



## Изучение нового сорта картофеля Вычегодский по комплексу хозяйственно ценных признаков

© 2020. А. Г. Тулинов✉, А. Ю. Лобанов

Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, Российская Федерация

В условиях Республики Коми в 2017-2019 гг. проведена комплексная оценка нового среднераннего столового сорта картофеля Вычегодский. В качестве стандартов использовали два районированных и один рекомендованный для I Северного региона РФ сорта картофеля с разными сроками созревания и параметрами отзывчивости на условия среды (коэффициент линейной регрессии урожая сортов  $b_i$ ): Удача – ранний, слабо реагирующий ( $b_i = 0,5$ ); Невский – среднеранний, обладающий зависимостью, близкой к линейной ( $b_i = 1,0$ ); сорт местной селекции Зырянец – среднеранний, наиболее отзывчивый ( $b_i = 1,7$ ). В 2017 году установлено достоверное превышение урожайности клубней сорта Вычегодский над стандартом Невский на 7,0 т/га. В среднем за три года исследований урожайность нового сорта составила 27,2 т/га (на 1,7-2,0 т/га выше контрольных сортов). Формирование урожая сорта Вычегодский происходило преимущественно в последние 20 дней вегетации: набор средней массы клубня увеличился за этот период на 134 %. В целом же сорт Вычегодский формировал 10-12 клубней массой 40-60 г. Пластичность сорта умеренная ( $b_i = 1,2$ ), что оптимально для зоны рискованного земледелия. Содержание сухого вещества – 24,1 %, крахмала – 15,7 %, витамина С – 11,2 мг%. Сорт Вычегодский продемонстрировал высокую устойчивость к основным заболеваниям, поражающим ботву и клубни в период летней вегетации (фитофтороз, альтернариоз, ризоктониоз, парша обыкновенная). Молекулярно-генетическое экспертное исследование ДНК было проведено на наличие 10 основных маркер-генов устойчивости. Обнаружены гены, отвечающие за устойчивость сорта Вычегодский к раку картофеля и золотистой картофельной нематоды.

**Ключевые слова:** *Solanum tuberosum*, урожайность, качество, болезни, экологическая пластичность, гены

**Благодарности:** работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания № 0333-2019-0008-С-01, Рег. № НИОКТР АААА-А19-119031390055-1 и Государственного задания № 0412-2019-0051, Рег. № НИОКТР АААА-А20-120022790009-4.

Авторы выражают благодарность научно-производственной компании ООО «Синтол» за проведение генетической паспортизации нового сорта Вычегодский.

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

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

**Для цитирования:** Тулинов А. Г., Лобанов А. Ю. Изучение нового сорта картофеля Вычегодский по комплексу хозяйственно ценных признаков. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2020;21(3):283-292.

DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.3.283-292>

Поступила: 09.04.2020

Принята к публикации: 04.06.2020

Опубликована онлайн: 23.06.2020

## The study of a new potato variety Vychedodsky according to a set of economically valuable traits

© 2020. Aleksei G. Tulinov✉, Aleksander Yu. Lobanov

Institute of Agrobiotechnology, Federal Research Center, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktuvkar, Russian Federation

In the conditions of the Komi Republic in 2017-2019 a comprehensive assessment of the new medium early table variety of potato Vychedodsky was carried out. Two zoned and one recommended for the I Northern region of the Russian Federation potato varieties were used as standard. They had different periods of ripening and various parameters of responsiveness to environmental conditions (linear regression coefficient of the yield of varieties  $b_i$ ). The varieties were Udacha (recommended) - early, poorly responsive ( $b_i = 0.5$ ), Nevsky (zoned) - medium early, with close to linear dependence ( $b_i = 1.0$ ) and the variety of local selection Zyryanets (zoned) - medium early, with the highest response coefficient ( $b_i = 1.7$ ). In 2017, the significant excess by 7.0 t/ha of the yield of tubers of the Vychedodsky variety over the Nevsky standard was determined. On average for three years of research the productivity of the new variety was 27.2 t/ha (1.7-2.0 t/ha higher than the controls). The yield of Vychedodsky variety was formed mainly during the last 20 days of vegetation, and the average weight of a tuber had increased by 134% during that period. On the whole, Vychedodsky variety formed 10-12 tubers weighing 40-60 g. The plasticity of the variety is moderate ( $b_i = 1.2$ ), which is optimal for a risk farming zone. The dry matter content is 24.1%, starch is 15.7%, and vitamin C is 11.2 mg%. Vychedodsky variety has demonstrated high resistance to major diseases affecting the tops and tubers during the summer vegetation period (late blight, alternariosis, rhizoctoniosis, common scab). A molecular genetic expert study of DNA for the presence of 10 major resistance marker genes has been conducted. Genes responsible for the resistance of the Vychedodsky variety to potato cancer and golden potato nematode have been revealed.

**Keywords:** *Solanum tuberosum*, productivity, quality, diseases, ecological plasticity, genes

**Acknowledgement:** the research was carried out under the financial support of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation within the state assignment No. 0333-2019-0008-C-01, Reg. No. SREDTW AAAA-A19-119031390055-1 and State assignment No.0412-2019-0051, Reg. No. SREDTW AAAA-A20-120022790009-4.

The authors are grateful to the research and production company LLC «Syntol» for carrying out genetic certification of the new Vychegodsky variety.

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:** Tulinov A. G., Lobanov A. Yu. The study of a new potato variety Vychegodsky according to a set of economically valuable traits. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2020;21(3):283-292. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2020.21.3.283-292>

Received: 09.04.2020

Accepted for publication: 04.06.2020.

Published online: 23.06.2020

Ежегодно в Госреестр РФ включаются десятки сортов картофеля, а исключаются – единицы [1, 2]. Однако нестабильность условий выращивания требует непрерывности селекционного процесса и его совершенствования. Происходит глобальное изменение климата, различные болезни и вредители сельскохозяйственных культур все более и более успешно противостоят используемым препаратам защиты растений, поражают сорта, ранее считавшиеся устойчивыми к ним [3, 4, 5, 6, 7]. В связи с этим основное направление работы Института агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН – селекция сельскохозяйственных культур, в частности картофеля.

В 2017 году был завершен один из этапов селекционного процесса, по результатам которого выведен сорт столового назначения Вычегодский [8, 9]. Сорт передан в Государственную комиссию Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений.

Данный сорт адаптирован к природно-климатическим условиям Республики Коми, которая относится к зоне рискованного земледелия: низкая сумма активных температур в течение периода вегетации ( $>1200^{\circ}\text{C}$ ); возвратные заморозки (до первой декады июня); ранние летние заморозки (конец августа); неравномерное распределение влаги в течение лета (избыточное увлажнение в начале и конце периода вегетации с частыми засухами в середине) [10]. Длинный световой день в июне-июле (до 16-18 часов) приводит к тому, что урожай картофеля формируется преимущественно в августе, причем на это отводится всего 2-3 недели, после чего происходит массовое поражение ботвы болезнями от чрезмерного увлажнения и ночных заморозков. В связи с этим, к получаемым сортам предъявляется ряд условий, задающих общее направление селекционного процесса в Республике Коми: срок созревания не более 90 дней; высокая товарность клубней с 65-го по 90-ый день

от посадки; среднее число клубней в гнезде 8-10 шт.; высокая устойчивость к фитофторозу и другим заболеваниям по ботве [11].

Соответствие данным параметрам необходимо проверять до рекомендаций новых сортов картофеля производству [12, 13, 14]. В связи с этим в течение трех лет (2017-2019 гг.) были проведены дополнительные исследования сорта Вычегодский на показатель урожайности, качественные признаки, экологическую пластичность, а также получены результаты генетической паспортизации.

**Цель исследований** – изучить сорт картофеля Вычегодский по комплексу ценных хозяйственных признаков, резистентности к болезням, экологической пластичности и провести скрининг с использованием ДНК-маркеров на наличие генов устойчивости к патогенам для выращивания в условиях Крайнего Севера.

**Материал и методы.** Для комплексной оценки сорта картофеля Вычегодский были проведены научные исследования, которые включали в себя полевой опыт в течение трех лет (2017-2019 гг.) и генетическую паспортизацию. В полевых условиях оценивали урожайность сорта и его экологическую пластичность, фракционный и химический состав клубней. В ходе генетической паспортизации проведен поиск на наличие 10 основных маркеров генетической устойчивости.

Испытания проводили на экспериментальных полях института в шестипольном культурном севообороте, предшественник – однолетние травы. Дерново-подзолистая почва участка содержит в среднем: 3,3 % гумуса, 90,0 мг/кг азота, 597,5 мг/кг фосфора, 103,7 мг/кг почвы калия. Кислотность почвы – нейтральная ( $\text{pH}_{\text{кел}} 6,4$ ). Анализы почвы выполнены по общепринятым методикам и ГОСТам в аналитической лаборатории ФГБУ САС «Сыктывкарская» (Республика Коми, г. Сыктывкар).

Картофель был высажен по общепринятой для сельскохозяйственных предприятий Республики Коми технологии [15]: глубина посадки 8-10 см; густота – 47600 кустов на га; схема посадки – 70х30 см. Технология включает в себя: весеннюю вспашку; обработку почвы дисковыми боронами на глубину до 15-20 см; внесение минеральных удобрений, рассчитанных по выносу, исходя из планируемого урожая в 25 т/га (N150P50K200); предпосадочное формирование гребней с последующей высадкой в них картофеля четырехрядной сажалкой СН-4Б. Защитные мероприятия против сорняков включали двукратную междурядную обработку культиватором. Обработку химическими препаратами от болезней и вредителей не осуществляли. Площадь учетной делянки – 50 м<sup>2</sup>, в четырехкратной повторности<sup>1</sup>.

Картофель высаживали в первой декаде июня, при установлении оптимальной температуры почвы 10 °С, полную уборку клубней осуществляли на 90-ый день после посадки вместе с учетом общей урожайности. В качестве контроля использовали два районированных и один рекомендованный для Республики Коми (I Северный регион РФ) сорта столового назначения с разными параметрами отзывчивости на условия среды<sup>2</sup>: Удача (рекомендованный) – ранний, слабо реагирующий (не пластичный); Невский (районированный) – среднеранний, обладающий зависимостью, близкой к линейной; сорт местной селекции Зырянец (районированный) – среднеранний, с высоким коэффициентом отзывчивости [16, 17, 18].

Учет урожайности сортов и фракционный состав клубней (среднее количество и масса одного клубня) проводили дважды – на 70-ый и 90-ый день от посадки<sup>3</sup>. Клубни, отобранные на 90-ый день, анализировали на содержание сухого вещества (ГОСТ 31640-2012),

крахмала (ГОСТ 26176-91) и витамина С (ГОСТ 24556-89) в ФГБУ САС «Сыктывкарская».

Оценка экологической пластичности сорта Вычегодский дана на основе методик S. A. Eberhart, W. A. Russell [19] и В. А. Зыкина<sup>4</sup>. Статистическую обработку полученных в результате исследований данных проводили путем дисперсионного анализа<sup>5</sup> с помощью пакета программ Microsoft Office Excel 2007.

Генетическая паспортизация сорта Вычегодский выполнена научно-производственной компанией ООО «Синтол»<sup>6</sup>. Молекулярно-генетическое экспертное исследование ДНК проведено на наличие следующих 10 маркеров генов устойчивости: RYSC3; Ry186; YES3-3A (к Y-вирусу картофеля); TG-689; 57R; N195; Gro 1-4-1 (Золотистая картофельная нематода); Gro 2-2 (Бледная картофельная нематода); Sen 1 (Рак картофеля); PVX (X-вирус) [20, 21].

**Результаты и их обсуждение.** Метеорологические условия (табл. 1) за период вегетации характеризовались температурой, превышающей климатическую норму на 0,4-0,7 °С в 2018 и 2019 годах и пониженной (на 0,2 °С) в 2017 году. Количество осадков во все годы наблюдений было выше нормы. В среднем за три года количество осадков было на 20-25 % выше средних многолетних показателей.

Июнь характеризовался в целом пониженной температурой по сравнению со средней многолетней. Особенно это характерно для 2017 года, когда она была ниже на 1,8 °С. При этом первая декада июня 2018 года оказалась особенно холодной – всего 7,1 °С, фиксировались ночные заморозки. Все это проходило на фоне большого количества осадков, превышающих климатическую норму на 30-60 %. Таким образом, картофель в первый месяц после посадки во все годы наблюдения произрастал в условиях холодной сырой погоды, что отрицательно сказывалось на его росте и развитии.

<sup>1</sup> Коршунов А. В. Многофакторные опыты по картофелю (планирование, проведение, анализ). М.: ВНИИКС, 2002. 100 с.

<sup>2</sup> Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1: Сорта растений: официальное издание. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2018. 516 с.

<sup>3</sup> Симаков Е. А., Склярова Н. П., Яшина И. М. Методические указания по технологии селекционного процесса картофеля. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2006. 70 с.

<sup>4</sup> Зыкин В. А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: методические рекомендации. Новосибирск: Сиб. отделение ВАСХНИЛ, 1984. 24 с.

<sup>5</sup> Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Колос, 1979. 416 с.

<sup>6</sup> Инструкция пользователя набора реагентов «ГенЭксперт «Картофель». ООО «Синтол», 2018; Инструкция пользователя набора реагентов «ГенЭксперт «Маркеры генов устойчивости картофеля». ООО «Синтол», 2018; Руководство оператора генетического анализатора Нанофор 05. ООО НПФ «Синтол», 2017; Инструкция к ПО «ГенЭксперт «Картофель» (версия: 5.0.1.16). ООО «Синтол», 2019.

Таблица 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов (2017-2019 гг.) /  
 Table 1 – Meteorological conditions of the vegetation periods (2017-2019)

Месяц / Month	Декада / Decade	Средняя температура, °C / Average temperature, °C				Количество осадков, мм / Rainfall, mm			
		2017 г.	2018 г.	2019 г.	климатическая норма / climate norm	2017 г.	2018 г.	2019 г.	климатическая норма / climate norm
Июнь / June	I	10,5	7,1	13,2	11,7	20,2	35,6	67,0	18,0
	II	14,4	12,8	12,3	14,4	43,0	30,9	10,0	19,0
	III	12,3	20,5	15,2	16,4	32,5	9,4	18,0	20,0
За месяц / Per month		<b>12,4</b>	<b>13,5</b>	<b>13,6</b>	<b>14,2</b>	<b>95,7</b>	<b>75,9</b>	<b>95,0</b>	<b>57,0</b>
Июль / July	I	15,8	18,2	15,7	16,5	13,6	36,9	16,0	24,0
	II	20,6	20,7	15,4	16,8	9,7	39,8	32,0	25,0
	III	18,6	19,4	14,9	16,6	53,0	26,3	86,0	27,0
За месяц / Per month		<b>18,3</b>	<b>19,4</b>	<b>15,3</b>	<b>16,6</b>	<b>76,3</b>	<b>103,0</b>	<b>134,0</b>	<b>76,0</b>
Август / August	I	15,0	15,6	15,6	15,6	60,4	16,2	15,0	24,0
	II	16,6	14,8	13,3	14,0	16,0	24,3	12,0	23,0
	III	16,4	13,2	13,2	12,2	7,1	11,4	10,0	22,0
За месяц / Per month		<b>16,0</b>	<b>14,5</b>	<b>14,0</b>	<b>13,9</b>	<b>83,5</b>	<b>51,9</b>	<b>37,0</b>	<b>69,0</b>
За период вегетации / During the vegetation period		<b>12,9</b>	<b>13,8</b>	<b>13,5</b>	<b>13,1</b>	<b>316,5</b>	<b>308,2</b>	<b>350,0</b>	<b>252,0</b>

Июль 2017 и 2018 годов был жарким, средняя месячная температура на 2-3 °C превышала среднюю многолетнюю на фоне нормального режима осадков в 2017 и повышенного в 2018 годах. Июль 2019 года оказался на 1,3 °C холоднее при уровне осадков, в два раза превышающем средние многолетние наблюдения.

Погодные условия в августе также сильно различались по годам. В 2017 году температура была на 2 °C выше климатической нормы на фоне повышенного количества осадков (+20 %). В 2018 и 2019 годах температура была на уровне средних многолетних наблюдений, при этом осадков выпало на 35-45 % ниже нормы.

Таким образом, в течение трех лет наблюдений зафиксированы все основные явления неустойчивого климата – возвратные летние заморозки в 2018 году, избыток влаги на фоне пониженных температур, засуха в период формирования урожая в августе 2018 и 2019 годов, что позволяет характеризовать Республику Коми как зону рискованного земледелия.

Для того чтобы дать оценку взаимодействия погодных факторов в 2017-2019 гг. и изучаемых сортов картофеля, произвели расчет индекса условий среды на основании общей

урожаемости клубней на 90-ый день от посадки (табл. 2). Лучшие условия складывались в 2019 году, худшие – в 2018 г. Это можно объяснить тем, что возвратные заморозки в первой декаде июня на фоне большого количества осадков, а также недостаток влаги на фоне повышенной температуры в августе месяце в период формирования урожая оказали сильное отрицательное воздействие на продуктивность клубней (19,9-23,7 т/га). В свою очередь умеренные температуры 2019 года, а также большое количество осадков в июле месяце, позволили картофелю сформировать наибольший урожай по все годы наблюдений (27,4-33,2 т/га).

На основании урожайности и индекса условий среды можно вывести коэффициент линейной регрессии урожая сортов  $b_i$ , показывающий их реакцию на изменение условий выращивания. Установлено, что в погодных условиях Республики Коми наиболее отзывчивым на изменения условий среды является сорт Зырянец ( $b_i = 1,7$ ), а наименее отзывчивым – Удача ( $b_i = 0,5$ ). Сорт Невский отличается полным соответствием изменения урожайности к изменению условий выращивания ( $b_i = 1,0$ ). Изучаемый сорт Вычегодский оказался отзывчивым на изменения условий среды ( $b_i = 1,2$ ).

Таблица 2 – Динамика изменения урожайности картофеля (2017-2019 гг.) /  
 Table 2 – Dynamics of changes in potato productivity (2017-2019)

Сорт / Variety	Урожайность, т/га / Productivity, t/ha								b <sub>i</sub>
	70-ый день / 70th day				90-ый день / 90th day				
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее / average	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее / average	
Вычегодский / Vychegodsky	11,2±1,4	10,2±1,4	17,3±2,2	12,9	29,8±0,4	19,9±1,4	31,9±0,6	27,2	1,2
Зырянец, st. / Zyryanets, st.	13,8±1,2	11,3±1,5	17,1±3,0	14,1	26,0±3,6	16,3±1,4	33,2±1,1	25,2	1,7
Удача, st. / Udacha, st.	13,4±1,5	14,1±0,4	18,2±2,1	15,2	26,8±2,9	22,1±1,5	27,4±2,0	25,4	0,5
Невский, st. / Nevsky, st.	18,7±2,8	13,5±1,7	16,8±1,0	16,3	22,8±2,5	23,7±0,5	30,0±1,2	25,5	1,0
НСР <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	3,2	4,7	4,7	-	6,6	4,4	4,9	-	-
Индекс условий среды / Index of environment conditions					0,5	-5,3	4,8	-	-

Таким образом, в условиях рискованного земледелия наиболее оптимально использовать сорта Вычегодский и Удача. Самая высокая средняя урожайность за период наблюдений (27,2 т/га) и коэффициент регрессии 1,2 свидетельствуют о том, что сорт Вычегодский способен давать стабильные урожаи при значительном изменении погодных условий. Сорт Удача с коэффициентом 0,5 практически не реагирует на изменение внешних условий, но при этом обладает более низкой средней урожайностью по сравнению с сортом Вычегодский. Использование сорта Зырянец в условиях Республики Коми несет в себе значительные риски из-за его высокой реакции на изменения погодных условий. В холодные сырые годы данный сорт склонен значительно снижать свою урожайность.

Анализ полученной урожайности к 70-ому дню после посадки показал, что все сорта дают равноценный урожай, за исключением 2017 года, когда сорт Невский достоверно превысил остальные варианты на 4,9-7,5 т/га, чему способствовала теплая погода и осадки в пределах климатической нормы. При этом к 90-му дню данный сорт достоверно уступал по урожайности Вычегодскому на 7,0 т/га. В целом же установлено, что клубни картофеля сорта Вычегодский набирают товарную массу преимущественно в последние 20 дней вегетации, в то время как у сортов Невский и Удача к первому учету получено уже 60-65 % от общего урожая. К 90-ому дню клубни дан-

ного сорта были полностью сформированы, что позволяет отнести его к среднеранней группе. По результатам проведенных трехлетних исследований Вычегодский превзошел остальные сорта в опыте в среднем на 1,8-2,0 т/га.

Эти данные подтверждает анализ структуры урожая на 70-ый и 90-ый день от посадки (табл. 3). Если к первому учету сорт Вычегодский в среднем формировал 12 клубней массой 20,7 г, то ко второму их масса составляла 48,4 г, или +134 %, остальные сорта давали прирост за 20 дней всего 70-75 %.

В целом же по структуре урожая сорт Вычегодский был близок к сортам Удача и Невский (10-14 клубней в гнезде массой 40-60 г). Заметно отличался сорт Зырянец, который имел меньше более крупных клубней в гнезде (6-12 шт. со средней массой 45-70 г).

Химический анализ клубней картофеля (рис. 1) показал, что сорт Вычегодский по содержанию сухого вещества на 1,2-2,6 процентных пункта превосходит остальные изучаемые сорта (24,1 %). Данный сорт также выделялся по содержанию витамина С в клубнях картофеля – 11,2 мг%. По содержанию крахмала лучшим оказался сорт Зырянец – 16,3 %, что на 0,6-1,1 процентных пункта выше, чем у остальных сортов.

В период вегетации также проводился учет поражения ботвы и клубней растений такими заболеваниями, как фитофтороз, ризоктониоз, альтернариоз и парша обыкновенная согласно методике<sup>7</sup>.

<sup>7</sup>Киру С. Д., Костина Л. И., Трускинов Э. В., Зотеева Н. М., Рогозина Е. В., Королева Л. В., Фомина В. Е., Палеха С. В., Косарева О. С., Кирилов Д. А. Методические указания по поддержанию и изучению мировой коллекции картофеля. СПб.: ГНУ ГНЦ ВИР РФ, 2010. 28 с.

Таблица 3 – Структура урожая на 70-ый и 90-ый день от посадки (2017-2019 гг.) /  
 Table 3 – The structure of the yield on the 70th and 90th day since planting (2017-2019)

Сорт / Variety	Среднее количество клубней в кусте, шт. / Средняя масса одного клубня, г / The average number of tubers in the plant, pcs. / average weight of one tuber, g			
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	среднее / average
70-ый день / 70th day				
Вычегодский / Vychegodsky	13,0±0,4/17,0±1,5	11,0±1,2/18,4±1,5	13,4±0,8/26,8±2,0	12,5/20,7
Зырянец, st. / Zyryanets, st.	8,4±0,1/33,0±2,8	7,4±0,4/30,8±3,0	10,2±1,6/34,9±3,1	8,7/32,9
Удача, st. / Udacha, st.	9,0±0,8 /30,0±1,6	10,4±0,4/27,4±1,2	10,7±0,9/35,7±2,2	10,0/31,0
Невский, st. / Nevsky, st.	16,2±1,5/27,2±2,2	10,4±1,0/25,8±1,2	11,3±2,0/32,8±3,4	12,6/28,6
НСР <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	2,5/3,3	3,0/6,4	3,7/9,8	-
90-ый день / 90th day				
Вычегодский / Vychegodsky	10,0±1,2/59,6±2,4	11,6±1,9/34,5±4,2	13,2±0,4/51,1±2,0	11,6/48,4
Зырянец, st. / Zyryanets, st.	8,4±0,6/62,0±6,0	7,2±1,0/45,3±7,8	11,3±1,2/62,6±5,9	9,0/56,6
Удача, st. / Udacha, st.	10,4±0,7/51,0±4,7	11,4±0,5/57±2,3	11,1±0,9/53,0±6,21	11,0/53,7
Невский, st. / Nevsky, st.	13,8±1,0/40,0±1,5	11,0±1,2/55,8±0,8	11,4±1,0/55,6±8,5	12,1/50,5
НСР <sub>05</sub> / LSD <sub>05</sub>	1,5/12,8	3,3/12,5	2,3/15,7	-

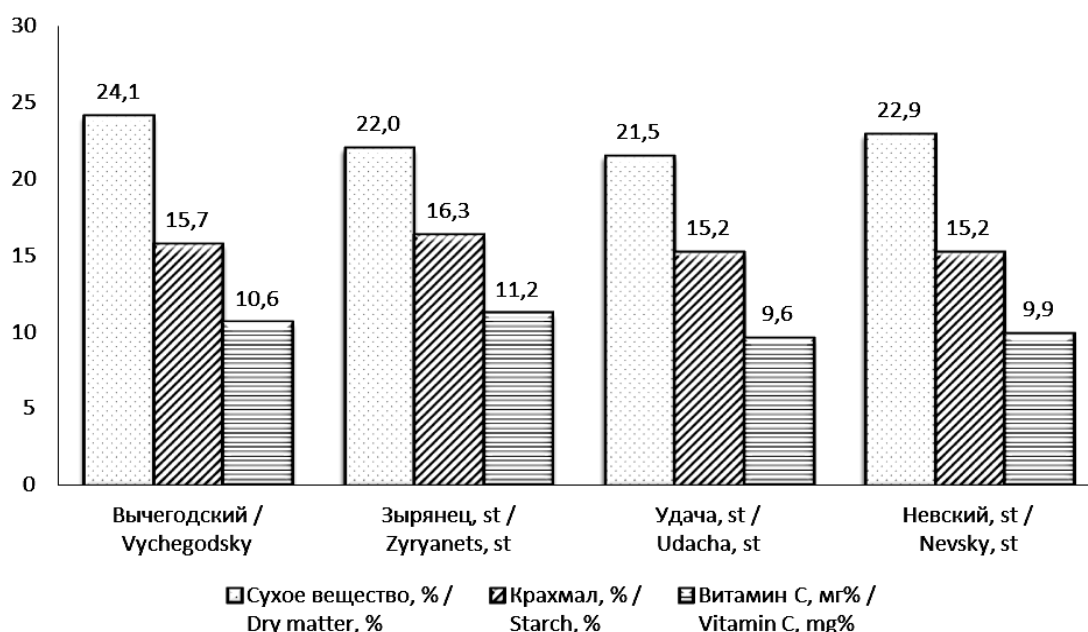


Рис. 1. Биохимический состав клубней картофеля (в среднем за 2017-2019 гг.) /  
 Fig. 1. Biochemical composition of potato tubers (average for 2017-2019)

Установлено, что сорт Вычегодский имеет высокую устойчивость к фитофторозу, однако после 80-го дня от посадки становится восприимчив к данному заболеванию (7 баллов). К ризоктониозу, альтернариозу, фитофторозу по клубням и парше обыкновенной устойчивость высокая (8-9 баллов).

По данным показателей новый сорт сопоставим с сортом местной селекции Зырянец и превосходил остальные стандарты Удача и Невский, которые оказались восприимчивыми к поражению фитофторозом по ботве (5-7 баллов) и паршой обыкновенной по клубням (5-7 баллов).



Молекулярно-генетическое исследование ДНК на наличие 10-ти маркеров генов устойчивости показало, что для сорта Вычегодский характерно (рис. 2):

1. Отсутствие маркеров устойчивости к Y-вирусу картофеля (RYSC3, Ry186, YES3-3A).

2. Наличие ряда маркеров устойчивости к золотистой картофельной нематоды (TG-689, 57R, N195).

3. Отсутствие маркера устойчивости к бледной картофельной нематоды (Gra 2-2).

4. Наличие маркера устойчивости к раку картофеля (Sen 1).

5. Отсутствие маркера устойчивости к X-вирусу картофеля (PVX).

В результате ДНК исследований подтверждена устойчивость сорта Вычегодский к золотистой картофельной нематоды и раку картофеля.



Ген-эксперт Картофель

#### Протокол исследования

Новый Генотип (не соответствует ни одному генотипу из базы данных)

#### Генотип 12 локусов

№	Образец	STG0016	STI0001	STM5127	STI0004	STI0046	STI0032	STI0012	STI0013	STI0030	STI0033	STI0014	STM5114
1	12	108-172	177-200	228-274	65-120	165-240	74-101	174-213	263-320	82-120	130-165	166-197	294-326
		11-14-15	4-8	4-5	6-7-12	15-16	4-5	6-7-11	3-16	6-8-13	3-5-7	7-10	3-6

#### Общая хроматограмма

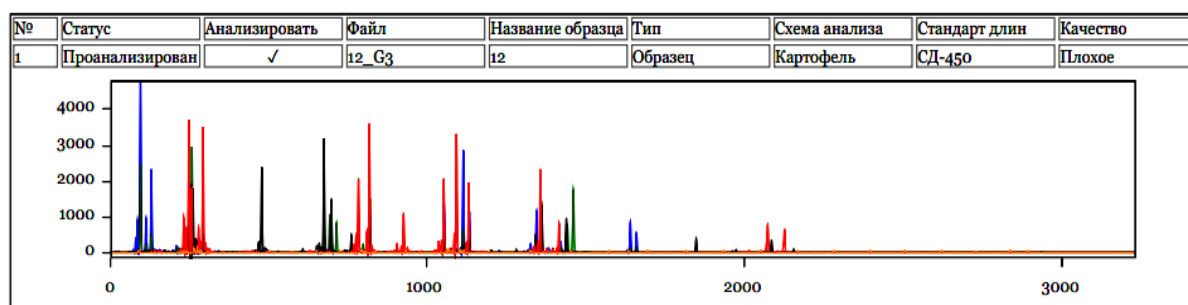


Рис. 2. Электрофореграмма (компьютерная расшифровка) генотипа картофеля сорта Вычегодский /  
Fig. 2. Electrophoregram (computer decoding) of the genotype of Vychegodsky potato variety

**Закключение.** По результатам изучения нового сорта картофеля Вычегодский на хозяйственно ценные признаки в 2017-2019 гг. установлено:

- в 2017 году отмечено достоверное превышение урожайности клубней сорта Вычегодский над контролем Невский на 7,0 т/га, а в среднем за три года исследований – на 1,7-2,0 т/га выше контрольных вариантов;

- сорт обладает умеренной пластичностью  $b_i = 1,2$ , что можно считать оптимальным для зоны рискованного земледелия;

- формирование товарной урожайности преимущественно происходит во второй-третьей декадах августа, в период между 70-ым и 90-ым днем после посадки;

- в среднем формируется 10-12 клубней массой 40-60 г, что оптимально для механизированной уборки;

- по содержанию сухого вещества и крахмала сорт превосходил все рассматриваемые стандарты, а по крахмалу уступал только сорту Зырянец;

- сорт Вычегодский обладал высокой устойчивостью к основным заболеваниям, поражающим ботву и клубни в период вегетации (фитофтороз, альтернариоз, ризиктониоз, парша обыкновенная);

- сорт устойчив к раку картофеля и золотистой картофельной нематоды.

Таким образом, сорт картофеля Вычегодский обладает необходимыми хозяйственно ценными признаками, позволяющими успешно использовать его в зоне рискованного земледелия, к которой относится Республика Коми.

*Список литературы*

1. Сергеева З. Ф., Синцова Н. Ф., Лыскова И. В. Новый сорт картофеля Голубка. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2014;4(41):18-21. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21699654>
2. Симаков Е. А., Анисимов Б. В., Митюшкин А. В., Журавлев А. А. Сортовые ресурсы картофеля для целевого выращивания. Картофель и овощи. 2017;(11):24-26. Режим доступа: [http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2018/11/11\\_2017.pdf](http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2018/11/11_2017.pdf)
3. Анисимов Б. В., Белов Г. Л., Варицев Ю. А., Еланский С. Н., Журомский Г. К., Завриев С. К., Зейрук В. Н., Иванюк В. Г., Кузнецова М. А., Пляхневич М. П., Пшеченков К. А., Симаков Е. А., Склярова Н. П., Сташевски З., Усков А. И., Яшина И. М. Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков. М.: Картофелевод, 2009. 272 с.
4. Пшеченков К. А., Смирнов А. В., Мальцев С. В. Современное состояние и перспективы развития картофельного комплекса России. Защита картофеля. 2017;(1):22-29. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30309435>
5. 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;3(32):12-20. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10303>
6. Синцова Н. Ф. Источники устойчивости картофеля к вирусным болезням. Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2019;(3(173)):42-47. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39413096>
7. Котова З. П., Евдокимова З. З., Калашник М. В., Головина Л. Н., Челнокова В. В. Подбор перспективных гибридов картофеля по параметрам их адаптивности для условий Европейского Севера. Аграрный вестник Урала. 2019;7(186):26-32. DOI: [https://doi.org/10.32417/article\\_5d52af44264156.24918284](https://doi.org/10.32417/article_5d52af44264156.24918284)
8. Шморгунов Г. Т., Пузанова И. Е., Тулинов А. Г. Оценка перспективных селекционных номеров и сортов картофеля в условиях Республики Коми. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2012;4(29):17-20. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17846770>
9. Тулинов А. Г., Конкин П. И. Оценка перспективных сортообразцов картофеля в условиях Республики Коми. Земледелие. 2016;(8):45-47.
10. Чеботарев Н. Т., Юдин А. А., Облизов А. В., Булатова Н. В., Конкин П. И., Микушева Е. Н. Органические и минеральные удобрения как факторы повышения продуктивности агроценозов (на примере северной тайги Республики Коми): монография. Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ, 2019. 130 с.
11. Шморгунов Г. Т., Тулинов А. Г., Конкин П. И., Коковкина С. В., Юдин А. А., Облизов А. В. Развитие агротехнологий повышения продуктивности картофелеводства в условиях Севера: монография. Сыктывкар: ФГБНУ НИИСХ Республики Коми, ГОУ ВО КРАГСиУ, 2016. 127 с.
12. Silva G. O., Pereira A. S., Azevedo F. Q., Carvvalho A. DF., Pinheiro J. B. Selection of Canadian potato clones for agronomic and frying quality traits. Horticultura Brasileira. 2019;(37):423-428. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620190410>
13. Derek H. L., Zhiming Z., Bernie J. Z., Ralph C. M. Organic amendment effects on tuber yield, plant N uptake and soil mineral N under organic potato production. Renewable Agriculture and Food Systems. 2008;23(3):250-259. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170508002330>
14. Clough M. E., Yencho G. C., Christ B., DeJong W., Halseth D., Haynes K., Henninger M., Hutchinson C., Kleinhenz M., Porter G. A., Veilleux R. E. An Interactive Online Database for Potato Varieties Evaluated in the Eastern United States. HortTechnology. 2010;20(1):250-256. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.1.250>
15. Шморгунов Г. Т., Тулинов А. Г., Булатова Н. В., Коковкина С. В., Цветкова З. К., Облизов А. В., Юдин А. А., Чеботарев Н. Т., Беляева Р. А., Триандафилов А. Ф., Блох Э. А., Макаровский П. А., Шехонин Ю. М., Хомченко А. А., Колегов Н. В., Ермолина В. И., Косолапова Т. В., Каракчиева Е. Ф., Пелевина Н. И., Шестопалова Н. С., Бабела А. В., Семенчин С. И., Романов Г. Г., Ортякова Т. В., Лобанов А. Ю., Регорчук Н. В., Шершунова О. Н., Попов Д. А. Система земледелия Республики Коми: монография. Сыктывкар: ГОУ ВО КРАГСиУ, 2017. 225 с.
16. Глаз Н. В., Васильев А. А., Дергилева Т. Т., Мушинский А. А. Оценка экологической пластичности среднеранних и среднеспелых сортов картофеля. Дальневосточный аграрный вестник. 2019;1(49):10-19. DOI: <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-11002>
17. Попова Л. А., Головина Л. Н., Шаманин А. А., Маслова В. М. Оценка продуктивности и адаптивности сортов картофеля различных групп спелости в условиях Архангельской области. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2017;(3(58)):26-31. Режим доступа: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/127/127>
18. Тулинов А. Г. Результаты испытания перспективных сортов картофеля в условиях Республики Коми. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2015;4(47):21-28. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23857048>
19. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. Crop Science. 1966;(6):36-40. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>



20. Bykova I. V., Shmakov N. A., Afonnikov D. A., Kochetov A. V., Khlestkina E. K. Achievements and prospects of applying high-throughput sequencing techniques to potato genetics and breeding. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2017;(7):736-743. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079059717070036>
21. Хютти А. В., Антонова О. Ю., Мироненко Н. В., Гавриленко Т. А., Афанасенко О. С. Устойчивость картофеля к карантинным болезням. *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2017;21(1):51-61. DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ17.223>

### References

1. Sergeeva Z. F., Sintsova N. F., Lyskova I. V. *Novyy sort kartofelya Golubka*. [New potato variety Golubka]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2014;4(41):18-21. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21699654>
2. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. *Sortovye resursy kartofelya dlya tselevogo vyrashchivaniya*. [Varietal resources for intended potato growing]. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2017;(11):24-26. (In Russ.). URL: [http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2018/11/11\\_2017.pdf](http://potatoveg.ru/wp-content/uploads/2018/11/11_2017.pdf)
3. Anisimov B. V., Belov G. L., Varitsev Yu. A., Elanskiy S. N., Zhuromskiy G. K., Zavriev S. K., Zeyruk V. N., Ivanyuk V. G., Kuznetsova M. A., Plyakhnevich M. P., Pshechenkov K. A., Simakov E. A., Sklyarova N. P., Stashevskiy Z., Uskov A. I., Yashina I. M. *Zashchita kartofelya ot bolezney, vreditel'ey i sornyakov*. [Protection of potatoes from diseases, pests and weeds]. Moscow: *Kartofelevod*, 2009. 272 p.
4. Pshechenkov K. A., Smirnov A. V., Mal'tsev S. V. *Sovremennoe sostoyaniye i perspektivy razvitiya kartofel'nogo kompleksa Rossii*. [Current state and prospects of the Russian potato industry development]. *Zashchita kartofelya*. 2017;(1):22-29. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=30309435>
5. Korshunov A. V., Simakov E. A., Lysenko Yu. N., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Gaitov M. Yu. *Aktual'nye problemy i prioritetnye 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;3(32):12-20. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10303>
6. Sintsova N. F. *Istochniki ustoychivosti kartofelya k virusnym boleznyam*. [The sources of potato resistance to viral diseases]. *Vestnik Altayskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Bulletin of Altai State Agricultural University. 2019;(3(173)):42-47. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=39413096>
7. Kotova Z. P., Evdokimova Z. Z., Kalashnik M. V., Golovina L. N., Chelnokova V. V. *Podbor perspektivnykh gibridov kartofelya po parametram ikh adaptivnosti dlya usloviy Evropeyskogo Severa*. [Perspective potato hybrids selection by their adaptability factors in the European North conditions]. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2019;7(186):26-32. (In Russ.). DOI: [https://doi.org/10.32417/article\\_5d52af44264156.24918284](https://doi.org/10.32417/article_5d52af44264156.24918284)
8. Shmorgunov G. T., Puzanova I. E., Tulinov A. G. *Otsenka perspektivnykh selektsionnykh numerov i sortov kartofelya v usloviyakh Respubliki Komi*. [The estimation of the perspective breeding numbers and varieties of the potato in the conditions of Komi Republic]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2012;4(29):17-20. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17846770>
9. Tulinov A. G., Konkina P. I. *Otsenka perspektivnykh sortoobraztsov kartofelya v usloviyakh Respubliki Komi*. [Evaluation of promising variety samples of potato under conditions of the Komi Republic]. *Zemledelie*. 2016;(8):45-47. (In Russ.).
10. Chebotarev N. T., Yudin A. A., Oblizov A. V., Bulatova N. V., Konkina P. I., Mikusheva E. N. *Organicheskie i mineral'nye udobreniya kak faktory povysheniya produktivnosti agrotsenozov (na primere severnoy taygi Respubliki Komi): monografiya*. [Organic and mineral fertilizers as factors for increasing the productivity of agroecosystems (the case of the northern taiga of the Komi Republic): monograph]. Syktyvkar: *GOU VO KRAGSiU*, 2019. 130 p.
11. Shmorgunov G. T., Tulinov A. G., Konkina P. I., Kokovkina S. V., Yudin A. A., Oblizov A. V. *Razvitiye agrotekhnologii povysheniya produktivnosti kartofelevodstva v usloviyakh Severa: monografiya*. [The development of agricultural technologies for increasing the productivity of potato growing in the North: a monograph]. Syktyvkar: *FGBNU NIISKh Respubliki Komi, GOU VO KRAGSiU*, 2016. 127 p.
12. Silva G. O., Pereira A. S., Azevedo F. Q., Carvalhal A. D., Pinheiro J. B. Selection of Canadian potato clones for agronomic and frying quality traits. *Horticultura Brasileira*. 2019;(37):423-428. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-053620190410>
13. Derek H. L., Zhiming Z., Bernie J. Z., Ralph C. M. Organic amendment effects on tuber yield, plant N uptake and soil mineral N under organic potato production. *Renewable Agriculture and Food Systems*. 2008;23(3):250-259. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1742170508002330>
14. Clough M. E., Yencho G. C., Christ B., DeJong W., Halseth D., Haynes K., Henninger M., Hutchinson C., Kleinhenz M., Porter G. A., Veilleux R. E. An Interactive Online Database for Potato Varieties Evaluated in the Eastern United States. *HortTechnology*. 2010;20(1):250-256. DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH.20.1.250>
15. Shmorgunov G. T., Tulinov A. G., Bulatova N. V., Kokovkina S. V., Tsvetkova Z. K., Oblizov A. V., Yudin A. A., Chebotarev N. T., Belyaeva R. A., Triandafilov A. F., Blokh E. A., Makarovskiy P. A., Shekhonin Yu. M.,

Khomchenko A. A., Kolegov N. V., Ermolina V. I., Kosolapova T. V., Karakchieva E. F., Pelevina N. I., Shestopalova N. S., Babela A. V., Semenchin S. I., Romanov G. G., Ortyakova T. V., Lobanov A. Yu., Regorchuk N. V., Shershunova O. N., Popov D. A. *Sistema zemledeliya Respubliki Komi: monografiya*. [Farming system of the Komi Republic: monograph]. Syktyvkar: GOU VO KRAGSiU, 2017. 225 p.

16. Glaz N. V., Vasil'ev A. A., Dergileva T. T., Mushinskiy A. A. *Otsenka ekologicheskoy plastichnosti srednerannikh i srednespelykh sortov kartofelya*. [Middle-early and mid-ripening varieties of potato: environmental assessment of flexibility]. *Dal'nevostochnyy agrarnyy vestnik* = Far Eastern Agrarian Herald. 2019;1(49):10-19. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/1999-6837-2019-11002>

17. Popova L. A., Golovina L. N., Shamanin A. A., Maslova V. M. *Otsenka produktivnosti i adaptivnosti sortov kartofelya razlichnykh grupp spelosti v usloviyakh Arkhangel'skoy oblasti*. [Estimation of productivity and adaptivity of potato varieties of different ripening groups under conditions of Arkhangelsk region]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2017;(3(58)):26-31. (In Russ.). URL: <https://www.agronauka-sv.ru/jour/article/view/127/127>

18. Tulinov A. G. *Rezultaty ispytaniya perspektivnykh sortov kartofelya v usloviyakh Respubliki Komi*. [Test results promising varieties of potato under the conditions of the Komi Republic]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2015;4(47):21-28. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=23857048>

19. Eberhart S. A., Russel W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Corop Science*. 1966;(6):36-40. DOI: <https://doi.org/10.2135/cropsci1966.0011183X000600010011x>

20. Bykova I. V., Shmakov N. A., Afonnikov D. A., Kochetov A. V., Khlestkina E. K. Achievements and prospects of applying high-throughput sequencing techniques to potato genetics and breeding. *Russian Journal of Genetics: Applied Research*. 2017;(7):736-743. DOI: <https://doi.org/10.1134/S2079059717070036>

21. Khyutti A. V., Antonova O. Yu., Mironenko N. V., Gavrilenko T. A., Afanasenko O. S. *Ustoychivost' kartofelya k karantinnykh boleznyam*. [Potato resistance to quarantine diseases]. *Vavilovskiy zhurnal genetiki i seleksii* = Vavilov Journal of Genetics and Breeding. 2017;21(1):51-61. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.18699/VJ17.223>

#### **Сведения об авторах**

✉ Тулинов Алексей Геннадьевич, кандидат с.-х. наук, научный сотрудник отдела сельскохозяйственной геномики, Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, ул. Ручейная, д. 27, г. Сыктывкар, Республика Коми, Российская Федерация, 167023, e-mail: toolalgen@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7184-6113>

Лобанов Александр Юрьевич, младший научный сотрудник отдела сельскохозяйственной геномики, Институт агробиотехнологий ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, ул. Ручейная, д. 27, г. Сыктывкар, Республика Коми, Российская Федерация, 167023, ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1653-2987>

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

✉ Aleksei G. Tulinov, PhD in Agricultural Science, researcher, the Department of Agricultural Genomics, Institute of Agrobiotechnology, Federal Research Center, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 27, st. Rucheynaya, Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation, 167023, e-mail: toolalgen@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-7184-6113>

Aleksander Yu. Lobanov, junior researcher, the Department of Agricultural Genomics, Institute of Agrobiotechnology, Federal Research Center, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 27, st. Rucheynaya, Syktyvkar, Komi Republic, Russian Federation, 167023,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1653-2987>

✉ – Для контактов / Corresponding author