



## Накопление и морфологические свойства крахмала в клубнях новых гибридов картофеля

© 2023. И. В. Лыскова✉, Н. Ф. Синцова, Е. И. Кратюк  
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 2022 г. в агроэкологических условиях Кировской области (Волго-Вятский регион) по накоплению и морфологическим свойствам крахмала в клубнях. Объекты исследования – 11 новых гибридов селекции Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ «Федеральный аграрный научный центр Северо-Востока имени Н. В. Рудницкого». В качестве стандартов использовали раннеспелый сорт Удача, среднеранний сорт Невский, среднеспелый сорт Чайка. Выделены гибриды с повышенным (19 % и выше) содержанием крахмала на 80-й день вегетации: раннеспелый 172-13, среднеранние – 165-00, 27-07, 13-18, среднеспелые – 182-13, 580-13, 252-18. Гибриды среднеранней группы имели наибольший средний размер крахмальных зерен: 165-00 (34,3±2,6 мкм), 132-18 (36,0±3,0 мкм), 233-12 (39,2±3,3 мкм). Большинство гибридов имели крахмальные зерна правильной округлой формы, сортообразцы 233-12 и 232-12 – преимущественно неправильной (угловатой) формы. В ходе исследований установлено, что хранение картофеля при температуре воздуха 3...4 °С привело к уменьшению фракции крахмальных зерен очень большого размера: у раннеспелых сортов с 9,2 до 2,7 %, среднеранних – с 13,5 до 5,0 %, среднеспелых – с 9,6 до 3,2 %, что связано с ресинтезом крахмала. В результате селекционной работы выделены перспективные гибриды картофеля различного срока созревания для передачи на государственное сортоиспытание с улучшенными хозяйственно ценными признаками, в том числе и высокой потенциальной продуктивностью: раннеспелый 172-13, среднеранний 233-12, среднеспелые 182-13 и 580-13.*

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

**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:** Лыскова И. В., Синцова Н. Ф., Кратюк Е. И. Накопление и морфологические свойства крахмала в клубнях новых гибридов картофеля. Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023;24(3):367-376.  
DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.367-376>

Поступила: 28.04.2023 Принята к публикации: 07.06.2023 Опубликована онлайн: 28.06.2023

## Accumulation and morphological properties of starch in tubers of new potato hybrids

© 2023. Irina V. Lyskova✉, Nina F. Sintsova, Elena I. Kratyuk  
Federal Agricultural Research Center of the North-East named N. V. Rudnitsky, Kirov, Russian Federation

*The article presents the results of studying potato accessions according to the accumulation and morphological properties of starch in tubers in the nursery of dynamic testing in agroecological conditions of the Kirov region (Volga-Vyatka region) in 2022. The objects of the research were 11 new hybrids bred by the Falenki Breeding Station – branch of the Federal Agricultural Research Center of the North-East named N.V. Rudnitsky. The early-maturing variety Udacha, the middle-early variety Nevsky, and the mid-season variety Chaika were used as standards. There have been identified hybrids with increased starch content (19 % and higher) on the 80th day of vegetation: early-maturing 172-13, medium-early – 165-00, 27-07, 13-18, mid-season – 182-13, 580-13, 252-18. The hybrids of the middle early group had the largest average size of starch grains: 165-00 (34.3±2.6 microns), 132-18 (36.0±3.0 microns), 233-12 (39.2±3.3 microns). Most of the hybrids had starch grains of regular rounded shape, accessions 233-12 and 232-12 – mostly irregular (angular) shape. In the course of the research, it was found that storing potatoes at the temperature of 3...4 °C led to a decrease in the fraction of starch grains of very large size: in early-maturing varieties from 9.2 to 2.7 %, in middle early – from 13.5 to 5.0 %, in mid-season – from 9.6 to 3.2 %, which was due to starch resynthesis. As a result of the breeding work, promising potato hybrids of various maturation periods have been identified for transfer to state variety testing with improved agronomic traits, including high potential productivity: early-maturing 172-13, middle-early 233-12, mid-season 182-13 and 580-13.*

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

**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:* Lyskova I. V., Sintsova N. F., Kratyuk E. I. Accumulation and morphological properties of starch in tubers of new potato hybrids. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* = Agricultural Science Euro-North-East. 2023;24(3):367-376. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.3.367-376>

Received: 28.04.2023 Accepted for publication: 07.06.2023 Published online: 28.06.2023

Крахмал является наиболее распространенным углеводом, хранящимся в растениях, и имеет значительное промышленное значение для пищевых и непищевых целей [1]. Природный крахмал и продукты его переработки используются в большинстве отраслей пищевой, текстильной, бумажной, кожевенной, полиграфической, фармацевтической промышленности, а также в быту [2, 3]. Крахмал – сложный углевод растительного происхождения, состоящий из двух видов полимерных молекул: амилозы и амилопектина [4]. С физико-биохимической точки зрения крахмал делится на два вида: ассимиляционный и запасной. Ассимиляционный крахмал образуется в зеленых хлоропластах листьев в процессе фотосинтеза. В клубнях из сахаров синтезируется запасной крахмал, который состоит из зерен со слоистым строением [5, 6].

Крахмальные зерна картофеля яйцевидной формы с правильными контурами и по своим размерам значительно крупнее зерен крахмала многих других растений. В клубнях встречаются крахмальные зерна размером от 1 до 100 мкм, но чаще всего 20-40 мкм. Содержание крахмала и размер крахмальных зерен являются важными характеристиками картофеля. Для переработки необходим крахмал крупнозернистый, так как он хорошо подвергается гидролитическому распаду. Величина зерен определяет также кулинарные качества картофеля – как столового назначения, так и готовых сушеных продуктов. В свежесобраных клубнях более 80 % всех углеводов приходится на долю крахмала. Сухое вещество клубня на 70 % состоит из крахмала [7, 8].

При использовании в пищевых и технических целях крахмал, как правило, подвергается термической обработке в присутствии воды [6]. Зерна крахмала при нагревании набухают, содержащие их клетки округляются, начинают легче отделяться одна от другой, в результате чего создается рассыпчатая консистенция, которая высоко ценится у картофеля. Чем мельче зерна крахмала, тем чаще наблюдается разрыв клеток, особенно, если они меньше 20 мкм. При слишком сильном набухании крахмальных зерен происходит разрыв

клеток, и такой картофель при варке дает полужидкую массу [9]. Содержание крахмала и сухого вещества определяют пищевую ценность картофеля, выход товарной продукции при производстве крахмала, спирта, а также качество продуктов переработки: сухого картофельного пюре, гранул, чипсов и др. Содержание крахмала определяет вкус, консистенцию и волокнистость клубней. 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 [10, 11]. Картофель, предназначенный для переработки, должен соответствовать ГОСТ 6014-68<sup>1</sup>, согласно которому базисная массовая доля крахмала должна составлять 15 % (для Кировской области) [12]. Содержание крахмала в картофеле является сортовым признаком, зависящим от ряда факторов: агроэкологических и климатических условий выращивания, агротехники, степени зрелости клубней и условий их хранения. Температура воздуха и количество осадков являются главными метеорологическими факторами, влияющими на накопление крахмала в клубнях картофеля [7]. Существенное влияние на процесс крахмалонакопления оказывает влагообеспеченность растений. Изменение влажности почвы с 70-75 до 50-55 % от ППВ в разные периоды вегетации, особенно в фазу «бутонизация-цветение», снижает содержание крахмала в клубнях от 2,4 до 5,2 %. Недостаток влаги в предуборочный период способствует увеличению крахмалистости за счет ускорения созревания клубней [13]. Повышенное содержание фосфора в почве позволяет получить клубни с более высоким содержанием сухого вещества, крахмала и белка, но более низким общим содержанием сахара [12, 14]. Наиболее интенсивно в динамике роста и развития культуры накопление крахмала происходит в начале вегетации, во время образования и начала роста клубней. У ранних и среднеранних сортов данный период отмечается с 70-го по 90-й день от посадки, у поздних – на 80-100-й день [15].

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

**Цель исследований** – оценить гибриды картофеля по накоплению и морфологическим свойствам крахмала в клубнях в динамике; выделить перспективные сортообразцы с повышенным содержанием крахмала при возделывании в условиях Кировской области.

**Новизна исследований** – получены новые данные по содержанию крахмала и его морфологическим свойствам в гибридах картофеля селекции Фалёнской селекционной станции.

**Материал и методы.** Исследования проведены в питомнике динамического сортоиспытания опытного поля селекционного севооборота Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2022 г. Почва опытного участка – дерново-подзолистая среднесуглинистая,  $pH_{KCl}$  5,0, содержание гумуса 2,45 % (по Тюрину), подвижного фосфора – 307 мг/кг и обменного калия – 265 мг/кг почвы (по Кирсанову). Предшественник – зерновые культуры. Агрофон: под культивацию внесена (вразброс 1-РМГ-4) нитроаммофоска ( $N_6P_{20}K_{30}$ ) в дозе 3,0 ц/га.

Объекты исследований – 11 новых гибридов картофеля селекции Фалёнской селекционной станции. Сравнение вели со стандартными районированными сортами, утвержденными Госкомиссией по сортоиспытанию в Кировской области: раннеспелый Удача (Всероссийский НИИ картофельного хозяйства), среднеранний Невский (Северо-Западный НИИСХ), средне-спелый Чайка (ФАНЦ Северо-Востока).

В питомнике проводили три пробные копки: через 60, 70 и 80 дней после посадки по методике Всероссийского НИИ картофельного хозяйства<sup>2</sup>. Содержание крахмала в клубнях определяли после каждой копки (дополнительно во время хранения через 3 месяца) удельно-весовым методом, размер крахмальных зерен – с помощью биологического микроскопа «Микромед 2» по Методике физиолого-биохимических исследований картофеля<sup>3</sup>.

Вегетационный период 2022 г. характеризовался неравномерным выпадением осадков, с пиком в начале вегетационного периода: 119 мм осадков (64 %) пришлось на период с середины мая до конца третьей декады июня. К посадке приступили позже среднесрочных сроков на две недели. Гидротермический коэффициент по Селянинову<sup>4</sup> (ГТК) июня составил 1,49. Всходы появились 23-27 июня. Вторая половина вегетации – это полная противополо-

жность первой. С третьей декады июня дожди начали сокращаться, за исключением 14 июля, когда выпало 24,6 мм. В критический период завязывания и роста клубней (июль, август) выпало 42 % осадков от климатической нормы, на этот же период пришлось повышение температуры воздуха (на 2,0 °С в июле и на 4,8 °С в августе к климатической норме), ГТК июля составил 0,84, августа – 0,14, что соответствовало сильной засухе. В целом за вегетацию ГТК составил 0,76, при сумме температур воздуха выше 10 °С, равной 1796 °С. На такие неблагоприятные условия картофель отреагировал прекращением прироста клубней и низкой урожайностью.

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена с использованием пакета прикладных программ AGROS – версия 2.07. (приведено среднее значение и ошибка выборки  $S_x$ ).

**Результаты и их обсуждение.** Проведенные исследования показали, что содержание крахмала у всех изученных сортообразцов было выше 15 % (табл. 1). В группе раннеспелых выделен сортообразец 172-13 с максимальным содержанием крахмала 20,5 % на 70-й день вегетации, что больше стандартного сорта Удача на 5 %, на 80-й день у сортообразца зафиксировано уменьшение содержания крахмала, что связано с увеличением прироста размера клубней в данный период. Сортообразец на высоком уровне сохранил показатель и во время хранения (20,3 %).

В группе среднеранних сортов выделены сортообразцы 27-07 и 132-18, у которых содержание крахмала увеличивалось на протяжении всей вегетации до 19 %, в период хранения – до 20,0-20,4 %. У номеров 165-00 и 13-18 максимальное накопление крахмала отмечено на 80-й день вегетации, что на 6 % выше стандартного сорта Невский.

В группе среднеспелых сортообразцов все четыре новые гибрида отличались от стандартного сорта Чайка высоким содержанием крахмала: превышение составило уже в первую копку на 60-й день вегетации от 2,0 % (182-13) до 8 % (580-13). Стабильно высокое содержание крахмала отмечено у номера 182-13 на 70-й и 80-й день вегетации (20,0-22,0 %) и в период хранения (до 21,2 %). На 80-й день вегетации наибольшим содержанием крахмала (более 20 %) выделены гибриды 580-13 и 252-18.

<sup>2</sup>Методика исследования по культуре картофеля. М., 1967. 264 с.

<sup>3</sup>Методика физиолого-биохимических исследований картофеля. М.: ВНИИКСХ, 1989. 142 с.

<sup>4</sup>Научно-прикладной справочник по климату СССР: в 6 ч. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1-6. Л., 1988. Вып. 12. 647 с.

Таблица 1 – Динамика содержания крахмала в клубнях картофеля по группам спелости в период вегетации и хранения, % (2022 г.) /

Table 1 – Dynamics of starch content (%) in potato tubers by maturity groups during the growing season and storage, % (2022)

Сорт, номер гибрида / Variety, hybrid number	Содержание крахмала в клубнях картофеля / Dynamics of starch accumulation in potato tubers			
	60-й день / the 60 <sup>th</sup> day	70-й день / the 70 <sup>th</sup> day	80-й день / the 80 <sup>th</sup> day	при хранении / in storage
Раннеспелые / Early maturing				
Удача, ст. / Udacha, st.	15,5	15,5	15,5	14,2
172-13	17,5	20,5	19,0	20,3
92-16	15,0	13,5	15,5	15,0
Среднее / Average	16,0	16,5	16,7	16,5
Среднеранние / Middle early				
Невский, ст. / Nevsky, st.	15,5	19,0	14,5	15,0
165-00	17,5	16,5	21,0	17,0
27-07	17,0	19,0	19,0	20,4
233-12	16,0	16,5	18,0	17,9
13-18	15,5	18,5	21,5	15,9
132-18	17,0	18,5	18,5	20,0
Среднее / Average	16,4	18,0	18,8	17,7
Среднеспелые / Mid-season				
Чайка, ст. / Chayka, st.	13,0	14,5	15,5	15,5
232-12	16,0	17,5	18,5	18,9
182-13	15,0	22,0	20,0	21,2
580-13	21,0	19,5	21,0	19,0
252-18	19,0	19,0	20,5	16,9
Среднее / Average	16,4	18,0	18,8	17,7
Среднее по опыту / Average by experience	16,4	17,7	18,2	17,5

Исследованиями Л. Козловой с соавт. установлено, что размеры крахмальных зерен и их процентное распределение в зрелых клубнях является сортовым признаком [7]. Распределение крахмальных зерен по размеру в клубнях изученных сортообразцов картофеля разных групп спелости представлены на рисунке в динамике. Раннеспелые сорта к 60-му дню после посадки сформировали преимущественно мелкую фракцию крахмальных зерен (67,1 %), доля фракций больших и очень больших размеров составила соответственно 10,7 и 1,8 %. У среднеспелых сортов 56,7 % всей осматриваемой выборки составляли малые зерна, 23,7 % – средние, 12,0 % – большие,

7,6 % – очень большие. Через 20 дней распределение крахмальных зерен по размеру у среднеспелых сортообразцов, как и следовало ожидать, сместилось в сторону более крупной фракции, доля фракции зерен среднего размера осталась на прежнем уровне.

К окончанию вегетации на 80-й день сортообразцы раннеспелой группы имели средний размер крахмальных гранул  $26,6 \pm 2,0$  мкм (табл. 2). Новые гибриды не превысили стандартный сорт Удача по среднему размеру крахмальных зерен, так как более 60 % из них были мелкими – до 25,0 мкм. Можно отметить гибрид 172-13, у которого 12,4 % крахмальных зерен имели размер более 60,0 мкм, что выше стандарта на 3,6 %.

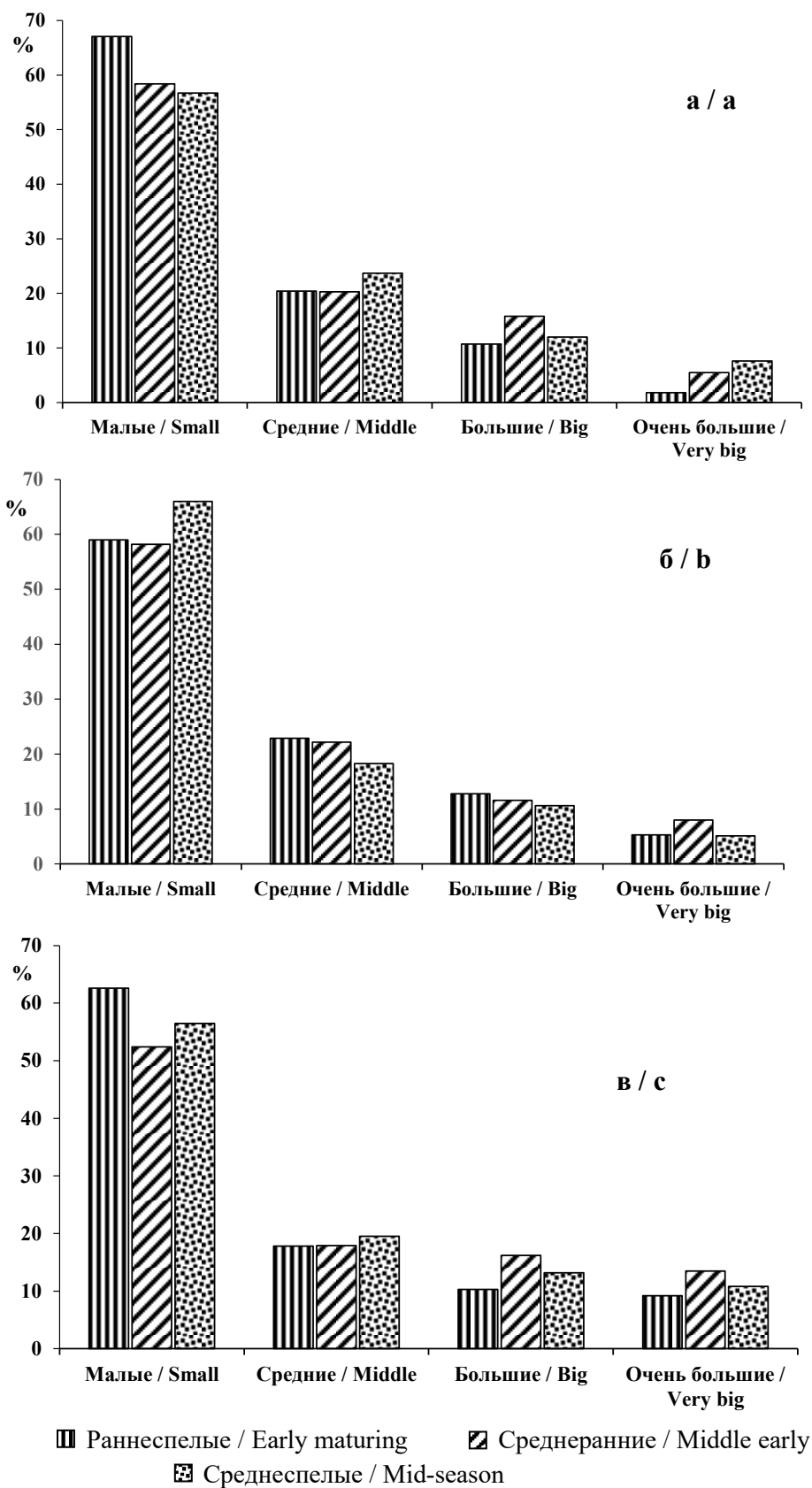


Рис. Распределение крахмальных зёрен по размеру в клубнях сортов и гибридов картофеля разных групп спелости в период вегетации, %: а) на 60-й день; б) на 70-й день; в) на 80-й день /

Fig. Distribution of starch grains by size in tubers of potato varieties and hybrids of different groups of ripeness during the growing season, %: a) on the 60th day of vegetation; b) on the 70th day of vegetation; c) on the 80th day of vegetation

Таблица 2 – Морфологическая характеристика крахмала, выделенного из разных сортообразцов картофеля на 80-й день вегетации (2022 г.) /

Table 2 – Morphological characteristics of starch isolated from different potato varieties on the 80th day of vegetation (2022)

Сорт, номер гибрида / Variety, hybrid number	Распределение крахмальных гранул по размеру, % / Distribution of starch granules by size, %				Размер крахмальных гранул, мкм / Size of starch granules, microns	
	малые / small	средние / medium	большие / large	очень большие / very large	min...max	среднее $\pm S_x$ / average $\pm S_x$
	до 25,0 мкм / up to 25.0 microns	25,0-39,9 мкм / 25.0-39.9 microns	40,0-59,9 мкм / 40.0-59.9 microns	более 60,0 мкм / larger than 60.0 microns		
Раннеспелые / Early maturing						
Удача, ст. / Udacha, st.	55,9	22,5	12,8	8,8	4,7...77,4	28,6 $\pm$ 2,0
172-13	64,0	13,4	10,2	12,4	3,3...80,9	27,4 $\pm$ 2,5
92-16	68,0	17,6	8,0	6,4	6,3...71,2	23,8 $\pm$ 1,4
Среднее / Average	62,6	17,8	10,3	9,2	4,8...76,5	26,6 $\pm$ 2,0
Среднеранние / Middle early						
Невский, ст. / Nevsky, st.	58,1	24,2	13,3	4,4	4,9...74,5	26,4 $\pm$ 1,4
165-00	47,0	20,4	16,8	15,8	9,1...86,8	34,3 $\pm$ 2,6
27-07	63,0	13,4	15,2	8,4	4,5...78,1	26,6 $\pm$ 1,8
233-12	46,0	13,8	16,4	23,8	5,0...113,7	39,2 $\pm$ 3,3
13-18	51,8	25,9	15,2	7,1	6,6...73,2	28,2 $\pm$ 1,9
132-18	48,3	9,6	20,4	21,7	6,7...98,7	36,0 $\pm$ 3,0
Среднее / Average	52,4	17,9	16,2	13,5	6,1...87,5	31,8 $\pm$ 2,3
Среднеспелые / Mid-season						
Чайка, ст. / Чайка, st.	46,8	34,9	16,5	1,8	4,8...66,9	27,3 $\pm$ 1,3
232-12	42,0	22,3	14,7	21,0	5,5...115,5	39,3 $\pm$ 3,1
182-13	66,0	9,7	15,5	8,8	4,3...84,3	26,2 $\pm$ 2,0
580-13	58,6	28,1	7,0	6,3	3,4...103,4	25,3 $\pm$ 1,8
252-18	58,8	19,7	11,2	10,3	3,6...78,0	25,4 $\pm$ 2,0
Среднее / Average	54,0	22,9	13,1	9,6	4,3...89,6	28,7 $\pm$ 2,0
Среднее по опыту / Average by experience	56,5	19,5	13,2	10,8	5,1...84,5	29,0 $\pm$ 2,1

Сортообразцы среднеранней группы к окончанию вегетации характеризовались наибольшим средним размером крахмальных гранул – 31,8 $\pm$  2,3 мкм. В данной группе все гибриды по доле крахмальных гранул размером более 60,0 мкм превысили стандартный сорт Невский, выделились образцы 165-00 – 15,8 %, 233-12 – 23,8 % и 132-18 – 21,7 %.

Сортообразцы среднеспелой группы по размеру крахмальных зерен занимали промежуточное положение между раннеспелой и среднеранней группами. В данной группе относительно стандарта Чайка выделен гибрид 232-12 с наибольшим средним размером крахмальных зерен 39,3 $\pm$ 3,1 мкм и наименьшим содержанием (42,0 %) мелких крахмальных зерен среди всех изученных сортообразцов.

Отмечено, что на 60-й день вегетации у сортов и гибридов сформировались крахмальные зерна правильной овальной формы, у сортообразцов 233-12 и 232-12 – преимущественно неправильной (угловатой). Во вторую копку угловатые крахмальные зерна имели сортообразцы 165-00 и 252-18. На 80-й день вегетации неправильной формой крахмальных зерен выделились гибриды 165-00, 132-18, 182-13, 580-13.

В ходе исследований было установлено, что хранение картофеля при температуре воздуха 3...4 °С уменьшилась фракция крахмальных зерен очень большого размера у раннеспелых с 9,2 до 2,7 %, у среднеранних – с 13,5 до 5,0 % и у среднеспелых – с 9,6 до 3,2 % (табл. 2, 3), что связано с ресинтезом крахмала. Происходит увеличение фракции мелких зерен, что подтверждается и другими авторами [16].

**Таблица 3 – Морфологическая характеристика крахмала, выделенного из разных сортообразцов картофеля в период хранения (2022 г.) /**

**Table 3 – Morphological characteristics of starch isolated from different potato varieties during storage (2022)**

Сорт, номер гибрида / Variety, hybrid number	Распределение крахмальных гранул по размеру, % / Distribution of starch granules by size, %				Размер крахмальных гранул, мкм / Size of starch granules, microns	
	малые / small	средние / medium	большие / large	очень большие / very large	min...max	среднее ±S <sub>x</sub> / average ±S <sub>x</sub>
	до 25,0 мкм / up to 25.0 microns	25,0-39,9 мкм / 25.0-39.9 microns	40,0-59,9 мкм / 40.0-59.9 microns	более 60,0 мкм / larger than 60.0 microns		
<b>Раннеспелые / Early maturing</b>						
Удача, ст. / Udacha, st.	51,1	22,7	23,9	2,3	4,9...68,5	26,5±1,6
172-13	65,7	20,7	9,3	4,3	5,1...87,7	23,1±1,1
92-16	84,4	9,2	4,9	1,4	2,52...90,7	16,1±0,9
Среднее / Average	67,1	17,5	12,7	2,7	4,2...82,3	21,9±1,2
<b>Среднеранние / Middle early</b>						
Невский, ст. / Nevsky, st.	53,2	29,7	11,7	5,4	6,0...72,5	26,4±1,5
165-00	73,4	10,2	9,1	7,3	6,2...77,4	21,6±1,6
27-07	70,0	21,2	5,5	3,3	3,7...55,4	19,9±1,3
233-12	62,0	19,0	9,0	10,0	4,4...89,7	26,8±2,6
13-18	75,0	17,0	4,5	3,5	3,9...72,7	18,2±1,2
132-18	71,1	17,8	10,0	1,1	4,4...61,8	19,7±1,4
Среднее / Average	67,5	19,2	8,3	5,0	4,8...73,6	22,1±1,5
<b>Среднеспелые / Mid-season</b>						
Чайка, ст. / Чайка, st.	65,0	25,4	8,5	1,1	6,2...64,4	21,5±0,8
232-12	56,8	28,4	11,4	3,4	3,5...67,4	24,5±1,6
182-13	78,8	13,5	5,2	2,5	3,0...72,4	15,4±1,1
580-13	74,4	15,6	4,4	5,6	4,9...95,2	18,0±1,2
252-18	73,5	15,6	7,3	3,6	3,5...74,8	19,8±1,4
Среднее / Average	69,7	19,7	7,4	3,2	4,2...74,8	19,8±1,2
Среднее по опыту / Average by experience	68,1	18,8	9,5	3,6	4,4...76,9	21,3±1,3

В результате селекционной работы на Фалёнской селекционной станции (филиал ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока) изучены новые гибриды картофеля по основным хозяйственно ценным признакам, в т. ч. по содержанию крахмала и морфологическим свойствам крахмальных зерен в клубнях, выделены наиболее перспективные, описание которых приводится ниже.

*Ранний 172-13.* Средний вес товарных клубней – 87...130 г. Количество товарных клубней в гнезде 9...11 штук, выравненные и высокой товарности. Клубни округлые, розовые, глазки мелкие, неокрашенные. Мякоть бледно-желтая, вареная мякоть рассыпчатая. Урожайность 26,5...39,9 т/га. Содержание крахмала 13,6...15,5 %. Вкус очень хороший (4,4...5,0 баллов). Лежкость хорошая. Устойчив к раку, золотистой картофельной нематоды, устойчив к фитофторозу по листьям – средняя, по клубням – выше средней. Среднеустойчив к парше обыкновенной. Устойчив к тяжелым формам вирусных болезней.

*Среднеранний 233-12.* Средний вес товарных клубней 80...120 г. Количество товарных клубней в гнезде 9...13 штук. Клубни округлые, белые, мякоть белая, слегка темнеющая при резке, вареная мякоть рассыпчатая. Урожайность 32,8...55,4 т/га. Содержание крахмала 12,0...15,7 %. Потребительские качества: вкус хороший (4,0...4,4 балла), лежкость хорошая. Устойчив к раку, золотистой картофельной нематоды, парше обыкновенной, устойчив к фитофторозу по листьям и клубням высокая.

*Среднеспелый 182-13.* Средний вес товарных клубней 77...110 г. В гнезде 10...13 штук выравненных клубней, хорошего товарного вида. Клубни округло-овальные, красные, глазки мелкие, неокрашенные. Мякоть желтая, вареная – плотная. Урожайность 22,3...44,8 т/га. Содержание крахмала 12,2...15,1 %. Вкус хороший и удовлетворительный (3,4...3,7 балла). Лежкость хорошая. Устойчив к раку, золотистой

картофельной нематоды, устойчивость к фитофторозу по листьям – средняя, по клубням – выше средней. Незначительное поражение клубней паршой обыкновенной.

*Среднеспелый 580-13.* Средний вес товарных клубней 90...112 г. Количество товарных клубней в гнезде 9...14 штук, очень выравнены. Клубни округло-овальные, белые с розовым румянцем, кожура гладкая, глазки мелкие, неокрашенные, мякоть белая, устойчивая к потемнению при резке, вареная мякоть плотная. Урожайность 25,4...40,1 т/га. Содержание крахмала 12,6...17,0 %. Вкус хороший и удовлетворительный (3,9 балла). Лежкость хорошая и средняя. Устойчив к раку, парше обыкновенной, к тяжелым вирусным болезням. Средняя устойчивость к фитофторозу по листьям и клубням. Особенности возделывания: предпочитает легкие почвы, хорошо выносит засушливые условия.

**Заключение.** Таким образом, по результатам исследований динамики накопления крахмала у новых гибридов картофеля селекции Фалёнской селекционной станции – филиала ФГБНУ ФАНЦ Северо-Востока в 2022 г. выделены гибриды различного срока созревания для почвенно-климатических условий Волго-Вятского региона: раннеспелые – 172-13, 92,16; среднеранние – 165-00, 27-07, 233-12, 13-18, 132-18; среднеспелые – 232-12, 182-13, 580-13, 252-18. Высокое (19 % и выше) содержание крахмала на 80-й день вегетации имели гибриды: раннеспелый 172-13, среднеранние – 165-00, 27-07, 13-18, среднеспелые – 182-13, 580-13, 252-18. Выделены гибриды среднеранней группы с наибольшим средним размером крахмальных зерен: 165-00 (34,3±2,6 мкм), 132-18 (36,0±3,0 мкм), 233-12 (39,2±3,3 мкм). У большинства гибридов крахмальные зерна имели правильную округлую форму. Для передачи на государственное сортоиспытание рекомендуются гибриды: раннеспелый 172-13, среднеранний 233-12, среднеспелые 182-13 и 580-13 с улучшенными хозяйственно ценными признаками.

#### Список литературы

1. Geigenberger P. Regulation of sucrose to starch conversion in growing potato tubers. *Journal of Experimental Botany*. 2003;54(382):457-465. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erg074>
2. Семенова А. В., Гольдштейн В. Г., Дегтярев В. А., Морозова А. А., Королева А. К. Изучение состава картофеля по хозяйственно ценным признакам, определяющим его пригодность к промышленной переработке. *Аграрная наука Евро-Северо-Востока*. 2022;23(6):841-851. DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.841-851> EDN: KFBDKR
3. Jaiswal A. K. Nutritional Significance of Processed Potato Products. In: Raigond P., Singh B., Dutt S., Chakrabarti S. K. (eds) *Potato*. Springer, Singapore, 2020. pp. 247-270. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7662-1\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7662-1_14)



4. Wang F., Wang C., Song Sh., Xie Sh., Kang F. Study on starch content detection and visualization of potato based on hyperspectral imaging. *Food Science & Nutrition*. 2021;9(8):4420-4430. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2415>
5. Хлесткин В. К., Пельтек С. Е., Колчанов Н. А. Гены-мишени для получения сортов картофеля (*Solanum tuberosum*) с заданными свойствами крахмала. *Сельскохозяйственная биология*. 2017;52(1):25-36. DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.1.25rus> EDN: YFQFCH
6. Ягофаров Д. Ш., Канарский А. В., Сидоров Ю. Д., Поливанов М. А. Физико-химические свойства картофельного крахмала. *Вестник Казанского технологического университета*. 2012;15(12):212-215. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17846293> EDN: PANUKV
7. Козлова Л., Литвяк В., Мельситова И. Накопление и морфология крахмала картофеля белорусской селекции. *Наука и инновации*. 2010;(9(91)):43-48. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28826085> EDN: YGUVJT
8. Литвяк В. В., Бутрим С. М., Канарский А. В., Канарская З. А. Морфология и размеры зерен природного крахмала разного ботанического происхождения. *Вестник технологического университета*. 2018;21(3):64-69. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34866100> EDN: ORMRJF
9. 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> EDN: YXRTNZ
10. Дергачева 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. Режим доступа: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35014612> EDN: XOZMCT
11. Liu Q., Weber E., Currie V., Yada R. Physicochemical properties of starches during potato growth. *Carbohydrate Polymers*. 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)
12. Коршунов А. В. Картофель России. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2003. Т. 2. 321 с.
13. 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://elibrary.ru/item.asp?id=38319908> EDN: KBZBTQ
14. 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>
15. Коршунов А. В. Картофель России. М.: ООО «Редакция журнала «Достижения науки и техники АПК», 2003. Т. 3. 331 с.
16. Пшеченков К. А., Зейрук В. Н., Еланский С. Н., Мальцев С. В. Технологии хранения картофеля. М.: «Картофелевод», 2007. 192 с. Режим доступа: <http://www.kartofel.org/knigi/hranenie.pdf>

### References

1. Geigenberger P. Regulation of sucrose to starch conversion in growing potato tubers. *Journal of Experimental Botany*. 2003;54(382):457-465. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/erg074>
2. Semenova A. V., Goldstein V. G., Degtyarev V. A., Morozova A. A., Koroleva A. K. Study of the composition of potatoes by agronomic traits determining its suitability for industrial processing. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2022;23(6):841-851. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2022.23.6.841-851>
3. Jaiswal A. K. Nutritional Significance of Processed Potato Products. In: Raigond P., Singh B., Dutt S., Chakrabarti S. K. (eds) *Potato*. Springer, Singapore, 2020. pp. 247-270. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-981-15-7662-1\\_14](https://doi.org/10.1007/978-981-15-7662-1_14)
4. Wang F., Wang C., Song Sh., Xie Sh., Kang F. Study on starch content detection and visualization of potato based on hyperspectral imaging. *Food Science & Nutrition*. 2021;9(8):4420-4430. DOI: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2415>
5. Khlestkin V. K., Peltek S. E., Kolehanov N. A. Target genes for development of potato (*Solanum tuberosum* L.) cultivars with desired starch properties (review). *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya = Agricultural Biology*. 2017;52(1):25-36. (In Russ.). DOI: <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.1.25rus>
6. Yagofarov D. Sh., Kanarskiy A. V., Sidorov Yu. D., Polivanov M. A. Physical and chemical properties of potato starch. *Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta*. 2012;15(12):212-215. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=17846293>
7. Kozlova L., Litviyay V., Melsitova I. Accumulation and morphology of the starch potatoes of the belarusian selection. *Nauka i innovatsii = The Science and Innovations*. 2010;(9(91)):43-48. (In Russ.). URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=28826085>

8. Litvyak V. V., Butrim S. M., Kanarskiy A. V., Kanarskaya Z. A. Morphology and sizes of native starch grains of different botanical origin. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta*. 2018;21(3):64-69. (In Russ.).

URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=34866100>

9. 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>

10. Dergacheva N. V., Sogulyak S. V. Dynamics of starch accumulation in early maturing potato varieties and hybrids in the conditions of the forest-steppe zone of Western Siberia. Topical issues of horticulture and potato growing: Collection of works of the International distant scientific-practical. conf. Chelyabinsk: *FGBNU YuUNIISK*, 2018.wq pp. 358-363. URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=35014612>

11. Liu Q., Weber E., Currie V., Yada R. Physiochemical properties of starches during potato growth. *Carbohydrate Polymers*. 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)

12. Korshunov A. V. Russian potatoes. Moscow: *ООО «Redaktsiya zhurnala «Dostizheniya nauki i tekhniki APK»*, 2003. Vol. 2. 321 p.

13. Butov A. V., Mandrova A. A. The impact of physiological and biochemical processes in potatoes plants on accumulation of starch in tubers. *Agropromyshlennye tekhnologii Tsentral'noy Rossii = Agro Central Russian Technologies*. 2019;(2(12)):48-57. (In Russ.). URL: <https://elibrary.ru/item.asp?id=38319908>

14. 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>

15. Korshunov A. V. Russian potatoes. Moscow: *ООО «Redaktsiya zhurnala «Dostizheniya nauki i tekhniki APK»*, 2003. Vol. 3. 331 p.

16. Pshechenkov K. A., Zeyruk V. N., Elanskiy S. N., Maltsev S. V. Potato storage technologies. Moscow: *«Kartofelevod»*, 2007. 192 p. URL: <http://www.kartofel.org/knigi/hranenie.pdf>

#### **Сведения об авторах**

✉ **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](mailto:fss.nauka@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1079-3513>

**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](mailto:fss.nauka@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5135-9978>

**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](mailto:fss.nauka@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4795-4683>

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

✉ **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](mailto:fss.nauka@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1079-3513>

**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](mailto:fss.nauka@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-5135-9978>

**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](mailto:fss.nauka@mail.ru), ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-4795-4683>

✉ – Для контактов / Corresponding author