

Краткое сообщение / Short communication

<https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-30-35>
УДК:635.21(089):631.526.32

Т.Э. Жигadlo*

Полярная опытная станция – Филиал ВИР,
Федеративный исследовательский центр
Всероссийский институт генетических ресур-
сов растений имени Н.И. Вавилова (ВИР)
184209, Россия, Апатиты, Мурманская
область, ул. Козлова, 2а

*Адрес для переписки: Hibinytanya@rambler.ru

Вклад автора: Т.Э. Жигadlo задумала и напи-
сала статью, прочитала и одобрила
окончательную рукопись.

Конфликт интересов. Автор заявляет
об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Жигadlo Т.Э. Разнообразие
сортов картофеля из Мировой коллекции ВИР
в северных условиях. *Овощи России*.
2024;(3):30-35. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-30-35>

Поступила в редакцию: 01.04.2024

Принята к печати: 23.04.2024

Опубликована: 27.05.2024

Tatyana E. Zhigadlo*

N.I. Vavilov All-Russian Institute
of Plant Genetic Resources,
Polar Experiment Station of VIR
2a Kozlova st., Apatity 184209, Russia

*Correspondence: Hibinytanya@rambler.ru

Author Contribution: T.E. Zhigadlo conceived and
wrote the paper. The author read and approved
the final manuscript.

Conflict of interest: The author declare that there is
not conflict of interest regarding the publication.

For citation: Zhigadlo T.E. A variety of potato culti-
vars from the VIR World Collection in northern con-
ditions. *Vegetable crops of Russia*. 2024;(3):30-35.
(In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2024-3-30-35>

Received: 01.04.2024

Accepted for publication: 23.04.2024

Published: 27.05.2024

Разнообразие сортов картофеля из Мировой коллекции ВИР в северных условиях



РЕЗЮМЕ

Актуальность. Картофель – одна из востребованных сельскохозяйственных культур в России. Уникальный химический состав характеризует картофель как ценный продукт питания в рационе населения. Одним из важных факторов повышения и стабильности урожайности картофеля является подбор оптимального сортимента для каждого региона РФ. Поэтому в производстве должны применяться сорта наиболее адаптированные к местным условиям произрастания. Мировая коллекция картофеля позволяет разрешать разнообразные вопросы современной селекции, таких как: скороспелость, устойчивость клубней к различным заболеваниям, качества семенного материала, адаптации к климатическим стрессам, истории и систематики. Изучение и оценка новых селекционных сортов картофеля даёт возможность выделить перспективный исходный материал для создания будущих сортов, пригодных для возделывания в северных районах страны.

Цель данного исследования – дать характеристику изученным образцам картофеля в условиях экстремального климата.

Материал и методика. В 2013-2023 годах на опытном поле филиала Полярная опытная станция ВИР по основным биологическим и хозяйственно-ценным признакам было изучено 543 образца картофеля из Мировой коллекции ВИР. Для всесторонней оценки сортов по основным хозяйственно-биологическим признакам провели фенологические наблюдения, учитывали урожай при ранней и окончательной уборке, включая структуру урожая. В полевых условиях и при хранении провели визуальную оценку заболеваний. В лабораторных условиях определяли крахмал. Все основные учёты выполнены согласно методике ВИР.

Результаты и обсуждение. За годы исследования выделено 15 сортов картофеля с лучшими характеристиками хозяйственно ценных признаков. По результатам окончательной уборки стабильную урожайность показали 6 сортов – Фаворит, Метеор, Текес, Северный, Гусар, Брусничка. Продуктивность этих сортов составила 1034-1409 г/куст.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:

фенологические фазы, сорта картофеля, Мировая коллекция картофеля, хозяйственно-ценные признаки, устойчивость к болезням

A variety of potato cultivars from the VIR World Collection in northern conditions

ABSTRACT

Relevance. Potatoes are one of the most popular agricultural crops in Russia. The unique chemical composition characterizes potatoes as a valuable food product in the diet of the population. One of the important factors for increasing and stable potato yields is the selection of the optimal assortment for each region of the Russian Federation. Therefore, the varieties most adapted to local growing conditions should be used in production. The world potato collection allows solving various issues of modern breeding, such as: early maturity, resistance of tubers to various diseases, seed quality, adaptation to climatic stresses, history and systematics. The study and evaluation of new potato breeding varieties makes it possible to identify promising source material for the creation of future varieties suitable for cultivation in the northern regions of the country. The purpose of this study is to characterize the studied potato samples in extreme climate conditions.

Material and methodology. In 2013-2023, 543 potato samples from the World Collection of VIR were studied at the experimental field of the Polar Experimental Station VIR branch according to the main biological and economically valuable characteristics. For a comprehensive assessment of the varieties according to the main economic and biological characteristics, phenological observations were carried out, the harvest was taken into account during early and final harvesting, including the structure of the crop. Visual assessment of diseases was carried out in the field and during storage. Starch was determined in the laboratory. All basic accounting is performed according to the VIR methodology.

Results and discussion. Over the years, 15 potato varieties with the best characteristics of economically valuable traits have been identified. According to the results of the final harvest, 6 varieties had a stable harvest – Favorit, Meteor, Tekes, Severny, Gusar, Lingonberry. The yield of these varieties was 1034-1409 g/bush.

KEYWORDS:

phenological phases, potato varieties, the World Potato Collection, economically valuable signs, disease resistance

Введение

Картофель – одна из востребованных сельскохозяйственных культур в России. Уникальный химический состав характеризует картофель как ценный продукт питания в рационе населения. В клубнях в зависимости от сорта и условий выращивания содержится от 8 до 29% крахмала и от 0,7 до 4,6% белка. В среднем 75% сырой массы клубней приходится на воду и 25% – на сухое вещество, четыре пятых которого – крахмал. Белки картофеля обладают высокой пищевой ценностью, так как содержат все восемь необходимых человеку незаменимых аминокислот. Картофель – важнейший источник витаминов и минеральных солей. При приёме с пищей 600 г картофеля в день организм человека получает полную суточную норму витаминов. Картофель широко используют в медицине, в косметической практике, кулинарии, в химической промышленности [1,2].

Мурманская область представляет собой северную границу возделываемых культурных растений в европейской части России. Почвенно-климатические условия этой территории имеют экстремальный характер и предъявляют жёсткие требования к биологическим особенностям выращиваемых культур. Они должны обладать широким диапазоном онтогенетической адаптивности и надёжности, обеспечивающим формирование стабильных урожаев на фоне сильных вариаций основных метеорологических факторов окружающей среды: света, температуры воздуха и атмосферных осадков [3].

Картофель вследствие своей пластичности неплохо адаптирован к условиям северного региона [4]. Одним из важных факторов повышения и стабильности урожайности картофеля является подбор оптимального сортимента для каждого региона РФ. Поэтому в производстве должны применяться сорта, наиболее адаптированные к местным условиям произрастания [5]. Также современный конкурентоспособный сорт картофеля должен обладать комплексом ценных признаков и свойств: устойчивостью к болезням и вредителям, показывать стабильную урожайность в годы с контрастными погодными условиями, быть пригодными к механизированной посадке и уборке, обладать хорошим товарным видом и отличными вкусовыми качествами [6]. Основным источником новых разнообразных сортов картофеля является Мировая коллекция генетических ресурсов растений ВИР. Мировая коллекция картофеля позволяет разрешать разнообразные вопросы современной селекции, таких как: скороспелость, устойчивость клубней к различным заболеваниям, качества семенного материала, адаптации к климатическим стрессам, истории и систематики.

Полярная опытная станция – филиал ВИР остаётся основным учреждением в Мурманской области по исследованию сельскохозяйственных культур в экстремальных климатических условиях. Основная задача филиала – поддержание и изучение сортов и гибридов картофеля из мирового сортимента. На данный момент поддерживается 3268 образцов. Из них 2481 образец селекционных сортов различного географического происхождения, 269 образцов культурных южноамериканских видов, и 518 меж-



Рис. 1. Клубни картофеля культурных южноамериканских видов

Fig. 1. Potato tubers of cultivated South American species



Рис. 2. Клубни картофеля во время пробной копки

Fig. 2. Potato tubers during the trial digging

сортовых гибридов. Коллекция поражает разнообразием клубней картофеля по окраске и форме (рис. 1 и 2). Изучение и оценка новых селекционных сортов картофеля даёт возможность выделить перспективный исходный материал для создания будущих сортов, пригодных для возделывания в северных районах страны.

Цель данного исследования – дать характеристику изученным образцам картофеля в условиях экстремального климата.

Материал и методика

В 2013-2023 годах на опытном поле Полярной опытной станции – филиала ВИР по основным биологическим и хозяйственно ценным признакам было изучено 543 сортообразца картофеля разных групп спелости из 19 стран мира. Из них нематодоустойчивых сортов было 122, образцов с цветной мякотью – 31. Закладка опыта проведена согласно общеизвестной полевой методике [7]. Агротехнику возделывания сортов картофеля применили согласно рекомендациям, принятым для Мурманской области [8].

В течение вегетационного периода проводили фенологические наблюдения за растениями (всходы, массовые всходы, бутонизация, цветение, массовое цветение, ягодообразование). В период цветения картофеля

провели визуальную оценку поражения растений вирусными и грибными заболеваниями. Хозяйственно ценные признаки картофеля (скороспелость, продуктивность, урожайность, товарность, содержание крахмала в клубнях) определяли согласно методике ВИР. Скороспелость определяли путем выкапывания двух кустов на 60 суток от посадки. Продуктивность учитывали после окончательной уборки, оценивая массу клубней с одного куста, число товарных клубней, среднюю массу товарного клубня, товарность клубней. Содержание крахмала в клубнях определяли по удельному весу путем их взвешивания в воде, с применением номограмм Эдгара и Назаренко. Урожайность, химический состав клубней, а также степень поражения вирусами и другими болезнями оценивали по 9-ти бальной шкале: от 1 до 9 баллов в сторону усиления признака, согласно «Методическим указаниям по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля» [9]. Также в период хранения определяли продолжительность биологического покоя клубней.

Погодные условия за период исследований были различными (табл.1). На основании ГТК (по Селянинову) [10] вегетационные периоды (июнь-август): 2013, 2018, 2019, 2023 были недостаточно влажными, 2015, 2016, 2017, 2021, 2022 характеризовались избыточным увлажнением.

Таблица 1. Метеорологические условия периода исследований
Table 1. Meteorological conditions of the research period

Показатель	Месяц	Годы наблюдений											Многолетняя
		2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	
Температура воздуха, °С	Июнь	14,2	9,2	10,1	11,2	8,3	10,5	10,2	11,3	10,3	12,6	11,3	10,5
	Июль	15,0	16,2	10,9	17,4	14,9	18,8	13,7	15,2	14,9	16,7	14,7	14,1
	Август	14,2	13,6	12,4	13,0	11,3	13,3	12,1	11,2	13,1	14,6	14,6	11,8
	За вегетацию	14,5	13,1	11,1	13,9	11,5	14,2	12,0	12,6	12,8	14,6	13,5	12,1
Сумма осадков, мм	Июнь	56,4	39,3	109,2	59,3	70,6	64,5	41,3	70,1	90,0	111,0	19,0	51,0
	Июль	44,8	53,2	81,8	99,9	85,0	18,9	19,7	76,6	38,0	140,0	49,0	64,0
	Август	52,5	65,5	49,7	136,2	123,4	32,1	71,8	73,5	111,0	64,0	100,0	64,0
	За вегетацию	153,7	158,0	240,7	295,4	279,0	115,5	132,8	220,2	239,0	315,0	168,0	179,0
ГТК за вегетацию		1,2	1,5	2,6	1,8	2,0	0,9	1,1	1,9	1,8	2,1	1,1	1,8

Результаты исследований

Произрастание картофеля на Севере имеет ряд особенностей, связанных с коротким периодом вегетации, недостаточной теплообеспеченностью и условиями Полярного дня [11]. Наступление фаз развития картофеля определяется метеорологическими параметрами года и биологией сорта. Фенологические наблюдения показали, что в среднем у сортов в течение 10 лет всходы наблюдали на 14 сутки от посадки, появление массовых всходов – на 19 сутки от посадки, фазу бутонизации отметили на 39 сутки, цветение и массовое цветение было зарегистрировано на 54 и 59 сутки соответственно. Из изученных образцов 25 характеризовались быстрым прохождением фенологических фаз. Это сорта Хибинский ранний (стандарт), Карлик 04, Вид-2, Тустеп, Вад, Ларец, Тамаша, Этюд, Уральский, Патриот, Фиолетовый, Манифест, Гейзер, Донецкий, Вершининский, Аринда, Регги, Северное сияние, Горняк, Аметист, Тирас, Вираз, Смак, Mrs. Moehrle, s, Roeslau. Из них только сорт Горняк превысил стандартный сорт по урожайности на момент пробной копки (табл. 2), что подтверждает данные исследователей, что по продолжительности фенофаз сорта нельзя судить о его скороспелости [12]. Стабильное образование ягод в годы изучения наблюдалось только у 9 сортообразцов: Ягодный 19, Табор, Хибинский ранний, Сеянец Степана, Степан, Муромец, ГК 17-7, ГК 17-2, Лина Кустаная.

Урожайность является основным показателем сорта, который контролируется генетически и зави-

сит от почвенно-климатических условий внешней среды [13]. За годы исследования по хозяйственно ценным признакам было выделено 15 лучших сортов, разного географического происхождения. Одним из важных хозяйственно ценных признаков в условиях Заполярья является раннеспелость. Оценку сортов на скороспелость проводили на 60 сутки от посадки. В качестве стандарта взят сорт местной селекции Хибинский ранний. Сорта Кормилица и Криница превысили стандарт по скороспелости (рис. 3, табл. 2).

Выделены сорта по раннеспелости в сочетании с продуктивностью – Белуха, Аллая роза, Малышок, Горняк, Ломоносовский, Валерий, Madeleine. По результатам окончательной уборки стабильную урожайность показали 6 сортов – Фаворит, Метеор, Текес, Северный, Гусар, Брусничка.

Биохимический состав клубней картофеля является важным показателем качества продукции. В условиях Мурманской области вследствие короткого вегетационного периода и низких температур воздуха и почвы клубни картофеля в поле не вызревают и содержат меньше сухого вещества, но больше сахаров, по сравнению с клубнями, выращенными в южных регионах [14]. Содержание крахмала определяли после окончательной уборки. Средняя крахмалистость по образцам варьировала в пределах: 9,0-17,4%. По содержанию крахмала были отмечены следующие сорта: Криница (17,2%) и Кормилица (17,4%).

Одной из причин вырождения картофеля в южных регионах страны является вирусные заболевания

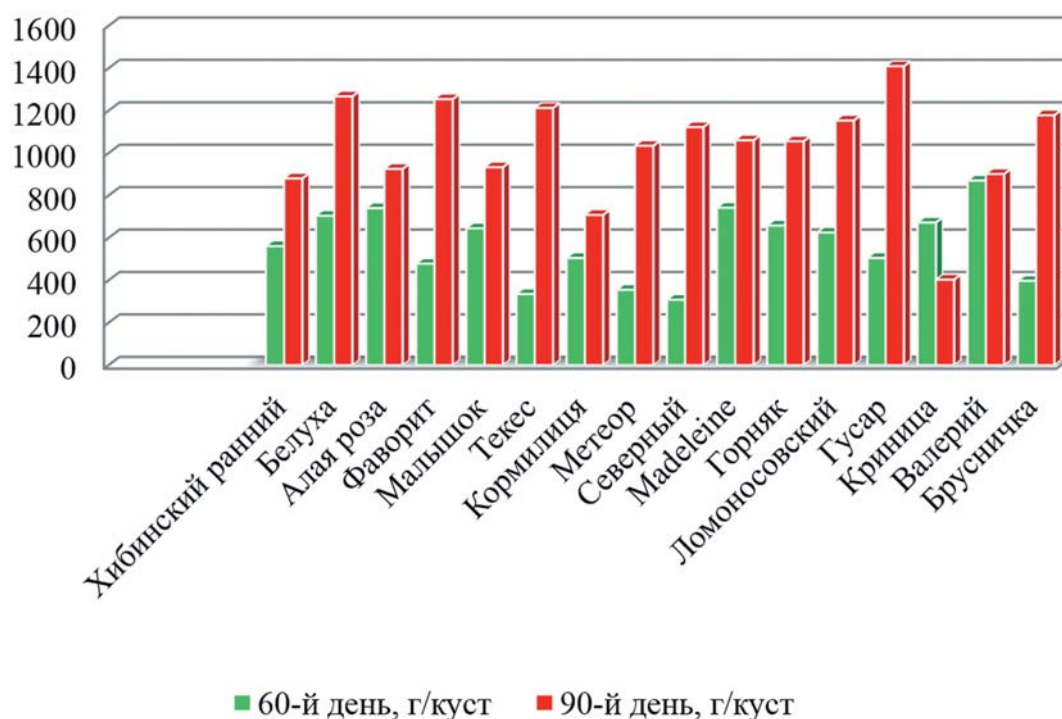


Рис. 3. Продуктивность выделенных сортов картофеля, 2013-2023 годы
Fig. 3. Yield of selected potato varieties, 2013-2023

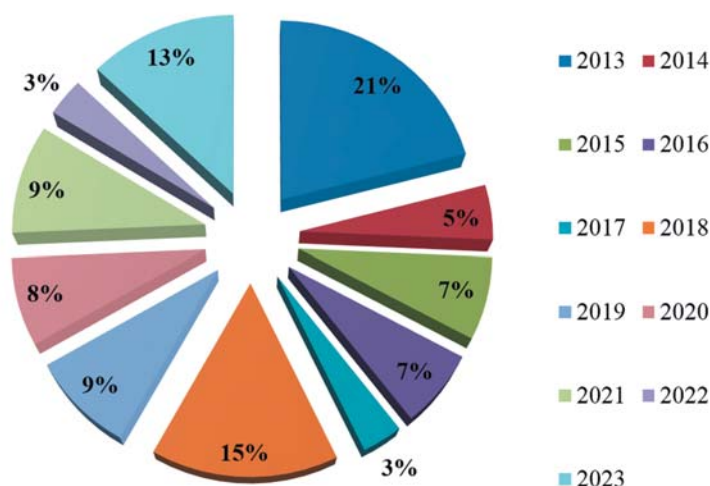


Рис. 4. Степень поражения сортов картофеля вирусными заболеваниями, 2013-2023
Fig. 4. The degree of damage to potato varieties by viral diseases, 2013-2023

[15]. В связи с этим, в настоящее время остаётся актуальной организация семеноводства в северных условиях. За годы изучения в полевых условиях

проводили визуальную оценку поражения образцов вирусами. В северных условиях поражение вирусами образцов картофеля незначительно – от 3 до

Таблица 2. Характеристика сортов картофеля, выделенных по итогам комплексного изучения на Полярной опытной станции
Table 2. Characteristics of potato varieties identified based on the results of a comprehensive study at the Polar Experimental Station

№ п/п	№ Каталога ВИР	Название сорта	Страна, оригинатор	Год получения	Ранняя уборка				Окончательная уборка					
					% к стандарту	г/куст общий	урожайность, кг/м ²	товарность, %	% к стандарту	г/куст общий	средняя масса тов. клубня	товарность, %	% крахмала	урожайность, кг/м ²
	6928	Хибинский ранний	СССР		100	561	2,5	84	100	880	143,1	96	13,2	4,0
1	25146	Белуха	Горно-Алт ГУ	2011	125	704	3,2	80	144	1267	138	90	10,2	5,7
2	25144	Алая роза	Россия	2011	132	740	3,3	66	105	925	102	79	14,6	4,2
3	25132	Фаворит	Брянская ОС	2011	85	478	2,1	73	143	1254	136	92	11,3	5,6
4	25189	Малышок	Дальнев НИИСХ	2012	124	645	2,9	45	105	933	82	71	11,4	4,2
5	25173	Текес	Казах НИИКО	2013	72	335	1,5	30	137	1212	111	85	10,7	5,5
6	25252	Кормилица	Костанай НИИСХ	2014	116	505	2,3	37	93	708	78	77	17,4	3,2
7	25212	Метеор	ВНИИКС	2014	63	355	1,6	55	118	1034	151	93	11,7	4,7
8	25218	Северный	Якутский НИИСХ	2014	55	308	1,4	44	128	1122	115	88	12,2	5,0
9	25322	Madeleine	Нидерланды	2015	132	742	3,3	56	120	1060	101	85	9,8	4,8
10	25311	Горняк	Кемер НИИСХ	2017	117	658	3,0	76	120	1055	116	89	10,0	4,8
11	25438	Ломоносовский	ЛНИИСХ	2018	111	625	2,8	88	131	1153	144	94	12,6	5,2
12	25436	Гусар	«Лига»	2018	90	505	2,3	53	160	1409	136	91	10,7	6,3
13	11991	Криница	Беларусь	2019	120	672	3,0	81	46	403	69	81	17,2	1,7
14	25527	Валерий	Казахстан	2020	155	870	4,0	89	102	901	147	90	13,4	4,1
15	25524	Брусничка	Сиб НИИСХ	2020	71	397	1,8	66	134	1178	11	90	11,5	5,3

15% (рис. 4). В 2013 году вегетационный период был жарким и засушливым, поэтому поражение вирусами констатировали у 21% образцов. На образцах картофеля отметили симптомы следующих вирусов: мозаичного закручивания листьев (М-вирус), морщинистой мозаики (Y-вирус), крапчатой мозаики (X-вирус), скручивания листьев (L-вирус).

В основном образцы характеризовались длинным периодом биологического покоя клубней (прорастание через 5 месяцев).

Заключение

Проведенная комплексная оценка коллекционных образцов за период 2013-2023 годов позволяет целенаправленно использовать выделенные сорта в качестве исходного материала в селекционных программах для создания новых сортов, пригодных для возделывания на Севере.

Литература

1. Зыкин А.Г. Как обеспечить себя семенным картофелем (Советы огороднику и фермеру). СПб.: ВИР. 1993. 25 с.
2. Костюк В.И., Травина С.Н., Абакшина С.В., Ахтулова Е.М. Северный картофель: советы огородникам. Апатиты: изд-во Кольского научного центра РАН. 2013. 116 с.
3. Костюк В.И., Травина С.Н., Вихман М.Н. Влияние солнечной активности, инсоляции, температуры воздуха и атмосферных осадков на продуктивность культурных растений в условиях Кольского Севера. Апатиты: изд-во Кольского научного центра РАН. 2013. 79 с. – ISBN 978-5-91137-254-5. <https://elibrary.ru/wgopgb>
4. Елькина Г.Я. Высокий уровень агротехники уменьшает отрицательное влияние погодных условий на урожай. *Картофель и овощи*. 2012;(8):9-10. <https://elibrary.ru/pycngj>
5. Фатыхов И.Ш., Мухаметшин И.Г. Реакция сортов картофеля на абиотические условия и предпосадочную обработку клубней в Среднем Предуралье. Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2020. 128 с. ISBN 978-5-9620-0364-1.
6. Сапега В.А. Урожайность, параметры адаптивности сортов картофеля и их корреляционная зависимость. *Аграрная Россия*. 2016;(3):21-24. <https://elibrary.ru/vubugl>
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). Москва: Агропромиздат. 1985. 336 с.
8. Аникина С.А., Арчакова Л.И., Бишов Э.А. и др. Система ведения сельского хозяйства в Мурманской области. Под ред. Чемисова И.А. Мурманск. 1983. 232 с.
9. Кирю С.Д. и др. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля. Санкт-Петербург: ВИР. 2010. 30 с. <https://elibrary.ru/dluncd>
10. Коровин А.И. Растения и экстремальные температуры. Л.: Гидрометеоиздат. 1984. 271 с.
11. Жигadlo Т.Э. Биологические особенности ранних сортов картофеля в условиях Мурманского региона. *Овощи России*. 2022;(4):40-45. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-40-45> <https://elibrary.ru/cwefsf>
12. Аникина С.А. Изучение коллекционных образцов картофеля в Хибинах. Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. 1983;(82):91-96.
13. Опыт прогнозирования урожайности сельскохозяйственных культур с использованием имитационных моделей. Фетодова Е.В., Маглинец Ю.А., Брежнев Р.В. и др. *Вестник КрасГАУ*. 2020;8(161):43-48. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-8-43-48> <https://elibrary.ru/bkxjlm>
14. Мельничук Г.Д., Костюк В.И., Куликова Н.Т. Физиология и биохимия картофеля на Кольском Севере. Апатиты. 1997. 162 с.
15. Коломейченко В.В. Растениеводство. М.: Агробизнесцентр. 2007. 600 с.

References

1. Zykin A.G. How to provide yourself with seed potatoes (Tips for gardeners and farmers). St. Petersburg: VIR. 1993. 25 p. (In Russ.)
2. Kostyuk V.I., Travina S.N., Abakshina S.V., Akhtulova E.M. Northern potatoes: tips for gardeners. Apatity: publishing house of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. 116 p. (In Russ.)
3. Kostyuk V.I., Travina S.N., Vikhman M.N. The influence of solar activity, insolation, air temperature and precipitation on the productivity of cultivated plants in the conditions of the Kola North. Apatity: publishing house of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2013. 79 p. ISBN 978-5-91137-254-5. <https://elibrary.ru/wgopgb> (In Russ.)
4. Yelkina G.Ya. A high level of agricultural technology reduces the negative impact of weather conditions on the harvest. *Potato and vegetables*. 2012;(8):9-10. (In Russ.) <https://elibrary.ru/pycngj>
5. Fatykhov I.Sh., Mukhametshin I.G. The reaction of potato varieties to abiotic conditions and pre-planting treatment of tubers in the Middle Urals. Izhevsk: Izhevsk State Agricultural Academy, 2020. 128 p. ISBN 978-5-9620-0364-1. (In Russ.)
6. Sapega V.A. The yield and parameters of adaptability of potato varieties and their correlation. *Agrarian Russia*. 2016;(3):21-24. (In Russ.) <https://elibrary.ru/vubugl>
7. Dospekhov B.A. Method of field experiments (with the basics of statistical processing of research). Moscow. Agropromizdat. 1985. 336 p. (In Russ.)
8. The system of agriculture in the Murmansk region. Anikina S.A., Archakova L.I., Bishov E.A. et al. ed. Chemisova I.A. Murmansk. 1983. 232 p. (In Russ.)
9. Kiru S.D. et al. Guidelines for maintenance and study of the global potato collection. St. Petersburg: VIR. 2010. 30 p. (In Russ.) <https://elibrary.ru/dluncd>
10. Korovin A.I. Plants and extreme temperatures. L.: Hydrometeoizdat. 1984. 271 p. (In Russ.)
11. Zhigadlo T.E. Biological features of the development of early potato varieties in the Murmansk region. *Vegetable crops of Russia*. 2022;(4):40-45. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2022-4-40-45> <https://elibrary.ru/cwefsf>
12. Anikina S.A. The study of collectible potato samples in Khibiny. Proceedings on applied botany, genetics and breeding. 1983;(82):91-96. (In Russ.)
13. Fedotova E.V., Maglinets Yu.A., Brezhnev R.V., Starodubtsev A.I. The experience in crop yields forecasting using simulation models. *Bulletin of KSAU*. 2020;8(161):43-48. (In Russ.) <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-8-43-48> <https://elibrary.ru/bkxjlm>
14. Melnichuk G.D., Kostyuk V.I., Kulikova N.T. Physiology and biochemistry of potatoes in the Kola North. Apatites. 1997. 162 p. (In Russ.)
15. Kolomeichenko V.V. Crop production. M., 2007. 600 p. (In Russ.)

Об авторе:

Татьяна Эдуардовна Жигadlo – научный сотрудник,
<https://orcid.org/0000-0001-8605-0196>, SPIN-код: 9567-4220,
адрес для переписки, Hibinytanya@rambler.ru

About the Author:

Tatyana E. Zhigadlo – Researcher,
<https://orcid.org/0000-0001-8605-0196>, SPIN-code: 9567-4220,
Corresponding Author, Hibinytanya@rambler.ru