

## Экологическое испытание оздоровленных *in vitro* сортов картофеля в условиях Центральной Якутии

© 2021. В. Г. Дарханова, Н. С. Строева, И. В. Воронов , Г. В. Филиппова

Институт биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», г. Якутск, Российская Федерация

Проведено экологическое испытание оздоровленных *in vitro* растений-регенерантов картофеля перспективных и районированных сортов в условиях Центральной Якутии на мерзлотной пойменной слоистой солончаковой почве. Для проведения полевого опыта адаптированные к почве клоны (2019 г.) и их клубневое потомство (2020 г.) высаживали в конце мая. Выявлено, что наиболее устойчивыми к условиям открытого грунта были регенеранты сорта Красавчик (выживаемость – 28,0 %), наименее устойчивым – Василёк (1,0 %). Установлено, что среди оздоровленных районированных сортов наиболее толерантным к засушливым условиям вегетации (ГТК = 0,4) и более продуктивным (средняя масса клубня 213,9 г) являлся сорт Адретта. Высокий показатель сохранности клубней (100,0±5,0 %) наблюдался у сорта Адретта (37 шт.) и перспективных сортов Ривьера (18 шт.) и Триумф (40 шт.), у сорта Родриго (16 шт., 94,1±4,7 %), у районированного сорта Василёк (12 шт., 80,0±4,0 %) и перспективного Ассоль (77,3±3,9 %, 17 шт.) данные показатели статистически не различались. Сохранность клубней сорта Красавчик составляла 69,1±4,0 % (241 шт.), у районированного сорта Розара (65 шт., 55,6±2,8 %) и перспективного Илона (21 шт., 55,3±2,8 %) сохранность клубней была одинаковой. Минимальный уровень сохранности клубней наблюдался у сорта Велина (18 шт., 33,3±1,7 %).

**Ключевые слова:** растения-регенеранты, клубневое потомство, оздоровление и размножение картофеля, метод апикальных меристем

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», Институт биологических проблем криолитозоны (тема №0297-2021-0023, ЕГИСУ НИОКТР № АААА-А21-121012190038-0).

Авторы благодарят рецензентов за их вклад экспертную оценку данной работы.

**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Для цитирования:** Дарханова В. Г., Строева Н. С., Воронов И. В., Филиппова Г. В. Экологическое испытание оздоровленных *in vitro* сортов картофеля в условиях Центральной Якутии. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021;22(5):676-681. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.676-681>

Поступила: 26.03.2021

Принята к публикации: 08.10.2021

Опубликована онлайн: 27.10.2021

## Environmental test of improved *in vitro* potato varieties in the conditions of Central Yakutia

© 2021. Valentina G. Darkhanova, Natalya S. Stroeveva, Ivan V. Voronov , Galina V. Filippova

Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Federal Research Center "Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", Yakutsk, Russian Federation

Ecological tests of improved *in vitro* plants - potato regenerants of promising and zoned in Central Yakutia varieties have been carried out on cryogenic flood plain fibrous saline soils. To conduct a field experiment, clones adapted to the soil (2019) and their tuberous offspring (2020) were planted at the end of May. It was revealed that the most resistant to open ground conditions were regenerants of the Krasavchik variety (survival rate - 28.0 %); the least adapted variety was Vasilek (1.0 %). It has been established that among improved zoned varieties the most tolerant to arid conditions of vegetation (hydrothermal coefficient 0.4) and more productive (average tuber weight 213.9 g) was the Adretta variety. High index of tuber safety (100.0±5.0 %) was observed in Adretta variety (37 pcs.) and promising varieties Riviera (18 pcs.), Triumf (40 pcs.) and Rodrigo variety (16 pcs., 94.1±4.7 %). Zoned variety Vasilek (12 pcs., 80.0±4.0 %) and promising variety Assol (77.3±3.9 %, 17 pcs.) had no statistical difference in these indexes. The safety of Krasavchik variety tubers was 69.1±4.0 % (241 pcs.). Zoned variety Rozard (65 pcs., 55.6±2.8 %) and promising Ilona variety had the same tuber safety. Minimum level of tuber safety was observed in Velina variety (18 pcs., 33.3±1.7 %).

**Key words:** regenerant plants, tuberous offspring, improvement and reproduction of potato, apical meristem method

**Acknowledgement:** 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 Federal Research Center "Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences" Institute for Biological Problems of Cryolithozone (theme No. 0297-2021-0023, Unified state information system for recording the results of research and development work № АААА-А21-121012190038-0.).

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 citations:* Darkhanova V. G., Stroeveva N. S., Voronov I. V., Filippova G. V. Environmental test of improved *in vitro* potato varieties in the conditions of Central Yakutia. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2021;22(5):676-681. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2021.22.5.676-681>

Received: 26.03.2021

Accepted for publication: 08.10.2021

Published online: 27.10.2021

Картофель в продовольственном фонде страны имеет высокий уровень значимости, являясь важнейшей сельскохозяйственной культурой, используемой, в том числе как товарная и кормовая продукция [1]. Формирование стабильного уровня урожая в картофелеводстве путем использования здорового посадочного материала и применения новых сортов картофеля в регионах позволят обеспечить полноценный рацион питания граждан страны и использование кормовых сортов в животноводстве. Применение в картофелеводстве методов оздоровления и получение *in vitro* освобожденного от вирусных инфекций посадочного материала, как и апробация новых сортов, обладающих хозяйственно ценными признаками в условиях конкретного субъекта РФ, имеет высокую значимость [2, 3, 4, 5]. По данным Государственного реестра селекционных достижений<sup>1</sup>, на сегодняшний день известно 490 сортов картофеля, из них 13 новых, при этом важной задачей является оценка сортов на безвирусной основе в конкретных почвенно-климатических условиях.

В настоящее время на территории Якутии отсутствуют мероприятия ежегодного мониторинга вирусного заражения используемых сортов картофеля в хозяйствах разного уровня организации, что влияет на распространение и поддержание вирусного пула в клубнях на протяжении долгого времени, при этом в производстве картофеля применяется узкий диапазон сортов из ряда районированных. Новые сорта картофеля не используются из-за непрогнозируемого влияния климатических условий Якутии на показатели урожайности и сохранности клубней.

**Цель исследований** – экологическое испытание в условиях Центральной Якутии оздоровленного *in vitro* посадочного материала районированных и перспективных сортов картофеля разного срока созревания.

В ходе исследования были получены новые данные по экологическому испытанию оздоровленного посадочного материала неко-

торых перспективных и районированных сортов картофеля с применением метода культуры ткани в условиях Центральной Якутии.

**Материал и методы.** В качестве объектов исследования были использованы клубни картофеля районированных на территории Центральной Якутии сортов: Розара, Адретта, Василек, семена перспективных сортов от производителя ООО «Агрофирма «СеДеК»: Велина, Илона, Триумф, Ассоль и асептические растения-регенеранты сортов Ривьера, Красавчик и Родриго, любезно предоставленные ВНИИКС им. А. Г. Лорха.

Для введения в культуру *in vitro* использовали апексы верхушечных и пазушных почек клубней. Получение асептических растений, приготовление и стерилизацию сред проводили по общепринятым методикам [6, 7, 8, 9]. Для оздоровления сортов использовали комбинированный прием, включающий культуру апикальных меристем и химиотерапию с добавлением противовирусного препарата рибавирин в концентрации 50 мг/л в питательную среду [10, 11, 12, 13]. Культивирование растений осуществляли при фотопериоде 16 часов, интенсивности люминесцентного освещения 1-3 тыс. лк, температуре 24 °С. Оздоровленные растения-регенеранты с развитой корневой системой адаптировали к почве в условиях климатической камеры Binder KMF 720 (Германия) при температуре 25 °С и влажности 75 %. Клоны формировали по 10-18 листьев, высота стеблей составляла 14-23 см.

Рассаду сортов из индивидуальных пластиковых стаканчиков в 2019 году высаживали в открытый грунт с умеренным поливом на территории Научно-производственного стационара Марха рендомизированно в четырех повторностях (по 25 растений) [14]. Посадку по схеме 70х30 см проводили в третьей декаде мая, уборку – в первой декаде сентября. Площадь учетной делянки 6 м<sup>2</sup>. Клубни разделяли на три фракции: мелкую (массой 1-21 г), среднюю (массой 22-60 г) и крупную (более 60 г).

<sup>1</sup>Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т.1. «Сорта растений». М.: ФГБНУ «Росинформатех», 2021. 719 с.

Почва на полевом участке мерзлотная пойменная слоистая солончаковатая разной степени, глубина пахотного слоя 25-30 см. Содержание в почве гумуса составляет 3,1 %, общего азота – 0,21 %, обменного натрия – 11,2 % от ёмкости катионного обмена почвы, кислотность – 7,1 единиц pH. Уровень обменных оснований составлял:  $\text{Ca}^{2+}$  – 14,0;  $\text{Mg}^{2+}$  – 9,0;  $\text{Na}^+$  – 3,0;  $\text{K}^+$  – 0,8 мг-экв/100 г.

Для выявления слабозасухоустойчивых растений в первом поколении ирригация почвы не проводилась. Кусты растений-регенерантов и первого клубневого поколения индивидуально накрывались колпаками из агрила. Технология возделывания картофеля была общепринятой для данной территории [15]. Хранение клубней проводили в холодильных камерах при температуре 4 °С, при статистическом анализе показателя сохранности закладывали 5 % ошибку на метод. При проведении исследований в полевых условиях высаживали все фракции полученных клубней. Статистическую обработку данных проводили,

используя t-критерий Стьюдента при уровне значимости  $p \leq 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** В ходе работы выявлено, что из всех исследованных в 2019 году сортов наиболее устойчивы к условиям открытого грунта регенеранты сорта Красавчик (выживаемость – 28,0 %), промежуточное положение занимали Розара и Триумф (7,0 %), Ривьера (4,0 %), Адретта, Велина и Ассоль (3,0 %), Родриго и Илона (2,0 %), наименее адаптированным сортом отмечен Василёк (1,0 %). Вследствие этого, рекомендацией при планировании работ с растениями-регенерантами на открытых грунтах в условиях Центральной Якутии может служить соразмерное увеличение посадочного материала.

Сравнение клубневой продуктивности районированных и перспективных оздоровленных сортов у первого клубневого поколения, оцениваемой по среднему количеству клубней на куст, показало одинаковое значение у сортов Розара, Адретта и перспективного сорта Велина (табл.).

*Таблица – Показатели продуктивности оздоровленных сортов картофеля первого клубневого поколения /*  
*Table – Productivity indicators of improved potato varieties of the first tuberous generation*

Сорт / Variety	Среднее количество клубней на один куст, шт. / Average number of tubers per bush, pieces	Фракция клубней, % / Tuber fraction, %			Средняя масса, г / Average weight, g	
		крупная / large	средняя / medium	мелкая / small	клубней с одного куста / of tubers per bush	одного клубня / of one tuber
Районированные сорта / Zoned varieties						
Розара / Rozara	7,0±0,4 <sup>d</sup>	-	14,5±0,7 <sup>b</sup>	85,5±4,3 <sup>g</sup>	64,0±3,2 <sup>b</sup>	8,9±0,4 <sup>b</sup>
Адретта/ Adretta	7,0±0,4 <sup>d</sup>	7,4±0,4 <sup>c</sup>	39,9±1,9 <sup>g</sup>	52,8±2,6 <sup>c</sup>	213,9±10,7 <sup>f</sup>	29,2±1,5 <sup>c</sup>
Василек/ Vasilek	3,0±0,2 <sup>a</sup>	-	40,6±2,0 <sup>g</sup>	59,4±3,0 <sup>d</sup>	59,9±3,0 <sup>b</sup>	22,5±1,1 <sup>d</sup>
Перспективные сорта / Promising varieties						
Велина / Velina	7,0±0,4 <sup>d</sup>	-	11,2±0,6 <sup>a</sup>	88,8±4,4 <sup>g</sup>	59,4±3,0 <sup>b</sup>	8,0±0,4 <sup>a</sup>
Триумф / Triumf	6,0±0,3 <sup>c</sup>	4,1±0,2 <sup>b</sup>	21,8±1,1 <sup>d</sup>	74,1±3,7 <sup>f</sup>	91,5±4,6 <sup>d</sup>	15,1±0,8 <sup>c</sup>
Ассоль / Assol`	3,0±0,2 <sup>a</sup>	-	41,1±2,1 <sup>g</sup>	58,9±2,9 <sup>d</sup>	47,1±2,4 <sup>a</sup>	14,3±0,7 <sup>c</sup>
Илона / Илона	6,0±0,3 <sup>c</sup>	8,8±0,4 <sup>d</sup>	16,0±0,8 <sup>c</sup>	75,2±3,8 <sup>f</sup>	96,5±4,8 <sup>d</sup>	16,2±0,8 <sup>c</sup>
Красавчик / Krasavchik	6,0±0,3 <sup>c</sup>	2,9±0,1 <sup>a</sup>	30,2±1,5 <sup>c</sup>	66,9±3,3 <sup>c</sup>	103,1±5,2 <sup>d</sup>	16,3±0,8 <sup>c</sup>
Ривьера / Riv`era	3,0±0,2 <sup>a</sup>	26,7±1,3 <sup>f</sup>	35,0±1,7 <sup>f</sup>	38,3±1,9 <sup>a</sup>	124,6±6,3 <sup>c</sup>	37,4±1,9 <sup>f</sup>
Родриго / Rodrigo	4,0±0,2 <sup>b</sup>	13,3±0,7 <sup>e</sup>	41,7±2,1 <sup>g</sup>	45,0±2,3 <sup>b</sup>	71,9±3,6 <sup>c</sup>	21,6±1,1 <sup>d</sup>

Примечание: значения с одинаковыми надстрочными литерами статистически значимо не различались при  $p < 0,05$  /  
 Note: values with the same superscript letters did not have statistically significant difference at  $p < 0.05$

Минимальная продуктивность наблюдалась у районированного сорта Василек и перспективных Ривьера и Ассоль. Следует отметить, у сортов Триумф, Илона и Красавчик клубневая продуктивность в сложившихся погодных условиях была на достаточно хорошем уровне. В 2020 г. агрометеорологические условия были неблагоприятными для роста и развития первого клубневого поколения изученных сортов, значение ГТК составляло 0,4<sup>2</sup>.

Анализ фракций клубней показал, что произрастание в засушливых условиях у первого поколения сортов отражалось на распределении клубней в структуре урожая. Наблюдалось преобладание количества мелких клубней (85,5 %) у сорта Розара, содержание средней фракции клубней у сортов Адретта и Василёк было одинаковым (около 40 %). Отмечено, что среди районированных сортов кусты первого клубневого поколения сорта Адретта имели крупные клубни, за счет которых сохранялась высокая урожайность (213,9 г/куст) и средняя масса клубня (29,2 г).

В ходе клубневых испытаний выявлено, что наиболее толерантным к засушливым условиям и более продуктивным, среди районированных, являлся сорт Адретта. В ходе полевого опыта у первого клубневого поколения перспективного сорта Ривьера выявлено максимальное количество крупных (26,7 %) и минимальное количество мелких (38,3 %) клубней, что отразилось на высокой урожайности (124,6 г/куст) и максимальной средней массе клубней (37,4 г) среди сортов. Перспективный сорт Велина по исследованным показателям был схож с районированным сортом Розара, незначительно уступая по показателям численности клубней среднего размера и средней массе одного клубня. В засушливых условиях у сверххранного сорта Ривьера наблюдалось максимальное количество крупных клубней и минимальное содержание мелкой фракции среди всех исследованных сортов в первом поколении. Исходя из полученных данных, можно предположить, что оздоровленный сверххранный сорт Ривьера может использоваться на территориях с более экстремальными условиями культивирования без дополнительного полива при условии соразмерного увеличения площади посадок. Следует отметить среднеранний сорт Родриго, который также

может использоваться в зонах рискованного земледелия, имея невысокую клубневую продуктивность при значительной доле крупных клубней. У этого сорта, как и у сорта Ривьера, в структуре урожая наблюдался высокий показатель суммы крупных и средних клубней относительно мелкой фракции.

Анализ сохранности клубней, сформированных растениями-регенерантами, показал высокие значения (100,0±5,0 %) у районированного сорта Адретта (37 шт.) и перспективных сортов Ривьера (18 шт.), Триумф (40 шт.) и Родриго (16 шт., 94,1±4,7 %), также статистически она не отличалась у районированного сорта Василёк (12 шт., 80,0±4,0 %) и перспективного сорта Ассоль (17 шт., 77,3±3,9 %). Сохранность клубней у перспективного сорта Красавчик (241 шт., 69,1±4,0 %), районированного сорта Розара (65 шт., 55,6±2,8 %) и перспективного сорта Илона (21 шт., 55,3±2,8 %) была одинаковой. Минимальный уровень сохранности клубней наблюдался у раннеспелого сорта Велина (18 шт., 33,3±1,7 %), что может объясняться наличием большего количества мелкой фракции.

**Выводы.** Проведено экологическое испытание оздоровленного посадочного материала перспективных и районированных сортов картофеля с применением комплексного метода апикальных меристем и химиотерапии. Выявлено, что регенеранты сорта Красавчик характеризовались как наиболее устойчивые к условиям открытого грунта (выживаемость – 28,0 %), наименее адаптированным сортом являлся Василёк (1,0 %).

По предварительным данным установлено, что наиболее толерантным к засушливым условиям вегетации (ГТК = 0,4) и более продуктивным среди оздоровленных районированных являлся сорт Адретта.

Полученные данные дают возможность предположить, что сверххранный сорт Ривьера и среднеранний сорт Родриго могут использоваться на территориях с более экстремальными условиями культивирования. Учитывая разные погодные условия Центральной Якутии, предложено одновременно использовать в хозяйстве сорта с разной продолжительностью вегетационного периода для компенсации непрогнозируемых проявлений условий произрастания на урожай.

---

<sup>2</sup>Климатический мониторинг. Справочно-информационный портал «Погода и климат». 2004-2021. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru> (дата обращения 11.10.2020).



По показателю сохранности клубней выявили, что высокими значениями ( $100,0 \pm 5,0$  %) характеризовались районированный сорт Адретта (37 шт.) и три перспективных сорта:

Ривьера (18 шт.), Триумф (40 шт.) и Родриго (16 шт.,  $94,1 \pm 4,7$  %), минимальный уровень сохранности клубней наблюдался у сорта Велина (18 шт.  $33,3 \pm 1,7$  %).

#### Список литературы

1. Смирнов Н. А. Значимость картофелеводства в аграрной экономике и обеспечении продовольственной независимости региона. Азимут научных исследований: экономика и управление. 2016;5(3(16)):183-188. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27198795>
2. Артюхова С. И., Киргизова И. В. Биотехнология оздоровления сибирского картофеля от вирусов. Омск: изд-во ОмГТУ, 2015. 136 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26197993>
3. Коршунов А. В., Симаков Е. А., Лысенко Ю. Н., Анисимов Б. В., Митюшкин А. В., Гаитов М. Ю. Актуальные проблемы и приоритетные направления развития картофелеводства. Достижения науки и техники АПК. 2018;32(3):12-20. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10303>
4. Барсукова Е. Н., Ким И. В., Чекушкина Т. Н. Оздоровление и микроразмножение *in vitro* сортов картофеля для безвирусного семеноводства. Дальневосточный аграрный вестник. 2018;(4(48)):20-26. DOI: <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2018-14076>
5. Усков А. И. Воспроизводство оздоровленного исходного материала для семеноводства картофеля: 3. размножение исходных растений. Достижения науки и техники АПК. 2009;(12):17-20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14873175>
6. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М.: Наука, 1964. 272 с.
7. Калинин Ф. Л., Сарнацкая В. В., Полищук В. Е. Методы культуры тканей в физиологии и биохимии растений. Киев: Наукова думка, 1980. 488 с.
8. Антонова О. Ю., Апаликова О. В., Ухатова Ю. В., Крылова Е. А., Шувалов О. Ю., Шувалова А. Р., Гавриленко Т. А. Оздоровление микрорастений трех культурных видов картофеля (*Solanum tuberosum* L., *S. phureja* Juz. & Buk. и *S. stenotomum* Juz. & Buk.) от вирусов методом комбинированной термо-химиотерапии. Сельскохозяйственная биология. 2017;52(1):95-104. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.1.95rus>
9. Cassells A. C., Long R. D. The elimination of potato viruses X, Y, S and M in meristem and explant cultures of potato in the presence of Virazole. Potato Res. 1982;25:165-173. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02359803>
10. Faccioli G., Loebenstein G., Berger P. H., Brunt A. A., Lawson R. H. Control of potato viruses using meristem and stem-cutting cultures, thermotherapy and chemotherapy. In: Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes. Springer Netherlands, 2001. pp. 365-390. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0842-6\\_28](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0842-6_28)
11. Kornova K., Michailova J. Optimizing the rooting process in propagation of kazanlak oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) *in vitro*. Propagation of Ornamental Plants. 2008;8(4):224-229. URL: [http://www.journal-pop.org/2008\\_8\\_4\\_224-229.html](http://www.journal-pop.org/2008_8_4_224-229.html)
12. Thomas P., Prabhakara B. S., Pitchaimuthu M. Cleansing the long-term micropropagated triploid watermelon cultures from covert bacteria and field testing the plants for clonal fidelity and fertility during the 7-10 year period *in vitro*. Plant Cell, Tissue and Organ Culture. 2006;85:317-329. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11240-006-9083-5>
13. Tyukavin G. B., Shmykova N. A., Monakhova M. A. Cytological study of embryogenesis in cultured carrot anthers. Russian journal of Plant physiology. 1999;46(6):767-773.
14. Байрамбеков Ш. Б., Галкин А. Н., Гарьянова Е. Д. Использование рассады для получения сверхурожая картофеля. Научный журнал КубГАУ. 2016;121(07):1-10. DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-121-084>
15. Технология возделывания семенного картофеля в условиях Якутии: методические рекомендации. Отв. ред.: П. П. Охлопкова. Составители: П. П. Охлопкова, С. П. Ефремова, Н. С. Яковлева, Т. В. Слепцова, М. Н. Иванова. РАСХН СО, Якутский НИИСХ. Якутск, 2010. 56 с. Режим доступа: <https://e.nlr.ru/online/view/14004/files/assets/basic-html/page-4.html#>

#### References

1. Smirnov N. A. *Znachimost' kartofelevodstva v agrarnoy ekonomike i obespechenii prodovol'stvennoy nezavisimosti regiona*. [The importance of potato in the agricultural economy and ensuring food independence of the region]. *Azimut nauchnykh issledovaniy: ekonomika i upravlenie* = Azimuth of scientific research: economics and administration. 2016;5(3(16)):183-188. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=27198795>
2. Artyukhova S. I., Kirgizova I. V. *Biotehnologiya ozdorovleniya sibirskogo kartofelya ot virusov*. [Biotechnology for the recovery of Siberian potatoes from viruses]. Омск: изд-во ОмГТУ, 2015. 136 с. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=26197993>
3. Korshunov A. V., Simakov E. A., Lysenko Yu. N., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Gaitov M. Yu. *Aktual'nye problemy i prioritetye napravleniya razvitiya kartofelevodstva*. [Actual problems and priority directions of innovative development of potato breeding]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2018;32(3):12-20. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10303>
4. Barsukova E. N., Kim I. V., Chekushkina T. N. *Ozdorovlenie i mikrorazmnozhenie in vitro sortov kartofelya dlya bezvirusnogo semenovodstva*. [Improvement and in vitro micropropagation of potato varieties for disease-free seed growing]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik* = Far Eastern Agrarian Herald. 2018;(4(48)):20-26. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2018-14076>
5. Uskov A. I. *Vospriizvodstvo ozdorovlennogo iskhodnogo materiala dlya semenovodstva kartofelya: 3. Razmnozhenie iskhodnykh rasteniy*. [Reproduction of basic material for seed potato production: 3. basic plants propagation]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2009;(12):17-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=14873175>
6. Butenko R. G. *Kul'tura izolirovannykh tkaney i fiziologiya morfogeneza rasteniy*. [Isolated tissue culture and physiology of plant morphogenesis]. Moscow: Nauka, 1964. 272 p.

7. Kalinin F. L., Sarnatskaya V. V., Polishchuk V. E. *Metody kul'tury tkaney v fiziologii i biokhimii rasteniy*. [Tissue culture methods in plant physiology and biochemistry]. Kiev: *Naukova dumka*, 1980. 488 p.
8. Antonova O. Yu., Apalikova O. V., Ukhatova Yu. V., Krylova E. A., Shuvalov O. Yu., Shuvalova A. R., Gavrilenko T. A. *Ozдорovlenie mikrorasteniy trekh kul'turnykh vidov kartofelya (Solanum tuberosum L., S. phureja Juz. & Buk. i S. stenotomum Juz. & Buk.) ot virusov metodom kombinirovannoy termo-khimioterapii*. [Eradication of viruses in microplants of three cultivated potato species (*Solanum tuberosum* L., *S. phureja* Juz. & Buk., *S. stenotomum* Juz. & Buk.) using combined thermo-chemotherapy method]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* = Agricultural Biology. 2017;52(1):95-104. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.1.95rus>
9. Cassells A. C., Long R. D. The elimination of potato viruses X, Y, S and M in meristem and explant cultures of potato in the presence of Virazole. *Potato Res.* 1982;25:165-173. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF02359803>
10. Faccioli G., Loebenstein G., Berger P. H., Brunt A. A., Lawson R. H. Control of potato viruses using meristem and stem-cutting cultures, chemotherapy and chemotherapy. In: *Virus and virus-like diseases of potatoes and production of seed-potatoes*. Springer Netherlands, 2001. pp. 365-390. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-94-007-0842-6\\_28](https://doi.org/10.1007/978-94-007-0842-6_28)
11. Kornova K., Michailova J. Optimizing the rooting process in propagation of kazanlak oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) *in vitro*. *Propagation of Ornamental Plants*. 2008;8(4):224-229. URL: [http://www.journal-pop.org/2008\\_8\\_4\\_224-229.html](http://www.journal-pop.org/2008_8_4_224-229.html)
12. Thomas P., Prabhakara B. S., Pitchaimuthu M. Cleansing the long-term micropropagated triploid watermelon cultures from covert bacteria and field testing the plants for clonal fidelity and fertility during the 7-10 year period *in vitro*. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 2006;85:317-329. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11240-006-9083-5>
13. Tyukavin G. B., Shmykova N. A., Monakhova M. A. Cytological study of embryogenesis in cultured carrot anthers. *Russian journal of Plant physiology*. 1999;46(6):767-773.
14. Bayrambekov Sh. B., Galkin A. N., Gar'yanova E. D. *Ispol'zovanie rassady dlya polucheniya sverkhtrannego urozhaya kartofelya*. [Usage of seedlings for receiving ultraearly harvests of potato]. *Nauchnyy zhurnal KubGAU*. 2016;121(07):1-10. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.21515/1990-4665-121-084>
15. *Tekhnologiya vozdel'yvaniya semennogo kartofelya v usloviyakh Yakutii: metodicheskie rekomendatsii*. [Technology of cultivation of seed potatoes in the conditions of Yakutia: methodological recommendations]. *Otv. red.: P. P. Okhlopko. Sostaviteli: P. P. Okhlopko, S. P. Efremova, N. S. Yakovleva, T. V. Sleptsova, M. N. Ivanova. RASKhN SO, Yakutskiy NIISKH*. Yakutsk, 2010. 56 p. URL: <https://e.nlr.ru/online/view/14004/files/assets/basic-html/page-4.html#>

#### **Сведения об авторах**

**Дарханова Валентина Гаврильевна**, инженер-исследователь Ботанического отдела Института биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», пр. Ленина, д. 41, г. Якутск, Российская Федерация, 677980, e-mail: [bio@ibpc.ysn.ru](mailto:bio@ibpc.ysn.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8789-5147>

**Строева Наталья Семеновна**, инженер-исследователь Ботанического отдела Института биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», пр. Ленина, д. 41, г. Якутск, Российская Федерация, 677980, e-mail: [bio@ibpc.ysn.ru](mailto:bio@ibpc.ysn.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2803-4440>

✉ **Воронов Иван Васильевич**, кандидат биол. наук., старший научный сотрудник Ботанического отдела Института биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», пр. Ленина, д. 41, г. Якутск, Российская Федерация, 677980, e-mail: [bio@ibpc.ysn.ru](mailto:bio@ibpc.ysn.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5460-4024>, e-mail: [viv\\_2002@mail.ru](mailto:viv_2002@mail.ru)

**Филиппова Галина Валерьевна**, кандидат биол. наук., старший научный сотрудник Ботанического отдела Института биологических проблем криолитозоны Сибирского отделения Российской академии наук – обособленное подразделение ФГБУН Федерального исследовательского центра «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук», пр. Ленина, д. 41, г. Якутск, Российская Федерация, 677980, e-mail: [bio@ibpc.ysn.ru](mailto:bio@ibpc.ysn.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2024-6062>

#### **Information about the authors**

**Valentina G. Darhanova**, research engineer, the Botanical Department, Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Federal Research Center "Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", Lenin Ave. 41, Yakutsk, 677980, Russian Federation, e-mail: [bio@ibpc.ysn.ru](mailto:bio@ibpc.ysn.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8789-5147>

**Natalya S. Stroevea**, research engineer, the Botanical Department, Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Federal Research Center "Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", Lenin Ave. 41, Yakutsk, 677980, Russian Federation, e-mail: [bio@ibpc.ysn.ru](mailto:bio@ibpc.ysn.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2803-4440>

✉ **Ivan V. Voronov**, PhD in Biological Science, senior researcher, the Botanical Department, Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Federal Research Center "Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", Lenin Ave. 41, Yakutsk, 677980, Russian Federation, e-mail: [bio@ibpc.ysn.ru](mailto:bio@ibpc.ysn.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5460-4024>, e-mail: [viv\\_2002@mail.ru](mailto:viv_2002@mail.ru)

**Galina V. Filippova**, PhD in Biological science, senior researcher, the Botanical Department, Institute for Biological Problems of Cryolithozone, Federal Research Center "Yakutsk Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences", Lenin Ave. 41, Yakutsk, 677980, Russian Federation, e-mail: [bio@ibpc.ysn.ru](mailto:bio@ibpc.ysn.ru), e-mail: [bio@ibpc.ysn.ru](mailto:bio@ibpc.ysn.ru), ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2024-6062>

✉ – Для контактов / Corresponding author