



Влияние продолжительности периода хранения аэропонных миниклубней на рост и развитие сортов картофеля в полевых условиях

© 2023. К. А. Колошина✉, Н. И. Полухин, К. В. Авдеенко

Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», пос. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация

При использовании миниклубней в качестве посадочного материала в семеноводстве существует проблема изреженности всходов, что связано с различной продолжительностью периода хранения миниклубней (от сбора с аэропонной установки до появления первых единичных всходов). Цель исследований – установить влияние продолжительности периода хранения аэропонных миниклубней на рост, развитие и продуктивность различных сортов картофеля в полевых условиях. Исследования проводили в 2020–2022 гг. в условиях Новосибирской области на черноземе выщелоченном среднесуглинистом. Объекты исследований – аэропонные миниклубни раннеспелых (Юна, Терра, Легенда) и среднеспелых (Златка, Сокур) сортов картофеля декабрьского, мартовского и апрельского сроков сбора. Установлено, что период хранения миниклубней различных сортов составил при сборе с аэропонной установки в декабре 179–184 суток, марте – 91,7–118,3, апреле – 71,3–99,7 суток. Использование миниклубней в качестве посадочного материала при выращивании высококачественных семян картофеля оправдано при декабрьском и мартовском сроках сбора. Растения картофеля от декабрьского посадочного материала имели всхожесть 98,5 %, всходили на 20 суток раньше, имели большую среднюю площадь листьев, начальный урожай на первую дату учета в 2,6 раза и конечный в 1,4 раза больше, чем растения от мартовского посадочного материала. Миниклубни декабрьского срока обеспечили наибольшую урожайность (22,8 т/га) и выход семенных клубней (76,3 %), при мартовском сроке сбора соответствующие значения были меньше на 6,8 т/га и 15,9 %, при апрельском – на 15,9 т/га и 34,0 %. Миниклубни апрельского срока сбора с периодом хранения 91,7–118,3 суток использовать в качестве посадочного материала нецелесообразно, так как по большинству изученных сортов урожай получить невозможно. У сортов Сокур (среднеспелый) и Терра (раннеспелый) отмечена наибольшая урожайность 20,4 и 19,5 т/га.

Ключевые слова: семеноводство картофеля, полевая, лабораторная всхожесть, период покоя, сорт, урожайность, аэропоника

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук» (тема № FWNR-2022-0033).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад в экспертную оценку этой работы.

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Колошина К. А., Полухин Н. И., Авдеенко К. В. Влияние продолжительности периода хранения аэропонных миниклубней на рост и развитие сортов картофеля в полевых условиях. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(6):969-979. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.969-979>

Поступила: 26.09.2023

Принята к публикации: 17.11.2023

Опубликована онлайн: 20.12.2023

The influence of the duration of the storage period of aeroponic minitubers on the growth and development of potato varieties in field conditions

© 2023. Kristina A. Koloshina✉, Nikolay I. Polukhin, Konstantin V. Avdeenko

Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russian Federation

When using minitubers as planting material in seed production, there is a problem of sparseness of seedlings, which is associated with different duration of the storage period of minitubers (since harvesting from an aeroponic installation to the appearance of the first single shoots). The purpose of the research is to establish the influence of the duration of the storage period of aeroponic minitubers on the growth, development and productivity of various potato varieties under field conditions. The research was carried out in 2020–2022 in the conditions of the Novosibirsk region, the soil is leached medium loamy chernozem. The objects of the research are aeroponic minitubers of early-ripening (Yuna, Terra, Legenda) and mid-ripening (Zlatka, Sokur) potato varieties for December, March and April harvesting periods. It was established that the storage period of minitubers of various varieties was 179–184 days when collected from an aeroponic installation in December, 91.7–118.3 days

in March, 71.3-99.7 days in April. The use of minitubers as planting material for growing high-quality potato seeds is justified during the December and March harvesting periods. Potato plants from the December planting material had a germination rate of 98.5 %, germinated 20 days earlier, had a larger average leaf area, the initial yield on the first recording date was 2.6 times greater and the final yield was 1.4 times greater than the plants from the March planting material. Minitubers of the December period provided the highest yield (22.8 t/ha) and the yield of seed tubers (76.3 %), with March harvest time the corresponding values were lower by 6.8 t/ha and 15.9 %, with April harvest period – by 15.9 t/ha and 34.0 %. It is not practical to use minitubers of the April harvest time with a storage period of 91.7-118.3 days as planting material, since it is impossible to obtain yield for the most of the studied varieties. The Sokur (mid-ripening) and Terra (early-ripening) varieties showed the highest yields of 20.4 and 19.5 t/ha.

Key words: potato seed production, field, laboratory germination, dormancy period, variety, yield, aeroponic

Acknowledgments: the research was carried out under the support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (theme No. FWNR-2022-0033).

The authors thank the reviewers for their contribution to the peer review of this work.

Conflict of interest: the authors stated no conflict of interest.

For citation: Koloshina K. A., Polukhin N. I., Avdeenko K. V. The influence of the duration of the storage period of aeroponic minitubers on the growth and development of potato varieties in field conditions. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(6):969-979. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.6.969-979>

Received: 26.09.2023

Accepted for publication: 17.11.2023

Published online: 20.12.2023

Возрастающая потребность в качественном посадочном материале картофеля способствует появлению новых технологий получения миниклубней. Объем производства миниклубней картофеля с использованием весенне-летних теплиц составляет на сегодня около 80 %, с применением аэропонной (воздушной) и гидропонной (водной) технологий – около 20 %.

Трудности эксплуатации теплиц (работа с грунтами, ежегодное укрытие их, вторичное заражение и, самое главное, низкий коэффициент размножения семенного материала) заставляют искать альтернативные способы. Аэропонные технологии производства миниклубней, как исходного материала при производстве безвирусных семян, прочно вошли в современное семеноводство картофеля и составляют серьезную конкуренцию традиционным способам [1, 2, 3]. Преимущества использования аэропонной технологии очевидны: она позволяет получать здоровый материал, обеспечивает непрерывный процесс выращивания миниклубней вне зависимости от погодных и климатических условий внешней среды [4, 5]. Более того, можно получать больший урожай с меньшей площади, контролировать процесс выращивания, исключить замену и стерилизацию грунта, обработку против болезней и вредителей. Коэффициент размножения у ранних сортов картофеля при данном способе выращивания может достигать 1:45, у поздних – 1:94 [6].

При использовании миниклубней в качестве посадочного материала и закладке питомника в семеноводстве сталкиваются с проблемой изреженности всходов отдельных партий. Последнее связано с различной продолжительностью периода покоя миниклубней (количество

дней от снятия миниклубней с установки до получения первых ростков), на что обращали внимание специалисты в этой области [7, 8, 9, 10]. Период покоя начинается с появлением клубней на растении. При круглогодичной эксплуатации аэропонных установок миниклубни, полученные в зимний и весенний периоды производства, к моменту посадки в грунт, как правило, не успевают пройти период покоя, что существенно сказывается на всхожести и их дальнейшей продуктивности [11]. Вывести миниклубни из периода покоя довольно сложно, а порой и невозможно. Исследований по изучению периода покоя миниклубней и механизмов, контролирующих этот процесс, в нашей стране и за ее пределами очень мало, несмотря на важность темы. Известно, что состояние периода покоя определяется генетическим фоном (сортом), степенью зрелости клубней, условиями окружающей среды, температурой во время роста и хранения, биохимическими процессами, происходящими во время покоя (хранения миниклубней). Следует учитывать, что оптимальное состояние миниклубней, при котором прерывается период покоя, с учетом перечисленных факторов соответствует периоду хранения не менее 90-110 дней [12, 13, 14, 15].

Получение полноценных всходов миниклубней в полевых условиях определяется продолжительностью периода покоя. При более продолжительном периоде хранения миниклубни успевают пройти период покоя и быстрее прорастают в поле и, наоборот, укороченный период хранения приводит к потере и изреженности всходов, так как период покоя миниклубней еще не завершен [16].

Цель исследований – установить влияние продолжительности периода хранения аэропонных миниклубней, используемых в качестве посадочного материала, на рост, развитие и продуктивность различных сортов картофеля в полевых условиях.

Новизна исследований – установлена зависимость роста, развития и продуктивности сортов картофеля разных сроков созревания в полевых условиях от продолжительности периода хранения аэропонных миниклубней, используемых в качестве исходного материала в семеноводстве.

Материал и методы. Исследования проводили в 2020-2022 гг. Объекты исследований – миниклубни пяти сортов картофеля, полученные на аэропонных установках «Урожай». В изучение включены сорта разных сроков созревания: Юна (ФИЦ ИЦиГ СО РАН), Терра (ООО ССК «Уральский Картофель»), Легенда (ФГБНУ УрФАН ИЦиГ СО РАН) – раннеспелые; Златка (ФИЦ ИЦиГ СО РАН), Сокур (ФИЦ ИЦиГ СО РАН) – среднеспелые.

Сбор миниклубней проводили в три срока: 15 декабря, 15 марта и 15 апреля. В опыте использовали миниклубни одного сбора. В соответствии с техническими условиями ГОСТ 33996-2016¹, размер миниклубней составил 30-40 мм в диаметре. Убранные миниклубни хранили в холодильнике при температуре 3...4 °С. Миниклубни всех сроков сбора ко времени посадки имели проклюнувшиеся глазки. За две недели до посадки в поле материал проращивали на свету при комнатной температуре. Продолжительность периода покоя рассчитывали от даты сбора миниклубней с аэропонной установки до появления первых единичных всходов (ростков).

Полевые исследования проводили в 2020-2022 гг., почвенный покров опытного участка – чернозем выщелоченный среднесуглинистый, pH_{сол} – 5,1...6,2. Глубина гумусового горизонта около 40 см. Содержание гумуса в верхнем слое составляет 5,8-7,3 % (по Тюрину), P₂O₅ (по Чирикову) – 118-460 мг/кг, K₂O (по Чирикову) – 96-257 мг/кг почвы.

Посадку проводили вручную в период с 31 мая по 1 июня. Миниклубни высаживали в 4-кратной повторности, площадь делянки 4,9 м², на делянке 20 растений. Делянок одного сорта с учетом повторности – 12, всего 60 по

5 сортам. Расположение делянок в 2 яруса по 30 делянок. Схема посадки 70х35 см.

Наблюдения и учеты в полевом опыте проводили в соответствии с методическими указаниями². Отмечали динамику появления единичных всходов (через 5 суток) в течение 30 суток, наступление фенофаз, отслеживали динамику формирования площади листьев в возрасте растений 20, 40, 60 суток от фазы «массовые всходы» методом высечек с учетом возрастного и сортового изменения веса высечек. Пробные копки для наблюдения за динамикой накопления урожая проводили через 10, 20, 30 суток, определяли количество клубней, их вес и фракционный состав (0-28 мм, 28-60, более 60 мм по наибольшему диаметру). Уборка урожая проведена 30 августа. Урожай учитывали в 4-кратной повторности путем взвешивания массы клубней с делянки. Статистическая обработка проведена с применением двухфакторного дисперсионного анализа³: фактор А – сорт, фактор В – срок уборки. Для проведения дисперсионного анализа использована программа Snedecor V5.

Результаты и их обсуждение. В среднем за три года основным фактором, влияющим на наступление и прохождение фенологических фаз являлся срок сбора миниклубней (фактор В), который оказывал существенное влияние на количество всходов и продолжительность межфазных периодов вегетации (табл. 1).

Лучшим сроком сбора отмечен декабрьский, при котором для получения массовых всходов из миниклубней сорта Юна потребовалось 18,0 суток, Сокур – 21,0, Златка – 20,3, Легенда – 20,7, Терра – 23,0 сутки. У миниклубней мартовского срока сбора всходы у сорта Юна появились позже на 14,7 суток, Сокур – 16,3, Златка – 26,7, Легенда – 25,3 и на 17,3 суток у сорта Терра. У миниклубней апрельского срока этот период увеличился, по сравнению с декабрьским, на 46,0 (Юна), 28,0 (Сокур), 44,7 (Златка), 15,0 (Терра) суток. Исключение составил сорт Легенда, который к моменту уборки (30 августа) не дал массовых всходов. Продолжительность интенсивного формирования урожая в период «цветение-уборка» у растений, полученных из миниклубней апрельского срока уборки, по сравнению с декабрьским, сократился у сорта Юна на 24,7 суток, Сокур – 24,0, Златка – 33,7, Терра – на 31,0 сутки.

¹ГОСТ 33996-2016. Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества. М.: Стандартинформ, 2020. 35 с. URL: <https://internet-law.ru/gosts/gost/63695/>

²Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 2015. С. 9-16

³Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

Таблица 1 – Динамика появления всходов и продолжительность межфазных периодов вегетации в зависимости от сорта картофеля и срока сбора аэропонных миниклубней /
Table 1 – The dynamics of the emergence of seedlings and the duration of interphase periods of vegetation, depending on the potato variety and harvest time of aeroponic minitubers

Сорт (фактор А) / Variety (factor A)	Срок сбора (фактор В) / Harvest time (factor B)	Посадка-единичные всходы / Planting-single shoots		Кол-во всходов* через 30 суток, шт. / Number of shoots* after 30 days, pcs.	Посадка- массовые всходы / Planting- mass shoots	Посадка- цветение / Planting- flowering	Цветение- уборка / Flowering- harvesting
		сут / days	кол-во всходов, шт. / number of shoots, pcs.				
Юна / Yuna	Декабрь / December	11,0	1,7	20,0	18,0	49,0	48,7
	Март / March	11,7	2,0	18,0	32,7	61,3	36,0
	Апрель / April	35,3	1,3	13,3	64,0	76,5	24,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		19,5	1,8	17,1	38,2	60,1	37,5
Сокур / Sokur	Декабрь / December	13,0	2,3	19,7	21,0	60,3	37,0
	Март / March	18,0	2,0	18,0	37,3	70,3	27,3
	Апрель / April	25,3	1,0	15,3	49,0	82,0	13,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		18,7	1,8	16,5	34,2	69,4	28,1
Златка / Zlatka	Декабрь / December	13,3	1,3	19,7	20,3	60,7	36,7
	Март / March	18,7	1,0	16,7	47,0	74,7	23,0
	Апрель / April	43,0	1,3	12,0	65,0	89,0	3,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		24,9	1,2	15,7	43,7	70,0	27,5
Легенда / Legenda	Декабрь / December	14,0	1,7	19,0	20,7	60,0	37,7
	Март / March	15,7	1,0	15,3	46,0	75,7	21,7
	Апрель / April	53,7	1,0	8,7	-	-	-
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		27,7	1,2	15,4	33,3	67,8	29,7
Терра / Terra	Декабрь / December	16,0	2,7	19,0	23,0	53,7	44,0
	Март / March	20,0	2,0	17,3	40,3	69,0	28,3
	Апрель / April	34,3	2,3	14,7	38,0	79,0	13,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		23,3	2,3	17,0	33,5	63,5	34,0
Среднее (фактор В) / Medium (Factor B)	Декабрь / December	13,5	1,9	19,5	20,6	56,7	40,8
	Март / March	12,8	1,6	17,1	40,7	70,5	27,3
	Апрель / April	38,3	1,4	12,8	54,0	81,6	13,2
HCP ₀₅ / LSD ₀₅ фактор А / factor A		0,40	0,16	0,23	0,62	0,61	0,49
фактор В / factor B		0,31	0,12	0,18	0,48	0,48	0,38
AB / AB		0,70	0,27	0,40	1,07	1,06	0,86
част. разл. / partial differences		0,31	0,09	0,14	0,37	0,39	0,29

*Из 20 посаженных растений / Of the 20 plants planted

Последующие фазы роста и развития растений картофеля, их наступление и продолжительность отражали влияние первого этапа вегетации «посадка-единичные всходы». У растений, полученных из миниклубней декабрьского срока сбора, клубнеобразование наступало раньше – через 49,0-60,7 суток после появления

всходов в зависимости от сорта. Клубнеобразование при мартовском сроке уборки миниклубней начиналось позднее – через 61,3-75,7 суток после появления всходов, при апрельском – через 76,3-89,0 суток, у сорта Легенда период «клубнеобразование» не наступил.

У миниклубней мартовского срока уборки фаза «массовые всходы» по сортам наступила через 32,7 (Юна), 37,3 (Сокур) и 40,3 (Терра), 46,0 (Легенда) и 47,0 (Златка) суток.

По миниклубням апрельского срока сбора выделен сорт Сокур, массовые всходы которого наступили через 49,0 суток. Фаза «массовые всходы» (75 % и более, то есть более 15 всходов от 20 высаженных миниклубней) отмечена у всех сортов при декабрьском и мартовском сроках сбора миниклубней, при апрельском – только у сорта Сокур.

Результаты дисперсионного анализа показали, что по продолжительности межфазного периода «посадка-массовые всходы» сортов Легенда и Терра значимо не различались ($HCp_{05}(A) = 0,62$), по остальным сортам выявлены существенные различия.

По мере сокращения периода хранения миниклубней при различных сроках сбора существенно изменялась продолжительность периода «цветение-уборка». По миниклубням декабрьского срока сбора этот период в зависимости от сорта составил 36,7-48,7 суток, по мартовскому сроку – 21,7-36,0 и апрельскому (по которым получен урожай) – от 3,0 до 24,0 суток.

Период «посадка-начало клубнеобразования» (фаза цветения) по миниклубням апрельского срока сбора длился у сформировавшихся растений 76,5-89,0 суток (табл. 1) с существенной разницей по сортам ($HCp_{05}(A) = 0,61$) и срокам сбора ($HCp_{05}(B) = 0,48$). У сортов Златка и Легенда этот период не наступил (табл. 3).

Период клубнеобразования (фазы «цветение-уборка») у растений от миниклубней мартовского и апрельского срока сбора сдвинулся на более поздние сроки и сократился соответственно на 13,4 и 27,4 суток относительно декабрьского. Растения, посаженные апрельским посадочным материалом, у которых фаза «цветение» отсутствовала, к уборке имели единичные клубни размером менее 10 мм.

В итоге, календарный период от сбора миниклубней с аэропной установки до их посадки в поле составил по декабрьским миниклубням 168 суток, мартовским – 76, апрельским – 46 суток. С учетом периода «посадка-первые единичные всходы» продолжительность периода покоя у миниклубней декабрьского срока сбора в зависимости от сорта составила 179,0-184,0 суток, мартовского – 91,7-118,3, апрельского – 71,3-99,7 суток.

Период хранения миниклубней при сборе в декабре обеспечил всхожесть посадочного материала 97,0-100 % (19,0-20,0 шт. из 20 посаженных) в оптимальные сроки, в марте – 76,5-

90,0 % (15,3-18,0 шт.) в сроки, когда декабрьские миниклубни приближались к фазе «цветение», при сборе в апреле – 43,5-76,5 % (8,7-15,3 шт.) в сроки, когда у декабрьских миниклубней завершался период клубнеобразования (табл. 1).

По данным таблицы 2 видно, что миниклубни декабрьского срока сбора позволили получить густоту посадки по сортам на уровне 38,8-40,8 тыс. шт/га и сформировать достаточную среднюю площадь листьев на уровне 9,0-11,7 тыс. м²/га, что позволяет прогнозировать хороший урожай. Миниклубни мартовского срока сбора обеспечили снижение густоты посадки на 4,1-7,6 тыс. шт/га и соответственно площадь ассимиляционной поверхности на 2,0-8,1 тыс. м²/га. Миниклубни апрельского срока сбора, не до конца прошедшие период покоя, кардинально меняли ситуацию в плане использования их в качестве посадочного материала. При густоте посадки от 17,7 до 31,2 тыс. шт/га (43,0-76,0 % от заданной) сформировалась минимальная ассимиляционная поверхность растений 0,6-3,9 тыс. м²/га.

Результаты дисперсионного анализа показали, что сорта существенно различались ($HCp_{05}(A) = 0,74$) по густоте посадки, за исключением Юна и Терра, при максимальном количестве растений на 1 га у сорта Сокур. Между сроками сбора миниклубней также отмечена значимая разница ($HCp_{05}(B) = 0,57$) по густоте посадки при преимуществе декабрьского срока сбора. На величину средних значений площади листьев наиболее выраженное влияние оказали сроки сбора миниклубней – при значимых различиях между ними ($HCp_{05}(B) = 0,21$) наибольшей площадью ассимиляционной поверхности характеризовались растения, полученные от миниклубней декабрьского срока сбора.

На первую дату учета (10 суток после цветения) наибольший урожай отмечен у растений, полученных от миниклубней декабрьского срока сбора (табл. 3). Лучшими были сорта Терра, Сокур, у которых масса клубней с одного растения составила 241,3 и 211,6 г соответственно. На этом фоне раннеспелый сорт Юна на первую дату учета значительно отставал по накоплению урожая от среднеспелых сортов Сокур (в 2,3 раза) и Златка (в 1,3 раза). На вторую дату учета масса клубней у сортов Сокур и Златка составила 423,8-521,7 г/растение, ранние Юна, Легенда и Терра сформировали меньше на 202,3-291,2, 134,4-223,3 и 19,9-108,8 г/растение соответственно. На третью дату учета (30 суток) среднеспелые сорта также имели подавляющее преимущество по накоплению урожая и темпам прироста. Наиболее продук-

тивными выделились растения от миниклубней декабрьского срока сбора, на все даты учета достоверно по всем сортам, за исключением Сокур, эти растения были лучшими.

На первую дату учета масса клубней у растений, полученных от миниклубней декабрьского срока сбора, по сортам составила от 92,5 до

241,3, вторую – от 230,5 до 521,7, третью – от 334,6 до 757,5 г/растение, по мартовскому сроку сбора – соответственно меньше на 39,9-113,3, 108,7-215,9, 134,4-344,1 г/растение, по апрельскому сроку сбора соответственно меньше на 92,5-156,8, 188-329,1, 297,4-320,4 г/растение относительно миниклубней декабрьского срока сбора.

Таблица 2 – Динамика нарастания площади листьев в зависимости от сорта картофеля и срока сбора миниклубней /

Table 2 – The dynamics of the increase in leaf area depending on the potato variety and harvest time of the minitubers

Сорт (фактор А) / Variety (factor A)	Срок сбора (фактор В) / Harvest time (factor B)	Количество растений, тыс. шт/га / Number of plants, thou- sand pcs/ha	Площадь листьев, тыс. м ² /га / Leaf area, thousand sq m/ha			
			20* суток / 20 days	40 суток / 40 days	60 суток / 60 days	среднее / medium
Юна / Yuna	Декабрь / December	40,8	5,3	7,3	15,7	9,4
	Март / March	36,7	2,7	5,5	12,7	7,0
	Апрель / April	27,1	1,3	2,3	2,6	2,1
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		34,9	2,9	4,5	8,3	5,2
Сокур / Sokur	Декабрь / December	40,2	5,9	10,8	10,3	9,0
	Март / March	36,7	3,5	5,9	6,2	5,2
	Апрель / April	31,2	2,7	3,4	5,6	3,9
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		36,1	3,7	6,4	5,4	5,2
Златка / Zlatka	Декабрь / December	40,2	7,5	10,5	14,5	10,8
	Март / March	34,0	2,4	6,3	7,2	5,3
	Апрель / April	24,5	1,2	3,6	0	2,4
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		32,8	3,4	6,0	6,7	5,4
Легенда / Legenda	Декабрь / December	38,8	10,0	12,9	12,2	11,7
	Март / March	31,2	2,2	4,3	4,3	3,6
	Апрель / April	17,7	0,6	0,0	0,0	0,6
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		29,2	4,9	6,5	5,4	5,6
Терра / Terra	Декабрь / December	38,8	8,3	8,4	11,8	9,5
	Март / March	35,3	4,4	5,2	7,7	5,8
	Апрель / April	30,0	3,0	4,7	0	3,8
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		34,8	5,1	5,6	6,6	5,8
Среднее (фактор В) / Medium (factor B)	Декабрь / December	39,8	7,4	10,0	13,5	10,1
	Март / March	34,8	3,0	5,4	7,6	5,3
	Апрель / April	26,1	1,8	2,8	1,6	2,2
НСР ₀₅ / LSD ₀₅ фактор А / factor A		0,74	-	-	-	0,23
фактор В / factor B		0,57	-	-	-	0,21
AB / AB		1,28	-	-	-	0,42
част. разл. / partial differences		0,45	-	-	-	0,18

*От фазы «массовые всходы» / From the “mass shoots” phase

Таблица 3 – Динамика клубнеобразования в зависимости от сорта картофеля и срока сбора миниклубней /
 Table 3 – The dynamics of tuber formation depending on the potato variety and harvest time of the minitubers

Сорт (фактор А) / Variety (factor A)	Срок сбора (фактор В) / Harvest time (factor B)	Оценка клубнеобразования после наступления массового цветения / Estimation of tuberization after the onset of mass flowering					
		10 суток / 10 days		20 суток / 20 days		30 суток / 30 days	
		кол-во клубней, шт/раст. / number of tubers, pcs/plant	масса, г/раст. / weight, g/plant	кол-во клубней, шт/раст. / number of tubers, pcs/plant	масса, г/раст. / weight, g/plant	кол-во клубней, шт/раст. / number of tubers, pcs/plant	масса, г/раст. / weight, g/plant
Юна / Yuna	Декабрь / December	3,6	92,5	4,7	230,5	5,7	334,6
	Март / March	2,6	52,6	3,6	121,8	4,2	202,2
	Апрель / April	0,0	0,0	1,8	42,1	0,0	0,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		2,6	60,2	3,3	135,1	6,1	234,2
Сокур / Sokur	Декабрь / December	7,9	211,6	10,3	423,8	12,3	620,5
	Март / March	6,6	111,5	8,9	386,0	9,5	644,1
	Апрель / April	6,2	54,8	8,0	215,7	8,3	300,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		7,1	152,0	10,4	397,2	11,3	608,6
Златка / Zlatka	Декабрь / December	6,7	133,4	9,9	521,7	13,2	757,5
	Март / March	1,9	19,7	6,2	255,8	10,2	510,7
	Апрель / April	0,0	0	0,0	0,0	0,0	0,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		3,6	65,3	7,5	424,8	11,3	641,2
Легенда / Legenda	Декабрь / December	4,2	113,4	5,1	298,4	6,5	607,6
	Март / March	0,0	0,0	5,2	345,1	5,9	435,4
	Апрель / April	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		3,4	102,1	4,0	249,3	5,9	518,0
Терра / Terra	Декабрь / December	4,9	241,3	5,7	412,9	6,2	615,4
	Март / March	4,4	194,0	5,2	306,5	6,6	531,2
	Апрель / April	0,0	0,0	5,3	83,8	7,0	318,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		3,4	203,6	4,6	329,9	5,5	546,9
Среднее (фактор В) / Medium (factor B)	Декабрь / December	5,5	158,4	7,1	377,6	8,8	587,1
	Март / March	2,5	61,2	5,8	283,0	7,3	464,7
	Апрель / April	1,2	10,9	3,0	68,3	3,1	123,6
НСР ₀₅ / LSD ₀₅ фактор А / factor A		0,17	11,44	0,25	13,61	0,19	51,09
фактор В / factor B		0,13	11,18	0,20	10,54	0,15	39,57
AB / AB		0,29	25,00	0,44	22,89	0,33	88,48
част. разл. / partial differences		0,10	8,66	0,17	11,31	0,10	27,31

Начало формирования урожая, интенсивность накопления и величина его во многом определялась продолжительностью периода «клубнеобразование». При продолжительности периода клубнеобразования 44,0-60,3 суток у растений, полученных из миниклубней декабрьского срока сбора, урожай на последнюю дату учета по сортам составил 334,6-757,5 г/растение, мартовского срока при периоде 21,7-36,0 суток получено 202,2-644,1 г/растение, апрельского – (по вариантам, в которых получили урожай), при периоде – 3,0-24,0 суток – 0-318,0 г/растение. По растениям, полученным из миниклубней

декабрьского срока сбора с периодом клубнеобразования 44,0-60,3 суток урожай на последнюю дату учета по сортам составил 334,6-757,5 г/растение, по мартовскому сроку при меньшем периоде (21,7-36,0 сут.) – 202,2-644,1 г/растение, по апрельскому при самом коротком периоде клубнеобразования (3,0-24,0 сут) урожай получили только по сортам Сокур и Терра – 300 и 318,0 г/растение соответственно. Кроме этого, ограниченный период клубнеобразования приводил к увеличению фракции клубней менее 28 мм в массе урожая, что отрицательно сказывается на его качестве.

Наибольшую урожайность, в среднем по срокам сбора миниклубней, получили по сортам Сокур и Терра 20,4 и 19,5 т/га соответственно, по остальным сортам существенно ниже – Юна на 10,8-9,9 т/га, Златка – на 5,1-4,2, Легенда – 9,4-8,5 т/га (табл. 4). Контрольные (декабрьские) миниклубни сформировали урожай больше, чем мартовские: Юна – на 7,4, Сокур – на 7,2, Златка – на 10,2, Легенда – на 4,0, Терра – на 5,4 т/га. От миниклубней апрельского срока сбора у сортов Юна, Златка и Легенда урожая не полу-

чили. В целом от миниклубней декабрьского срока сбора получено 18,2-28,1 т/га, мартовского – 10,8-18,8 т/га (на 7,4-9,3 т/га меньше), и этот материал можно использовать как посадочный. Объем семенной фракции (28-60 мм) по сортам Юна и Сокур был наибольшим соответственно 76,8 и 77,5 %. Миниклубни декабрьского и мартовского сроков сбора значительно увеличивали выход семенной фракции по сравнению с апрельским (табл. 4).

Таблица 4 – Урожайность и фракционный состав клубней картофеля в зависимости от сорта и срока сбора миниклубней /

Table 4 – Yield and fractional composition of potato tubers depending on the variety and harvest time of the minitubers

Сорт (фактор А) / Variety (factor A)	Срок сбора (фактор В) / Harvest time (factor B)	Урожайность / Yield		Фракционный состав, % / Fractional composition, %		
		т/га / t/ha	% от декабрьского срока сбора / % from the december harvesting	0-28 мм / 0-28 mm	28-60 мм / 28-60 mm	>60 мм / >60 mm
Юна / Yuna	Декабрь / December	18,2	100	3,0	80,0	17,0
	Март / March	10,8	59,3	23,0	73,2	3,8
	Апрель / April	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		9,6	55,9	12,7	76,8	10,5
Сокур / Sokur	Декабрь / December	26,0	100	6,6	89,4	4,0
	Март / March	18,8	72,3	26,1	71,2	2,7
	Апрель / April	16,4	63,0	46,4	50,2	3,4
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		20,4	78,4	19,9	77,5	2,6
Златка/ Zlatka	Декабрь / December	28,1	100	30,8	61,0	8,2
	Март / March	17,9	63,7	52,9	47,1	0,0
	Апрель / April	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		15,3	64,9	41,8	54,1	4,0
Легенда/ Legenda	Декабрь / December	18,6	100	18,2	76,7	5,1
	Март / March	14,6	78,4	45,0	44,4	10,6
	Апрель / April	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		11,0	69,2	31,4	60,6	7,8
Терра / Terra	Декабрь / December	22,9	100	2,8	74,5	22,7
	Март / March	17,5	76,4	14,1	73,3	12,6
	Апрель / April	18,1	79,0	64,0	36,0	0,0
Среднее (фактор А) / Medium (factor A)		19,5	77,3	27,0	61,2	11,6
Среднее (фактор В) / Medium (factor B)	Декабрь / December	22,8	100,0	12,2	76,3	11,4
	Март / March	15,9	69,7	32,2	60,4	7,6
	Апрель / April	6,9	30,3	55,2	42,1	3,4
НСР ₀₅ / LSD ₀₅ фактор А / factor A		0,60	-	-	-	-
фактор В / factor B		0,47	-	-	-	-
AB / AB		1,12	-	-	-	-
част. разл. / partial differences		0,30	-	-	-	-

Посадочный материал декабрьского срока сбора у всех сортов был самым продуктивным. Потеря урожая по миниклубням мартовского срока сбора составила в зависимости от сортов от 4,0 до 10,2 т/га, от апрельского – у сортов Сокур и Терра – от 4,4 до 9,6 т/га. В среднем посадочные миниклубни декабрьского и мартовского сроков сбора сформировали наивысшую урожайность соответственно 22,8 и 15,9 т/га, с учетом выхода семян эти миниклубни можно использовать в качестве посадочного материала. Принимая во внимание результаты дисперсионного анализа, можно сделать вывод о достоверности различий средних значений урожайности по сортам ($HCp_{05}(A) = 0,60$) и срокам сбора миниклубней ($HCp_{05}(B) = 0,47$), при преимуществе сорта Сакур и декабрьского срока сбора.

Выводы. 1. Использование миниклубней в качестве посадочного материала при выращивании высококачественных семян картофеля оправдано при прохождении ими периода покоя, который завершается при условии хранения миниклубней на протяжении 179,0-184 суток (декабрьский и мартовский сроки сбора). Миниклубни, собранные в апреле с периодом хранения 71,3-99,7 суток, использовать в качестве посадочного материала нецелесообразно, так как по большинству сортов они не сформировали урожай.

2. Показатель «первые единичные всходы» дает основание считать период покоя миниклубней оконченным, далее начинается прорастание, которое продолжается до полных массовых

всходов. По миниклубням декабрьского срока сбора массовые всходы наступают спустя 7-8 суток от появления единичных всходов, по мартовскому сроку – спустя 19,3-30,3, по апрельскому – 0-28,7 суток.

3. Сроки всходов миниклубней повлияли в дальнейшем на формирование ассимиляционной поверхности растений и урожая картофеля. При использовании миниклубней, собранных в декабре, густота всходов составила 39,8 тыс. шт/га, достигнута оптимальная средняя площадь листьев 10,1 тыс. м²/га, начальный урожай на первую дату учета составил 158,4 г/растение. По посадочным миниклубням, собранным в марте, густота всходов отмечена меньше в 1,1 раза, средняя площадь листьев – в 1,9 раза, начальный урожай – в 2,6 раза, по апрельским миниклубням еще меньше – в 1,5; 4,6; 14,5 раза соответственно.

4. Миниклубни декабрьского срока сбора были лучшими – по ним получена наибольшая урожайность (22,8 т/га) и выход семенных клубней (76,3 %); по миниклубням мартовского срока сбора соответствующие значения меньше на 6,8 т/га и 15,9 %, самые низкие показатели получены при посадке миниклубней апрельского срока сбора – соответственно на 15,9 т/га и 34 % меньше по сравнению с декабрьским.

5. Наиболее продуктивными за годы исследований выделились сорта Сокур среднеспелого срока созревания с урожайностью 20,4 т/га и Терра раннеспелого срока созревания с урожайностью 19,5 т/га.

Список литературы

1. Шанина Е. П., Стафеева М. А., Ковалев А. Н. Перспективы использования аэрогидропонного способа выращивания мини-клубней картофеля в условиях искусственного освещения. АПК России. 2018;25(1):63-68. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32484904> EDN: YPUHIL
2. Полухин Н. И., Колошина К. А., Мызгина Г. Х. Реакция сортов картофеля на условия аэрогидропонной технологии при выращивании миниклубней. Достижения науки и техники АПК. 2020;34(1):26-30. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10105> EDN: NEBJVJ
3. Мартиросян Ю. Ц., Кособрухов А. А., Мартиросян В. В. Аэропонные технологии в безвирусном семеноводстве – преимущества и перспективы. Достижения науки и техники АПК. 2016;30(10):47-51. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27175127> EDN: WWRMXX
4. Мартиросян Ю. Ц., Полякова М. Н., Диловарова Т. А., Кособрухов А. А. Фотосинтез и продуктивность растений картофеля в условиях различного спектрального облучения. Сельскохозяйственная биология. 2013;48(1):107-112. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18791173> EDN: PVFJYF
5. Лебедева В. А., Гаджиев Н. М., Иванов А. В. Продолжительность периода покоя клубней некоторых сортов картофеля и их гибридов в условиях Ленинградской области. Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2020;(85):121-124. DOI: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-85-121-124> EDN: RQEAUY
6. Tierno R., Carasco A., Ritter E., de Galarreta J. I. R. Differential growth response and minituber production of three potato cultivars under aeroponics and greenhouse bed culture. American Journal of Potato Research. 2014;91(4):346-353. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12230-013-9354-8>
7. Кокшарова М. К. Миниклубни – ценный посадочный материал в первичном семеноводстве. Достижения науки и техники АПК. 2011;(6):46-48. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16497031> EDN: NXACXX
8. Чумак М. С., Потапенко Л. В., Волошин А. П. Актуальность беспочвенного выращивания растений методом аэропоники. Современный взгляд на будущее науки: сб. ст. Международ. научн.-практ. конф. Т. Часть 2. Уфа: Аэтерна, 2014. С. 230-233. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21540786> EDN: ONCQOD

9. Аксенова Н. П., Константинова Т. Н., Голянская С. А., Сергеева Л. И., Романова Р. А. Регуляция покоя и прорастания клубней картофеля. Физиология растений. 2013;60(3):307-319. DOI: <https://doi.org/10.7868/S0015330313030020> EDN: PXLFOV
10. Рубцова С. П., Вовчук О. А., Бакунов А. П. Динамика выхода мини клубней картофеля из периода покоя в зависимости от использования различных стимуляторов роста. Молодой ученый. 2016;(27-3):51-53. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27535165> EDN: XEOIYB
11. Cassan F., Vanderleyden J., Spaepen S. Physiological and agronomical aspects of phytohormone production by model plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) belonging to the genus *Azospirillum*. Journal of Plant Growth Regulation. 2014;33(2):440-459. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-013-9362-4>
12. Draie R., AL-ABSI M. Regulation and control of potato tuber dormancy and sprouting. International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research. 2019;06(01):4573-4583. URL: https://www.researchgate.net/publication/337404238_Regulation_and_Control_of_Potato_Tuber_Dormancy_and_Sprouting
13. Колесова О. С., Овес Е. В., Бойко В. В., Гантова Н. А., Фенина Н. А. Продолжительность периода покоя и сохранность микроклубней картофеля *in vitro* при различных температурных режимах хранения. Достижения науки и техники АПК. 2017;31(6):47-50. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29822618> EDN: ZCPUZR
14. Овес Е. В., Колесова О. С., Жевора С. В. Инновационный способ выращивания микроклубней картофеля *in vitro*. Картофелеводство: сб. науч. тр. НПЦ НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству. Минск: изд-во Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству», 2016. Т. 24. С. 353-361. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37205196&pf=1> EDN: ZBIOEP
15. Рубцов С. Л., Бакунов А. Л., Милехин А. В., Дмитриева Н. Н. Биохимические показатели миниклубней картофеля, произведенных аэрогидропонным производством. Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2017;19(2-4):648-649. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34966565> EDN: UPQDVE
16. Корнацкий С. А. Инновационная технология выращивания миниклубней картофеля для первичного семеноводства. Евразийский Союз Ученых. 2016;(12-2):38-40. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28384443> EDN: XXDOFL

References

1. Shanina E. P., Stafeeva M. A., Kovalev A. N. Prospects for the use aerogidropnic method of growing mini-tubers of potatoes in artificial lighting conditions. *APK Rossii* = Agro-Industrial Complex of Russia. 2018;25(1):63-68. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32484904>
2. Polukhin N. I., Koloshina K. A., Myzgina G. Kh. Reaction of potato varieties to the aeroponic technologies at mini-tubers growing. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2020;34(1):26-30. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2020-10105>
3. Martirosyan Yu. Ts., Kosobryukhov A. A., Martirosyan V. V. Aeroponic technologies in virus-free seed production: advantages and perspectives. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2016;30(10):47-51. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27175127>
4. Martirosyan Yu. Ts., Polyakova M. N., Dilovarova T. A., Kosobryukhov A. A. Photosynthesis and productivity of potato plants in the conditions of different spectral irradiation. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2013;48(1):107-112. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18791173>
5. Lebedeva V. A., Gadzhiev N. M. O., Ivanov A. V. The length of the tubers dormant period of some potato varieties and their hybrids in the conditions of the Leningrad region. *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2020;(85):121-124. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21515/1999-1703-85-121-124>
6. Tierno R., Carasco A., Ritter E., de Galarreta J. I. R. Differential growth response and minituber production of three potato cultivars under aeroponics and greenhouse bed culture. *American Journal of Potato Research*. 2014;91(4):346-353. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12230-013-9354-8>
7. Koksharova M. K. Minitubers - a valuable landing material in primary seed-growing. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2011;(6):46-48. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=16497031>
8. Chumak M. S., Potapenko L. V., Voloshin A. P. The relevance of soilless growing of plants using the aeroponics method. Modern view of the future of science: Collection of articles of International scientific-practical conf. Vol. Part 2. Ufa: *Aeterna*, 2014. pp. 230-233. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21540786>
9. Aksanova N. P., Konstantinova T. N., Golyanskaya S. A., Sergeeva L. I., Romanova R. A. Regulation of potato tuber dormancy and sprouting. *Fiziologiya rasteniy* = Russian Journal of Plant Physiology. 2013;60(3):307-319. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.7868/S0015330313030020>
10. Rubtsova S. P., Vovchuk O. A., Bakunov A. P. Dynamics of emergence of mini potato tubers from the dormant period depending on the use of various growth stimulants. *Molodoy uchenyy*. 2016;(27-3):51-53. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27535165>
11. Cassan F., Vanderleyden J., Spaepen S. Physiological and agronomical aspects of phytohormone production by model plant-growth-promoting rhizobacteria (PGPR) belonging to the genus *Azospirillum*. Journal of Plant Growth Regulation. 2014;33(2):440-459. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00344-013-9362-4>
12. Draie R., AL-ABSI M. Regulation and control of potato tuber dormancy and sprouting. International Journal of Recent Advances in Multidisciplinary Research. 2019;06(01):4573-4583. URL: https://www.researchgate.net/publication/337404238_Regulation_and_Control_of_Potato_Tuber_Dormancy_and_Sprouting

13. Kolesova O. S., Oves E. V., Boyko V. V., Gaitova N. A., Fenina N. A. Prodolzhitel'nost' perioda pokoya i sokhrannost' mikroklub-ney kartofelya in vitro pri razlichnykh temperaturnykh rezhimakh khrane-niya. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2017;31(6):47-50. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=29822618>

14. Oves E. V., Kolesova O. S., Zhevora S. V. An innovative method for growing potato microtubers *in vitro*. Potato growing: collection of scientific articles, Scientific and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for potato and horticulture. Minsk: *izd-vo Respublikanskoe unitarnoe predpriyatie «Nauchno-prakticheskiy tsentr NAN Belarusi po kartofelevodstvu i plodoovoshchevodstvu»*, 2016. Vol. 24. pp. 353-361.

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=37205196&pff=1>

15. Rubtsov S. L., Bakunov A. L., Milekhin A. V., Dmitrieva N. N. Analysis of biochemical parameters of potato minitubers grown on various biotechnological installations. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* = Izvestia of Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 2017;19(2-4):648-649. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=34966565>

16. Kornatskiy S. A. Innovative technology for growing potato minitubers for primary seed production. *Evraziyskiy Soyuz Uchenykh* = Eurasian Union of Scientists. 2016;(12-2):38-40. (In Russ.).

URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28384443>

Сведения об авторах

✉ **Колошина Кристина Андреевна**, научный сотрудник, и. о. зав. сектора селекции, семеноводства и технологии возделывания картофеля, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», ул. С-200, зд. 5/1, пос. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация, 630501, e-mail: sibniirs@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3439-7861>, e-mail: kristina.koloshina@yandex.ru

Полухин Николай Иванович, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», ул. С-200, зд. 5/1, пос. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация, 630501, e-mail: sibniirs@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3348-6446>

Авдеенко Константин Владимирович, агроном 1 категории, Сибирский научно-исследовательский институт растениеводства и селекции – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук», ул. С-200, зд. 5/1, пос. Краснообск, Новосибирская область, Российская Федерация, 630501, e-mail: sibniirs@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1735-0821>

Information about the authors

✉ **Kristina A. Koloshina**, researcher, Acting Head of the Sector of Breeding, Seed Growing and Potato Cultivation Technology, Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, S-200 street, 5/1, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russian Federation, 630501, e-mail: sibniirs@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-3439-7861>, e-mail: kristina.koloshina@yandex.ru

Nikolay I. Polukhin, PhD in Agricultural Science, leading researcher, Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, S-200 street, 5/1, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russian Federation, 630501, e-mail: sibniirs@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-3348-6446>

Konstantin V. Avdeenko, agronomist of the 1 category, Siberian Research Institute of Plant Production and Breeding – Branch of the Institute of Cytology and Genetics, Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, S-200 street, 5/1, Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russian Federation, 630501, e-mail: sibniirs@bk.ru, ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1735-0821>

✉ – Для контактов / Corresponding author