

<https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.423-432>

УДК 633.491:631.527

Оценка гибридов картофеля по динамике накопления урожайности и содержанию крахмала в клубнях в агроэкологических условиях Волго-Вятского региона

© 2022. Н. Ф. Синцова, И. В. Лыскова✉, Е. И. Кратюк, В. М. Архипов
ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» г. Киров, Российская Федерация

В статье представлены результаты изучения сортообразцов картофеля в питомнике динамического испытания за 2019...2021 гг. в агроэкологических условиях Волго-Вятского региона (Кировская область) по урожайности и содержанию крахмала в клубнях. Объекты исследования – 10 гибридов селекции Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока. В качестве стандартов использовали раннеспелый сорт Удача (ВНИИ картофельного хозяйства), среднеранний сорт Невский (Северо-Западный НИИСХ), средне-спелый сорт Чайка (ФАНЦ Северо-Востока). Выделены перспективные гибриды картофеля различного срока созревания с высокой потенциальной продуктивностью: раннеспелый 172-13 (24,1 т/га); среднеранние – 27-07 (22,7 т/га), 179-10 (22,9 т/га), 233-12 (24,0 т/га); среднеспелый 232-12 (22,4 т/га). При благоприятных агрометеорологических условиях (2019 г.) максимально высокую (более 28,0 т/га) урожайность сформировали гибриды: раннеспелый 172-13, среднеранние 27-07 и 179-10, среднеспелый 580-13. В нестабильных условиях среды (2020 и 2021 гг.) выделились гибриды: среднеранний 233-12 (19,6 и 27,7 т/га) и среднеспелый 232-12 (19,2 и 24,0 т/га). В группе среднеранних сортов с повышенным (15 % и более) содержанием крахмала в годы изучения выделены гибриды 27-07, 179-10, 72-13, 182-13. Максимальное накопление крахмала 18-21 % отмечено у среднеспелого гибрида 580-13. Установлены достоверно высокие межсезонные корреляции по урожайности на 60-й день от посадки, что характеризовало все сорта, как наиболее стабильные, на 80-й день отмечены слабые межсезонные корреляции, которые свидетельствовали о нестабильности данного показателя в различные по метеорологическим годам (сильные взаимодействия «генотип-среда», т. е. урожайность сортообразцов в этот период зависела от действия факторов среды). Выявлены высокие межсезонные корреляции по показателю «содержание крахмала» на 80-й день, сорта и гибриды к моменту полного созревания сохраняли стабильность по данному показателю, в отличие от ранних сроков уборки, когда они более зависимы от колебаний факторов среды.

Ключевые слова: *Solanum tuberosum* L., селекция, сортообразец, группа спелости, продуктивность

Благодарности: работа выполнена при поддержке Минобрнауки РФ в рамках Государственного задания ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого» (тема FNWE-2022-0007).

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

Конфликт интересов: авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Для цитирования: Синцова Н.Ф., Лыскова И.В., Кратюк Е.И., Архипов В.М. Оценка сортов и гибридов картофеля по динамике накопления урожайности и содержанию крахмала в клубнях в агроэкологических условиях Волго-Вятского региона. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2022;23(4):423-432. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.423-432>

Поступила: 20.04.2022

Принята к публикации: 02.08.2022

Опубликована онлайн: 25.08.2022

Evaluation of potato hybrids by the dynamics of accumulation of yield and starch content in tubers in agro-ecological conditions of the Volga-Vyatka region

© 2022. Nina F. Sintsova, Irina V. Lyskova✉, Elena I. Kratyuk, Vladislav M. Arkhipov

Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

The article provides the results of studying the accessions of potato in the nursery of dynamic test for 2019-2021 in agro-ecological conditions of the Volga-Vyatka region (Kirov region) by the yield and starch content in tubers. The objects of the study were 10 hybrids bred by Falenki Breeding Station- branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (FARC North-East). Early variety Udacha (Russian Potato Research Centre), middle-early variety Nevsky (North-West Research Institute of Agriculture), mid-season variety Chaika (FARC North-East) were taken as standard. Promising potato hybrids of different maturity groups with high potential yield have been selected: early variety 172-13 (24.1 t/ha), middle-early varieties 27-07 (22.7 t/ha), 179-10 (22.9 t/ha), 233-12 (24.0 t/ha), mid-season 232-12 (22.4 t/ha).

By favorable agro-weather conditions (2019) the highest yield (more than 28.0 % t/ha) was developed by hybrids: early 172-13, middle-early 27-07 and 179-10, mid-season 580-13. In the unstable environment of 2020 and 2021 the following hybrids were noted: middle-early 233-12 (19.6 u 27.7 t/ha) and mid-season 232-12 (19.2 u 24.0 t/ha). In the group of middle-early varieties with high starch content (15 % and more) during the years of study there were selected the hybrids 27-07, 179-10, 72-13, 182-13. The maximum accumulation of starch (18-21 %) was noted in mid-season hybrid 580-13. Significantly high inter-seasonal correlations by yield on the 60th day from the planting have been established, that characterized all the varieties as the most stable. On the 80th day there were noted weak inter-seasonal correlations that proved the instability of this parameter during the years which differed in weather conditions (strong interaction "genotype-environment", that is the yield of variety samples during this period depended on the effect of environment factors). High inter-seasonal correlations by the parameter "starch content" on the 80th day have been revealed. The varieties and hybrids by the time of complete ripeness preserved the stability by this indicator unlike early harvesting periods when they were more dependable on the fluctuations of environmental factors.

Keywords: *Solanum tuberosum* L., breeding, accession, maturity group, productivity

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 Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky (theme FNWE-2022-0007).

The authors thank the reviewers for their comments to improve the manuscript for the publication.

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

For citations: Sintsova N. F., Lyskova I. V., Kratyuk E. I., Arhipov V. M. Evaluation of potato varieties and hybrids by the dynamics of accumulation of yield and starch content in tubers in agro-ecological conditions of the Volga-Vyatka region. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2022;23(4):423-432. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.4.423-432>

Received: 20.04.2022

Accepted for publication: 02.08.2022

Published online: 25.08.2022

Картофель в России – одна из основных продовольственных культур, среднегодовой объем потребления которой составляет 13-14 млн тонн, в переработанном виде – 1 млн тонн. Среднее потребление картофеля на душу населения в Российской Федерации – 112 кг в год [1, 2]. Использование сортов картофеля в сельском хозяйстве в настоящее время является незаменимым средством производства. В селекционных программах предпринимается попытка приблизить характеристики сорта картофеля к идеалу. Современная модель сорта включает от 40 до 50 различных признаков, но основными являются высокая и стабильная урожайность, привлекательный внешний вид, хорошая лежкость и устойчивость к механической уборке [3, 4]. В то же время для каждого региона может быть задана своя модель сорта – сочетание заданных признаков будет определяться особенностями почвенно-климатических условий региона [5, 6, 7]. Важность создания новых высокоурожайных сортов картофеля связана с тем, что под воздействием неблагоприятных внешних условий, а также за счет поражения болезнями и вредителями наблюдаются неустойчивость урожайности и ее снижение у старых сортов. Исследования и практика свидетельствуют, что всё большее влияние на устойчивый рост урожайности оказывают факторы внешней среды (вариабельность урожайности по годам на 60-80 % обусловлена условиями погоды). С ростом потенциальной продуктивности и совершенствования технологии возделывания

необходимость повышения экологической устойчивости, устойчивости к абиотическим факторам, роль сортов возрастает.

Одним из главных резервов стабилизации и повышения продуктивности картофеля в Волго-Вятском регионе является выведение сортов, адаптивных к местным условиям. Накопление урожая в регионе ограничивают жесткие погодные условия: короткий безморозный период, часто засушливая погода в весенне-летние месяцы, неравномерность распределения осадков в период вегетации и т. д. К тому же климатические условия большинства районов региона показывают необходимость создания сортов преимущественно раннего и среднераннего сроков созревания [8].

Одной из задач современной селекции картофеля является создание сортов целевого использования [9]. Общеизвестно, что пищевую ценность картофеля определяет содержание сухого вещества и крахмала, от этого зависит выход товарной продукции при производстве крахмала, спирта, а также количество продуктов переработки.

Содержание крахмала в картофеле является сортовым признаком, но при этом зависит от многих факторов: агроэкологических, климатических, агротехники, степени зрелости клубней и условий их хранения [10, 11, 12]. Селекционеры считают, что главными метеорологическими факторами, которые оказывают влияние на накопление крахмала в клубнях, являются температура воздуха и количество осадков [10, 13].

Стабильно высокое содержание крахмала и соответствующее его качество является важной характеристикой сортов, предназначенных для переработки, причем сорта должны быть не только высококрахмалистыми, но и обладать высоким потенциальным сбором крахмала с единицы площади [14]. Содержание крахмала определяет консистенцию, волокнистость и вкус клубней [15, 16]. Картофель, предназначенный для переработки, должен соответствовать ГОСТ 6014-68 «Картофель свежий для переработки. Технические условия» и иметь базисную массовую долю крахмала более 15 % (для позднего картофеля), для раннего картофеля массовая доля не нормируется¹. Наиболее интенсивно в динамике роста культуры накопление крахмала происходит в начале вегетации, во время образования и начала роста клубней [10].

Цель исследований – оценить гибриды картофеля по накоплению урожая и содержанию крахмала в клубнях в динамике, выделить скороспелые с повышенным содержанием крахмала.

Новизна исследований – в результате длительной селекционной работы на Фалёнской селекционной станции – филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока созданы новые гибриды картофеля для почвенно-климатических условий Волго-Вятского региона, которые представляют интерес для сельхозтоваропроизводителей, а также для использования в дальнейших программах по селекции картофеля.

Материал и методы. Исследование проводили в питомнике динамического сортоиспытания опытного поля селекционного севооборота Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2019...2021 гг. Объекты исследований – 10 новых гибридов картофеля селекции Фалёнской селекционной станции. Сравнение вели со стандартными районированными сортами, утвержденными Госкомиссией по сортоиспытанию в Кировской области: раннеспелый Удача (ВНИИ картофельного хозяйства), среднеранний Невский (Северо-Западный НИИСХ), среднеспелый Чайка (ФАНЦ Северо-Востока).

Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая, рН_{KCl} 4,8...5,3, содержание гумуса 2,5...2,7 %, фосфора – 288...351 мг/кг, калия – 186...237 мг/кг почвы. Предшественник – зерновые культуры. Агрофон: под культивацию внесена (вразброс 1-РМГ-4) нитроаммофоска (N₆P₂₀K₃₀) в дозе 3,0 ц/га.

В питомнике проводили три пробные копки: через 60, 70 и 80 дней после посадки по методике ВНИИКС, приведена биологическая урожайность, рассчитанная по формуле: $У (т/га) = \text{количество растений на 1 га} \times \text{масса клубней с 1 куста}^2$. Определение крахмала в клубнях проводили после каждой копки (дополнительно в конце вегетации на 90-й день) удельно-весовым методом по методике физиолого-биохимических исследований картофеля³.

Вегетационный период 2019 г., по данным Фалёнской метеостанции, можно охарактеризовать как благоприятный для роста и развития картофеля: во время вегетации периодов, приостанавливающих рост и развитие растений, не наблюдали. В июне среднемесячная температура воздуха составила +15,1 °C (-0,9 °C к норме), в июле – +15,9 °C (-1,9 °C). Только в августе выпало 157,3 мм осадков (238 % от нормы), ГТК за месяц составил 4,37 (крайнее переувлажнение), что создавало трудности при уборке картофеля.

Вегетационный период 2020 г. по своим показателям был близок к среднемноголетним значениям с небольшим превышением температуры воздуха (+0,6 °C к норме) и осадками, составившими 97 % от нормы. Росту и развитию растений картофеля препятствовала неравномерность выпадения осадков, тогда как более равномерная температура воздуха была вполне подходящей для культуры картофеля. В июне установилась засушливая погода ГТК = 0,77. Июль был жарким (+2,4 °C к норме), осадков выпало на уровне среднемноголетних значений (109 %). В первой декаде августа осадки (173 % от нормы) на фоне пониженных температур (-0,7 °C) спровоцировали эпифитотию фитофтороза, которая помешала нормальному процессу накопления урожая и крахмала из-за гибели надземной массы растений.

¹ГОСТ 6014-68 «Картофель свежий для переработки. Технические условия». М.: Стандартинформ, 2010. 4 с. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200024862>

²Методика исследования по культуре картофеля. М., 1967. 264 с.

³Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: ВНИИКС, 1989. 142 с.

Вегетационный период 2021 г. характеризовался повышенными температурами воздуха с начала мая до конца августа. Средняя температура воздуха за период с мая по август составила 17,8 °C (+3,1 °C к норме), ГТК = 0,75. Ситуацию усугубила установившаяся засуха в июне, когда выпало всего 19,1 мм осадков, что составило 29 % от среднесуточного значения. В таких условиях картофель прекращает рост и развитие надземной массы, останавливается прирост клубней.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по методикам дисперсионного и корреляционного анализов с использованием пакета прикладных программ AGROS – версия 2.07.

Результаты и их обсуждение. Результаты изучения новых гибридов в питомнике динамического сортоиспытания по накоплению урожайности приведены в таблице 1. Влияние погодных условий на динамику накопления урожая клубней изучали при сравнении сортов со стандартными сортами известных групп спелости. Раннеспелые сорта должны формировать достаточную урожайность уже к первой копке, т. е. на 60-й день от посадки. Сравнивая гибриды по группе спелости со стандартными сортами за период изучения, установили, что в группу раннеспелых можно отнести гибрид 172-13, среднеранних – гибриды 165-00, 27-07, 179-10, 233-12, 72-13, 76-13, 182-13, среднеспелых – гибриды 232-12, 580-13.

В наиболее благоприятный для развития картофеля 2019 г. в группе раннеспелых сортов гибрид 172-13 превысил стандарт Удача по среднему значению урожайности во всех трех копках, среднесуточный прирост составил 0,97 т/га ко второй копке и 0,63 т/га – к третьей. Итоговая урожайность (на 80-й день от посадки) гибрида 172-13 была выше стандартного сорта на 24 %. Несущественно ниже данный гибрид сформировал урожайность в сравнении со стандартным сортом только в фитофторозный 2020 г. Средняя урожайность сортов данной группы в этот год была выше урожайности среднеранних и среднеспелых сортов на 5-6 %, так как ранние сорта успели сформировать урожай до гибели ботвы от фитофтороза.

В группе среднеранних сортов наибольшую среднюю урожайность при благоприятных условиях (2019 г.) показали гибриды 76-13, 27-07, 179-10 – они превысили урожайность стандартного сорта Невский на 46, 63,

81 % соответственно. Среднеспелый гибрид 233-12 сформировал наибольшую урожайность в 2020 и 2021 гг. (т. е. в более экстремальных условиях), превышая все сортообразцы, а также выше стандарта в своей группе на 11 и 34 %, при среднесуточном приросте урожайности в эти годы на 80-й день – 1,08 и 0,68 т/га соответственно.

В группе среднеспелых сортов в наиболее благоприятный год (2019 г.) выделился гибрид 580-13, который существенно превысил по урожайности стандартный сорт Чайка (на 7,7 т/га), однако в нестабильных условиях среды он сформировал урожайность на уровне стандарта.

Накопление крахмала в клубнях картофеля по группам спелости в среднем за годы изучения представлено на рисунке. Установлено, что существует различие в накоплении крахмала у ранних и поздних сортов. Аналогично быстрому формированию урожая к 60-му дню после посадки у ранних сортов более интенсивно идет и накопление крахмала, что указывает на более высокий КПД фотосинтеза у ранних сортов. При созревании у ранних сортов замедляется как прирост урожая клубней, так и накопление крахмала. Поздние сорта не выделяются в ранние сроки копki ни по урожаю, ни по содержанию крахмала, но в дальнейшем, сформировав более мощную надземную часть, ускоряют прирост клубневой массы и, соответственно, идет нарастание содержания крахмала в клубнях в более поздние сроки вегетации.

Раннеспелый гибрид 172-13 по содержанию крахмала не превзошел стандартный сорт Удача (табл. 2).

Группа среднеранних сортов не отличалась высоким накоплением крахмала, но можно отметить гибриды 27-07 и 179-10 с повышенным (более 15 %) содержанием крахмала в годы изучения. В условиях острой засухи в июне-июле 2021 года все изучавшиеся гибриды и сорта картофеля сформировали повышенное содержание крахмала.

В группе среднеспелых сортов содержание крахмала за данный период изучения составило от 13 до 18 %. В группе выделен гибрид 580-13 с максимальным содержанием крахмала (16-21 %) во все годы исследований.

Надо заметить, что к 90-му дню вегетации количество крахмала может понижаться, хотя урожай и в целом сбор крахмала с 1 га обычно продолжают увеличиваться, особенно этот процесс характерен для сортов более поздних сроков созревания.

Таблица 1 – Динамика накопления урожайности сортов и гибридов картофеля по группам спелости в период вегетации, т/га (2019-2021 гг.) /
Table 1 – Dynamics of accumulation of yield of potato varieties and hybrids by ripeness groups during the growing season, t/ha (2019-2021)

Сорт, номер гибрида / Variety, hybrid number	2019 г.			2020 г.			2021 г.			Среднее / Average		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Раннеспелые / Early maturing												
Удача, ст. / Uдача, st.	9,3	15,5	22,8	7,8	11,9	18,2	12,2	16,4	15,5	9,8	16,7	18,8
172-13	12,3	22,0	28,3	6,7	11,7	17,1	15,1	19,5	26,9	11,4	17,7	24,1
Среднее / Average	10,8	18,8	25,6	7,3	11,8	17,7	13,7	18,0	21,2	10,6	16,2	21,5
Среднеранние / Middle early												
Невский, ст. / Nevsky, st.	7,7	15,2	17,2	6,5	10,2	17,7	12,7	18,7	20,6	9,0	14,7	18,5
165-00	8,2	17,6	23,1	3,8	8,2	16,4	6,9	12,8	19,6	6,3	12,7	19,7
27-07	10,1	19,2	28,1	6,0	11,0	16,3	13,9	19,4	23,8	10,0	16,5	22,7
179-10	14,2	21,6	31,2	7,9	11,0	15,5	11,8	18,4	22,0	11,3	17,0	22,9
233-12	11,1	19,1	24,7	7,7	8,8	19,6	13,9	20,9	27,7	10,9	16,3	24,0
72-13	9,1	18,7	21,3	5,5	11,4	15,1	12,7	17,7	21,2	9,1	15,9	19,2
76-13	10,6	17,3	25,1	4,2	8,4	13,9	10,2	17,4	21,8	8,3	14,4	20,3
182-13	10,4	18,5	23,3	4,0	8,9	15,5	10,6	16,6	20,0	8,3	14,7	19,6
Среднее / Average	10,2	18,4	24,3	5,7	9,7	16,3	11,6	17,7	22,1	9,2	15,3	20,9
Среднепоздние / Mid-season												
Чайка, ст. / Чайка, st.	4,3	12,1	20,3	1,1	4,1	12,2	6,5	13,0	20,2	4,0	9,7	17,6
232-12	8,6	15,7	24,0	6,1	11,2	19,2	11,0	19,1	24,0	8,6	15,3	22,4
580-13	7,5	15,5	28,0	3,1	6,1	10,2	8,1	14,3	21,5	6,2	12,0	19,9
Среднее / Average	6,8	14,4	24,1	3,4	7,1	13,9	8,5	15,5	21,9	6,3	12,3	20,0
НСР ₀₅ / LSD ₀₅	3,3	5,1	7,5	2,3	3,8	3,4	2,7	3,1	5,7	-	-	-

Примечания: Пробные копки: I – 60-й день, II – 70-й день, III – 80-й день после посадки /
Notes: Test diggings: I – the 60th day, II – the 70th day, III – the 80th day after planting

Таблица 2 – Динамика накопления содержания крахмала в клубнях картофеля по группам спелости в период вегетации, % (2019-2021 гг.) /
Table 2 – Dynamics of starch accumulation in potato tubers by ripeness groups during the growing season, % (2019-2021)

Сорт, номер гибрида / Variety, hybrid number	2019 г.				2020 г.				2021 г.				Среднее / Average			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Раннеспелые / Early maturing																
Удача, ст. / Udacha, st.	10	11	15	11	9	12	12	17	13	15	20	17	11	13	16	15
172-13	9	11	15	13	10	10	12	16	13	15	17	19	11	12	15	16
Среднее / Average	10	11	15	12	10	11	12	17	13	15	19	18	11	13	16	16
Среднеранние / Middle early																
Невский, ст. / Nevsky, st.	12	12	13	11	10	8	9	15	12	14	16	18	11	11	13	15
165-00	7	10	12	12	10	10	11	13	12	12	18	17	10	10	14	14
27-07	10	12	17	12	8	10	11	14	13	16	18	18	10	12	15	15
179-10	11	13	17	14	10	12	15	16	14	15	19	17	12	13	17	16
233-12	10	11	13	13	9	12	11	13	12	13	18	20	10	12	14	15
72-13	9	11	14	13	9	11	13	16	14	13	17	18	11	11	15	15
76-13	8	11	13	12	6	10	10	13	11	11	16	14	8	10	13	13
182-13	8	12	14	13	10	9	13	17	10	16	18	21	9	12	15	17
Среднее / Average	9	12	14	12	9	10	12	15	12	14	18	18	10	11	14	15
Среднепоздние / Mid-season																
Чайка, ст. / Чайка, st.	8	9	11	13	5	6	5	14	11	11	16	18	8	9	11	15
232-12	10	11	11	14	7	9	9	13	11	14	16	15	9	11	12	14
580-13	12	14	17	18	13	10	16	21	13	16	21	24	13	13	18	21
Среднее / Average	10	11	13	15	8	8	10	16	12	14	18	19	10	11	14	17
Среднее по опыту / Average by experiment	10	11	14	13	9	10	11	15	12	14	18	18	10	12	14	15

Примечания: Пробные копки: I – 60-й день, II – 70-й день, III – 80-й день, IV – 90-й день после посадки /

Notes: Test diggings: I – the 60th day, II – the 70th day, III – the 80th day, IV – the 90th day after planting

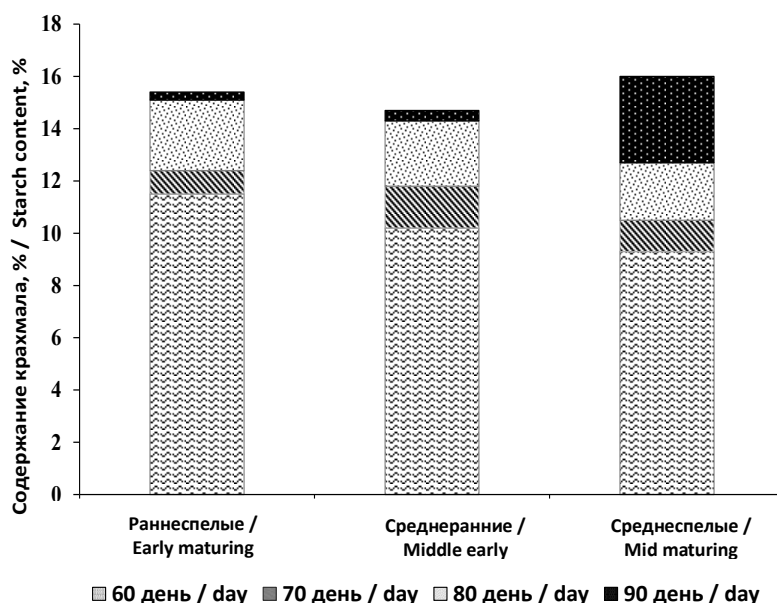


Рис. Динамика накопления крахмала в клубнях картофеля по группам спелости (среднее за 2019...2021 гг.) /

Fig. Dynamics of starch accumulation in potato tubers by maturity groups (average for 2019...2021)

Для определения взаимодействия «гено-тип-среда» проведена оценка сезонных эффектов по коэффициенту корреляции, который информативно разделяет признаки на стабильные и нестабильные. Чем ближе коэффициент корреляции признака к нулю, тем более выражено взаимодействие «гено-тип-среда», т. е. признак нестабильный под действием факторов среды. При коэффициенте корреляции, близком к единице, выраженность признака в одних условиях среды аналогична выраженности в других, т. е. данный признак можно считать стабильным [17, 18].

Достоверно высокие межсезонные корреляции по показателю «урожайность» в 1 копку на 60-й день характеризовали все сорта, как наиболее стабильные (табл. 3). На 80-й день отмечены слабые межсезонные корреляции по урожайности, которые свидетельствовали о нестабильности данного показателя в различные по метеоусловиям годы (сильные взаимодействия «гено-тип-среда» – сорта в разных условиях меняются местами (рангами), т. е. урожайность сортов в этот период зависела от действия факторов среды.

Таблица 3 – Сезонные эффекты по критериям хозяйственно ценных признаков на основе корреляционного анализа /

Table 3 – Seasonal effects according to the criteria of economically valuable traits based on correlation analysis

Показатель / Indicator	2019-2020 гг.	2019-2021 гг.	2020-2021 гг.
Урожайность / Yield			
1 копка / 1 st digging	0,71*	0,62*	0,80*
2 копка / 2 nd digging	0,59*	0,57*	0,69*
3 копка / 3 nd digging	-0,17	0,41	0,26
Содержание крахмала / Starch content			
1 копка / 1 st digging	0,48	0,45	0,43
2 копка / 2 nd digging	0,36	0,36	0,30
3 копка / 3 nd digging	0,78*	0,73*	0,76*

* 5%-ный уровень значимости / Significantly at the 5 % level

Высокие межсезонные корреляции по показателю «содержание крахмала» выявлены в 3 копку. Сортаобразцы к моменту полного созревания сохраняли стабильность по данному показателю, в отличие от ранних сроков уборки,

когда они более зависимы от колебаний факторов среды.

Как уже говорилось выше, главные метеофакторы, которые оказывают влияние на накопление крахмала в клубнях, – это

температура воздуха и количество осадков. Проведя корреляционный анализ экспериментальных данных, мы получили неоднозначные результаты (табл. 4). В благоприятных для роста и развития картофеля условиях (2019 г.) не выявлено зависимости между содержанием крахмала и метеопараметрами, можно предпо-

ложить, что сорта и гибриды только в подобных условиях реализуют свой потенциал по накоплению крахмала. В неблагоприятных условиях среды (2020 и 2021 гг.) отмечено более сильное влияние температуры и количества осадков на содержание крахмала в клубнях картофеля независимо от группы спелости сортообразцов.

Таблица 4 – Коэффициенты корреляции между содержанием крахмала в клубнях картофеля по группам спелости и метеопараметрами (2019-2021 гг.) /

Table 4 – Correlation coefficients between starch content in potato tubers by maturity groups and meteorological parameters (2019-2021)

<i>Группа спелости /</i> <i>Maturity group</i>	<i>Содержание крахмала –</i> <i>температура воздуха /</i> <i>Starch content – air temperature</i>	<i>Содержание крахмала –</i> <i>количество осадков /</i> <i>Starch content – precipitation amount</i>
2019 г.		
Раннеспелые / Early maturing	-0,22	0,01
Среднеранние / Middle early	-0,10	0,04
Среднеспелые / Mid-season	0,56	0,71
2020 г.		
Раннеспелые / Early maturing	-0,99*	-0,88
Среднеранние / Middle early	-0,97*	-0,89
Среднеспелые / Mid-season	-0,99*	-0,75
2021 г.		
Раннеспелые / Early maturing	0,80	-0,86
Среднеранние / Middle early	0,89	-0,93
Среднеспелые / Mid-season	0,92	-0,94

* 5%-ный уровень значимости / Significantly at the 5% level

Закключение. Таким образом, по результатам исследований динамики накопления урожайности сортообразцов картофеля в 2019...2021 гг. выделены гибриды различного срока созревания для почвенно-климатических условий Волго-Вятского региона: раннеспелые – 172-13; среднеранние – 165-00, 27-07, 179-10, 233-12, 72-13, 76-13, 182-13; среднеспелые – 232-12, 580-13. Высокую (более 24 т/га) урожайность сформировали гибриды: раннеспелый 172-13; среднеранние 27-07, 179-10, 233-12; среднеспелый 232-12. В группе среднеранних сортов с высоким (15 % и более) содержанием крахмала за годы изучения выде-

лены гибриды 27-07, 179-10, 72-13, 182-13. Максимальное накопление крахмала 18-21 % отмечено у среднеспелого гибрида 580-13. Урожайность всех изученных сортообразцов в период завершения вегетации зависела от действия факторов среды – установлены сильные генотип-средовые взаимодействия. Выявлены высокие межсезонные корреляции ($r = 0,73-0,78$) по показателю «содержание крахмала» – сорта и гибриды к моменту полного созревания сохраняли стабильность по данному показателю, в отличие от ранних сроков уборки, когда они более зависимы от колебаний факторов среды.

Список литературы

1. Анисимов Б. В. Мировое производство картофеля: тенденции рынка, прогнозы и перспективы (аналитический обзор). Картофель и овощи. 2021;(10):3-8. DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.45.71.008>
2. Терновых К. С., Попов Д. Ю. Современные тенденции в развитии картофелеводства. Московский экономический журнал. 2020;(12):390-397. DOI: <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2020-10871>
3. Симаков Е. А., Анисимов Б. В., Жевора С. В., Митюшкин А. В., Журавлев А. А., Митюшкин А. В., Гайзулин А. С. Актуальные направления развития селекции и семеноводства картофеля в России. Картофель и овощи. 2020;(12):22-26. DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2020.49.70.005>
4. 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>

5. Рубцов С. Л., Бакунов А. Л., Милехин А. В., Дмитриева Н. Н. Критерии отбора новых сортов картофеля для условий Средне-Волжского региона. Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019;(1(75)):52-55. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37013926>
6. Белов Г. Л., Деревягина М. К., Зейрук В. Н., Васильева С. В. Фитопатологическая экспертиза сортов картофеля в условиях Московской области. Аграрный вестник Урала. 2021;(5(208)):8-21. DOI: <http://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-208-05-8-21>
7. Дорожкин Б. Н., Дergacheva Н. В., Аношкина Л. С., Сафонова А. Д., Красников С. Н. Перспективные модели сортов картофеля для Западной Сибири и генетические источники их реализации. Достижения науки и техники АПК. 2007;(7):11-14. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10365606>
8. Синцова Н. Ф., Сергеева Н. Ф. Селекция картофеля на скороспелость на Северо-Востоке России. Картофельноеводство России: актуальные проблемы науки и практики. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2007. С. 87-91.
9. Симаков Е. А., Анисимов Б. В., Митюшкин А. В., Журавлев А. А. Сортные 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
10. Козлова Л., Литвяк В., Мельситова И. Накопление и морфология крахмала картофеля белорусской селекции. Наука и инновации. 2010;9(21):43-48. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28826085>
11. Лапшинов Н. А., Гантимурова А. Н., Куликова В. И. Селекция картофеля на пригодность к переработке. Достижения науки и техники АПК. 2019;33(1):23-26. DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10105>
12. Бутов А. В., Мандрова А. А. Влияние физиолого-биохимических процессов в растениях картофеля на накопление крахмала в клубнях. Агропромышленные технологии Центральной России. 2019;2(12):48-57. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38319908>
13. Дergacheva Н. В., Согуляк С. В. Динамика накопления крахмала у раннеспелых сортов и гибридов картофеля в условиях лесостепной зоны Западной Сибири. Актуальные вопросы садоводства и картофелеводства: сб. тр. Междунар. дистанционной научн.-практ. конф. Челябинск: ФГБНУ ЮУНИИСК, 2018. С. 358-363.
14. Коршунов А. В. Картофель России. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2003. Т. 3. 331 с.
15. Liu Q., Weber E., Currie V., Yada R. Physiochemical properties of starches during potato growth. Carbohydr. Polym. 2003;51(2):213-221. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(02\)00138-8](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(02)00138-8)
16. Leonel M., do Carmo E. L., Fernandes A. M., Soratto R. P., Eburneo Ju. A. M., Garcia É. L., Rodrigues dos Santos T. P. Chemical composition of potato tubers: influence of varieties and growth conditions. Journal of Food Science and Technology. 2017;54:2372-2378. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-017-2677-6>
17. Бебякин В. М., Кулеватова Т. Б., Старичкова Н. И. Методические подходы, методы и критерии оценки адаптивности растений. Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Химия. Биология. Экология. 2005;5(2):69-71. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11700278>
18. Бебякин В. М., Злобина Л. Н. Взаимосвязь между признаками качества зерна у твердой пшеницы: сезонные и региональные эффекты. Селекция и семеноводство. 1995;(4):10-13.

References

1. Anisimov B. V. World potato production: market trends, forecasts and prospects (analytical review). *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2021;(10):3-8. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.25630/PAV.2021.45.71.008>
2. Ternovyykh Konstantin S., Popov Dmitry Y. Modern trends in the development of potato growing. *Moskovskiy ekonomicheskij zhurnal* = Moscow journal. 2020;(12):390-397. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/2413-046X-2020-10871>
3. Simakov E. A., Anisimov B. V., Zhevor S. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A., Mityushkin A. V., Gaizatulina A. S. Current trends in the development of potato breeding and seed production in Russia. *Kartofel' i ovoshchi* = Potato and Vegetables. 2020;(12):22-26. (In Russ.). DOI: <http://doi.org/10.25630/PAV.2020.49.70.005>
4. Korshunov A. V., Simakov E. A., Lysenko Yu. N., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Gaitov M. Yu. 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>
5. Rubtsov S. L., Bakunov A. L., Milekhin A. V., Dmitrieva N. N. Kriterii otbora novykh sortov kartofelya dlya usloviy Sredne-Volzhskogo regiona. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* = Izvestia Orenburg State Agrarian University. 2019;(1(75)):52-55. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=37013926>
6. Belov G. L., Derevyagina M. K., Zeyruk V. N., Vasil'eva S. V. Phytopathological examination of potato varieties in the conditions of the Moscow region. *Agrarnyy vestnik Urala* = Agrarian Bulletin of the Urals. 2021;(5(208)):8-21. (In Russ.). DOI: <http://doi.org/10.32417/1997-4868-2021-208-05-8-21>
7. Dorozhkin B. N., Dergacheva N. V., Anoshkina L. S., Safonova A. D., Krasnikov S. N. Promising models of potato varieties for Western Siberia and genetic sources of their implementation. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2007;(7):11-14. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=10365606>
8. Sintsova N. F., Sergeeva N. F. Potato breeding for early maturity in the North-East of Russia. Potato growing in Russia: actual problems of science and practice. Moscow: FGBNU «Rosinformagrotekh», 2007. pp. 87-91.
9. Simakov E. A., Anisimov B. V., Mityushkin A. V., Zhuravlev A. A. 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

10. Kozlova L., Litviyak V., Melsitova I. Accumulation and morphology of the starch potatoes of the Belarusian selection. *Nauka i innovatsii* = The Science and Innovations. 2010;9(21):43-48. (In Belarus). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28826085>
11. Lapshinov N. A., Gantimurova A. N., Kulikova V. I. Potato Breeding for Suitability to Processing. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK* = Achievements of Science and Technology of AICis. 2019;33(1):23-26. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2019-10105>
12. Butov A. V., Mandrova A. A. The impact of physiological and biochemical processes in potatoes plants on accumulation of starch in tubers. *Agropromyshlennyye tekhnologii Tsentral'noy Rossii* = Agro Central Russian Technologies. 2019;2(12):48-57. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=38319908>
13. Dergacheva N. V., Sogulyak S. V. Dynamics of starch accumulation in early-ripening potato varieties and hybrids in the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia. Current problems of horticulture and potato growing: Proceedings of International distant scientific and practical conf. Chelyabinsk: FGBNU YuUNIISK, 2018. pp. 358-363.
14. Korshunov A. V. Potatoes of Russia. Moscow: OOO «Redaktsiya zhurnala «Dostizheniya nauki i tekhniki APK», 2003. In 3 vol. 331 p.
15. Liu Q., Weber E. Currie V., Yada R. Physiochemical properties of starches during potato growth. *Carbohydr. Polym.* 2003;51(2):213-221. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(02\)00138-8](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(02)00138-8)
16. Leonel M., do Carmo E. L., Fernandes A. M., Soratto R. P., Ebúrneo Ju. A. M., Garcia É. L., Rodrigues dos Santos T. P. Chemical composition of potato tubers: influence of varieties and growth conditions. *Journal of Food Science and Technology*. 2017;54:2372-2378. URL: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-017-2677-6>
17. Bebyakin V. M., Kulevatova T. B., Starichkova N. I. Methodical approaches, methods and criteria of plant autoadaptivity. *Izvestiya Saratovskogo universiteta. Novaya seriya. Seriya: Khimiya. Biologiya. Ekologiya* = Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology. 2005;5(2):69-71. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=11700278>
18. Bebyakin V. M., Zlobina L. N. The relationship between grain quality characteristics in durum wheat: seasonal and regional effects. *Selektsiya i semenovodstvo*. 1995;(4):10-13. (In Russ.).

Сведения об авторах

Синцова Нина Фёдоровна, кандидат с.-х. наук, ст. научный сотрудник, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5135-9978>

✉ **Лыскова Ирина Владимировна**, кандидат с.-х. наук, ст. научный сотрудник, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru,

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1079-3513>

Кратюк Елена Ивановна, агроном-семеновод, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-4795-4683>

Архипов Владислав Михайлович, лаборант-исследователь, Фалёнская селекционная станция – филиал ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого», ул. Тимирязева, д. 3, п. Фалёнки, Кировская область, Российская Федерация, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru,

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3098-5088>

Information about the authors

Nina F. Sintsova, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Falenki Breeding Station – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0001-5135-9978>

✉ **Irina V. Lyskova**, PhD in Agricultural Science, senior researcher, Falenki Breeding Station – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-1079-3513>,

Elena I. Kratyuk, agronomist-seed grower, Falenki Breeding Station – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, **ORCID:** <http://orcid.org/0000-0002-4795-4683>

Vladislav M. Arkhipov, laboratory assistant researcher, Falenki Breeding Station – Branch of Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Timiryazev str., 3, s. Falenki, Kirov region, Russian Federation, 612500, e-mail: fss.nauka@mail.ru, **ORCID:** <https://orcid.org/0000-0002-3098-5088>

✉ – Для контактов / Corresponding author