrary.ru/NLIDNT>
32. Голубкина Н.А., Агафонов А.Ф., Дудченко Н.С. Содержание микроэлементов в многолетних луках. *Гавриш*. 2009;(5):18-21. <https://elibrary.ru/LAMJZH>
33. Cheng W., Rashid H.A., Stark R., Thomas B. The role of organ – and daylength – specific gene expression in bulb development and resource management in onion (*Allium cepa* L.). *Scientia Horticulturae*. August 2021. V.28625. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110223>
34. Brahimi A., Landschoot S., Bekaert B., Hajji L., Hajji H., Audenaert K., Haesaert G., Mazouz H. Exploring the genetic and phenotypic diversity within and between onion (*Allium cepa* L.) ecotypes in Morocco. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 2022;(20):96. <https://doi.org/10.1186/s43141-022-00381-w>

• References

1. Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion crops. M. 2001. 500 p. (In Russ.)
2. Soldatenko A.V., Borisov V.A. Ecological vegetable growing. M., 2022. 504 p. ISBN 978-5-901695-88-3. (In Russ.) <https://elibrary.ru/HBRGMW>
3. Doppelt K.V., Yurina A.V. Growing green onions on the greens. *Molodezh i nauka*. 2016;(5):56. (In Russ.) <https://elibrary.ru/WYJHNN>
4. Seredin T.M., Shumilina V.V., Agafonov A.F., Zharkova S.V., Suzan V.G., Mотов V.M., Dubova M.V., Krivenkov L.V., Baranova E.V., Shevchenko T.E. Growing shallots in the conditions of the Non-Black Earth Region and in the South of Western Siberia. Omsk. 2019. 44 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/ZYHCQH>
5. Marcheva M.M., Seredin T.M., Bocharova M.A. Outcrop culture of shallot onion (*Allium ascalonicum* L.). In the collection: Plant growing and meadow farming. Collection of articles of the All-Russian scientific conference with international participation. 2020. P.392-393. <https://elibrary.ru/FZVVUE>

6. Kudryashova L.V., Labuzina L.N., Petrova A.Yu. Burning of shallot onion varieties for feather in winter-spring time. *Actual issues of improving the technology of production and processing of agricultural products*. 2021;(23):78-81. (In Russ.) <https://elibrary.ru/CTWPOY>
7. Smiryagin V.V.. Growing onions for feather on different substrates in the greenhouse of the individual sector. *Tambov university reports. series: natural and technical sciences*. 2013;18(4):1285-1287. (In Russ.) <https://elibrary.ru/QBBRKT>
8. Golubkina N.A., Kekina Ye.G., Antoshkina M.S., Agafonov A.F., Nadezhkin S.M. Variety differences in accumulating biologically active combinations by common onion *Allium cepa* L. *Vestnik of the russian agricultural science*. 2016;(2):51-54. (In Russ.) <https://elibrary.ru/xdapsx>
9. Krivenkov L.V., Logunova V.V., Molchanova A.V., Baranova E.V., Seredin T.M. Varietal diversity of onion on the stability of dry matter content in products. *Reports of the TCAA*. 2020;292(V):354-356. (In Russ.)
10. Krivenkov L.V., Agafonov A.F., Logunova V.V., Seredin T.M. The state and main directions of onion crop breeding of FSBSI FSVС. *Vegetable crops of Russia*. 2021;(3):24-28. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2021-3-24-28> <https://elibrary.ru/APNHGR>
11. Golubkina N.A., Caruso G. Nutritional Composition, Health Benefits and Antioxidant Properties of Onion. Nutritional Composition and Antioxidant Properties of Fruits and Vegetables. 1st Edition Paperback Academic Press 1st September; 2018. ISBN: 9780128127803. (In Russ.)
12. Romo-Pérez M.L., Weinert C.H., Egert B., Franzisky B.L., Kulling S.E., Zörb C. Sodium accumulation has minimal effect on metabolite profile of onion bulbs. *Plant Physiology and Biochemistry*. 2021;(168):423-431. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2021.10.031>
13. Chakraborty A.J., Uddin T.M., Zidan B.M.R.M., Mitra S., Das R., Nainu F., Dhama K., Roy A., Hossain Md. J., Khusro A., Emran T. B. *Allium cepa*: A Treasure of Bioactive Phytochemicals with Prospective Health Benefits. *Hindawi. Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*. 2022. ID 4586318.27 <https://doi.org/10.1155/2022/4586318>
14. Geisseler D., Ortiz R.S., Diaz J. Nitrogen nutrition and fertilization of onions (*Allium cepa* L.) – A literature review. *Scientia Horticulturae*. 2022;(291):110591. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110591>
15. Indrasari S.D., Arofah D., Kristantini K., Sudarmaji, Handoko D.D. Volatile compounds profile of some Indonesian shallot varieties. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci*. 2021;(746):012009 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/746/1/012009>
16. Berhanu M.A., Berhany G.A. Constraints of onion (*Allium cepa* L.) yield production and food preference to shallot (*Allium ascalonicum* L.) in the Case of Bibugn Woreda, Amhara Regional State, Ethiopia. *Food Science and Quality Management*. 2014;(21):41-45.
17. Stolbova T.M. Biochemical indices of bulb onion in the south of West Siberia. *Bulletin of Altai State Agrarian University*. 2018;7(165):16-19. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/ylqxad>
18. Stolbova T.M., Malykhina O.V., Shishkina E.V., Zharkova S.V. Influence of growing conditions on qualitative indicators of shallot onion varieties. *International journal of humanities and natural sciences*. 2019;(3-1):135-137. (In Russ.) <https://doi.org/10.24411/2500-1000-2019-10637> <https://elibrary.ru/UCAONV>
19. GOST 30088-93. Onion-seed and chives. Sowing qualities. General technical conditions. 1995. 13 p. (In Russ.)
20. Agafonov A.F. Development of varietal agrotechnics in the cultivation of shallots and their greening in the open and protected ground. 1984. 240 p. (In Russ.)
21. Maximova T.V., Nikulina I.N., Pakhomov V.P., Shkarina E.I., Chumakova Z.V., Arzamastsev A.P. Method for determination of antioxidant activity. Description of the invention for the patent of the Russian Federation. M., 2021. RU2170930 C1. (In Russ.)
22. Golubkina N.A., Kekina E.G., Molchanova A.V., Antoshkina M.S., Nadezhkin S.M., Soldatenko A.V. Antioxidants of plants and methods for their determination. 2020. Infra-M, Moscow, Russia. 181 p. (In Russ.) ISBN 978-5-16-015666-8. <https://doi.org/10.12737/1045420> <https://www.elibrary.ru/VTGIGM>
23. Ermakov A.I., Arasimovich V.V., Yarosh N.P., Peruansky U.A., Lukovnikova G.A., Ikonnikova M.I. Methods of biochemical research. L., Agropromizdat. 1987. 430 p. (In Russ.)
24. Determination of sugars in vegetables, berries and fruits. Cyanide method of determination of sugars in plants. Practicum on agrochemistry, ed. by V.V. Kidin. Moscow, publishing house "Kolos". 2008. P. 236-240. (In Russ.)
25. Misin V.M., Klimenko I.V., Zhuravleva T.S. On the suitability of gallic acid as a standard for an antioxidant formulation. *Competence*. 2014;7(118):46-51. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/SNHHYF>
26. Lichtenthaler H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. *Methods in enzymology*. 1987;148:350-382.
27. Glen S. "Duncan's Multiple Range Test (MRT)". StatisticsHowTo.com: Elementary Statistics for the rest of us! 2023 <https://www.statisticshowto.com/duncans-multiple-range-test/>
28. Romanov V.S., Kan L.Yu., Timin N.I., Domblides 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.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2017-5-33-36> <https://www.elibrary.ru/XNBMSD>
29. Golubkina N.A., Seredin T.M., Molchanova A.V., Kosheleva O.V. Comparative evaluation of antioxidant activity in several perennial onion. *Vegetable crops of Russia*. 2018;(5):73-76. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2018-5-73-76> <https://www.elibrary.ru/YPELXV>
30. Agafonov A.F., Dudchenko N.S., Golubkina N.A. Perennial onion is a plant of nourishing and medicinal properties. *Vegetable crops of Russia*. 2009;(1):25-30. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2009-1-25-30> <https://www.elibrary.ru/OYCLFN>
31. Golubkina N.A., Agafonov A.F., Dudchenko N.S. Selenium accumulation in leaves of perennial onions. *Vegetable crops of Russia*. 2009;(2):26-28. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2009-2-26-28> <https://www.elibrary.ru/NLIDNT>
32. Golubkina N.A., Agafonov A.F., Dudchenko N.S. Content of trace elements in perennial onions. *Gavrish*. 2009;(5):18-21. (In Russ.) <https://www.elibrary.ru/LAMJZH>
33. Cheng W., Rashid H.A., Stark R., Thomas B. The role of organ – and daylength – specific gene expression in bulb development and resource management in onion (*Allium cepa* L.). *Scientia Horticulturae*. V.28625 August 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110223>
34. Brahim A., Landschoot S., Bekaert B., Hajji L., Hajji H., Audenaert K., Haesaert G., Mazouz H. Exploring the genetic and phenotypic diversity within and between onion (*Allium cepa* L.) ecotypes in Morocco. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 2022;(20):96. <https://doi.org/10.1186/s43141-022-00381-w>

Об авторах:

Анна Владимировна Молчанова – кандидат с.-х. наук, с.н.с. Лабораторно-аналитического отдела ФГБНУ ФНЦО, <https://orcid.org/0000-0002-7795-7463>; SPIN-код:4682-5853, автор для переписки, vovka_ks@rambler.ru

Леонид Викторович Кривенков – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник, лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>; SPIN-код:3572-2246, krivenkov76@mail.ru

Елена Викторовна Баранова – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, <https://orcid.org/0000-0002-6189-3661>; SPIN-код:1306-9966, elena-shevcovabaranova@mail.ru

Татьяна Егоровна Шевченко – н.с. лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, <https://orcid.org/0000-0001-6586-6129>; SPIN-код:2386-8407, shevchenko_te@mail.ru

Дмитрий Сергеевич Белоусов – аспирант лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ФГБНУ ФНЦО, dmitriybelousovrus@gmail.com

About the Authors:

Anna V. Molchanova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher of Analytical Department, <https://orcid.org/0000-0002-7795-7463>; SPIN-код:4682-5853, Corresponding Author, vovka_ks@rambler.ru

Leonid V. Krivenkov – Cand. Sci. (Agriculture), Leading Researcher, <https://orcid.org/0000-0001-8718-4508>; SPIN-код:3572-2246, krivenkov76@mail.ru

Elena V. Baranova – Cand. Sci. (Agriculture), Senior Researcher at the Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, <https://orcid.org/0000-0002-6189-3661>; SPIN-код:1306-9966, elena-shevcovabaranova@mail.ru

Tatiana E. Shevchenko – Researcher at the Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops, <https://orcid.org/0000-0001-6586-6129>; SPIN-код:2386-8407, shevchenko_te@mail.ru

Dmitry S. Belousov – postgraduate student of the Laboratory of Breeding and Seed Production of Onion Crops of FSBSI FSVС, dmitriybelousovrus@gmail.com.