

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ УЛУЧШАЮЩЕГО ОТБОРА РАСТЕНИЙ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ МИНИКЛУБНЕЙ КАРТОФЕЛЯ

Любовь Павловна Евстратова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Лариса Анатольевна Кузнецова, кандидат сельскохозяйственных наук

Елена Валентиновна Николаева, кандидат сельскохозяйственных наук

Карельский научный центр Российской академии наук, г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия

E-mail: levstratova@yandex.ru

**Аннотация.** Представлены результаты улучшающего отбора растений сортов картофеля ранней группы спелости — Ред Скарлетт, Латона, Импала в оригинальном семеноводстве культуры. За два года исследований визуальная оценка лучших потомств по количеству и массе миниклубней до 35,3%, 50,0, и 62,5% соответствовала результатам их выявления с помощью кластерного и пошагового дискриминантного анализа. У изученных сортов улучшающий отбор на основе визуальной диагностики способствовал получению более продуктивных потомств с массой миниклубней средней (73,5–147,1 г) и крупной фракций (67,7–103,7 г) на одно растение. Вышеуказанные методы многомерного статистического анализа позволили выделить потомства сортов Ред Скарлетт и Импала с повышенной массой средней (105,9–155,4 г) и крупной (93,9–136,2 г), а сорта Латона — всех трех фракций (96,0–165,0 г), перспективные для более эффективного ведения оригинального семеноводства картофеля.

**Ключевые слова:** картофель, оригинальное семеноводство, миниклубни, улучшающий отбор, продуктивность

## THE EFFECTIVENESS OF IMPROVING PLANT SELECTION IN OBTAINING POTATO MINITUBERS

L.P. Evstratova, *Grand PhD in Agricultural Sciences, Professor*

L.A. Kuznetsova, *PhD in Agricultural Sciences*

E.V. Nikolaeva, *PhD in Agricultural Sciences*

Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia

E-mail: levstratova@yandex.ru

**Abstract.** The results of improving selection of the early ripeness potato plants varieties — the Red Scarlett, the Latona, the Impala in the original seed production of the culture are presented. During two years of research, visual evaluation of the best progenies by the number and weight of tubers corresponds to the results of their selection using cluster and step-by-step discriminant analyses by 35.3%, 50.0 and 62.5%. In the studied varieties, improving selection based on visual diagnostics contributes to obtaining more fruitful progenies with the average tubers weight of 73.5–147.1 g and a large fraction tubers with 67.7–103.7 g per plant. Additionally, the above mentioned methods of multivariate statistical analysis made it possible to identify the progenies of the Red Scarlett and the Impala varieties with increased weights of medium (105.9–155.4 g) and large (93.9–136.2 g) fractions, and the Latona varieties — of all the three fractions (96.0–165.0 g). These progenies have a potential for more efficient management of the original potato seed production.

**Keywords:** potatoes, original seed production, mini-tubers, improving selection, productivity

Одна из проблем при микроразмножении картофеля — соматическая изменчивость, частота которой может зависеть от генотипа сорта, концентрации регуляторов роста в среде, продолжительности культивирования растительного материала и других факторов. [4, 7, 11] При последующем вегетативном размножении наблюдаются отклонения от исходного сорта по морфологическим признакам и биологическим свойствам, теряется сортовая оригинальность. [1, 8] Для выявления генетических и эпигенетических отклонений *in vitro* целесообразно выделить типичных для сорта, более продуктивных, свободных от инфекций растений в защищенном грунте путем улучшающего отбора. Необходимость проведения последнего обусловлена тем, что, несмотря на однотипность генотипа сорта, продуктивность растений неоднородна. [4] Некоторые ученые считают, что причинами этих изменений могут быть глубокая клеточная дестабилизация при оздоровлении сортов, а также влияние фитогормонов (аукси-

ны, цитокинины и гиббереллины), регулирующих большинство процессов жизнедеятельности растений (прорастание семенного материала, рост, дифференциация тканей и органов, цветение, созревание плодов). [1, 3, 6]

Улучшающий отбор вегетативных потомств в тепличных условиях будет способствовать повышению эффективности оригинального семеноводства картофеля.

Цель работы — проанализировать результаты отбора наиболее продуктивных растений картофеля на основе визуальной оценки миниклубней и с привлечением отдельных методов многомерного статистического анализа.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследования проводили на протяжении 2020–2021 годов. Свободный от инфекций исходный меристемный материал выращивали для получения

**Результаты визуального отбора  
выделившихся вегетативных потомств  
раннеспелых сортов картофеля, среднее за два года**

| Число отобранных потомств<br>(общее число изученных) | Крупные<br>d* > 60 мм |          | Средние<br>d = 10...60 мм |          | Мелкие<br>d < 9 мм |          | Всего      |          |
|------------------------------------------------------|-----------------------|----------|---------------------------|----------|--------------------|----------|------------|----------|
|                                                      | число, шт.            | масса, г | число, шт.                | масса, г | число, шт.         | масса, г | число, шт. | масса, г |
| <i>Ред Скарлетт</i>                                  |                       |          |                           |          |                    |          |            |          |
| 7 (48)                                               | 0,8                   | 67,7     | 2,1                       | 94,3     | 6,4                | 65,8     | 8,7        | 191,1    |
| <i>Латона</i>                                        |                       |          |                           |          |                    |          |            |          |
| 12 (46)                                              | 0,8                   | 83,5     | 2,1                       | 73,5     | 5,8                | 63,4     | 8,2        | 179,4    |
| <i>Импала</i>                                        |                       |          |                           |          |                    |          |            |          |
| 10 (43)                                              | 1,1                   | 103,7    | 3,0                       | 147,1    | 5,6                | 62,8     | 9,5        | 292,3    |

Примечание. d\* — диаметр миниклубней.

миниклубней в комбинированной (из поликарбоната и спанбонда) теплице лаборатории агротехнологий «Вилга» отдела комплексных научных исследований КарНЦ РАН. [1]

Использовали сорта картофеля ранней группы спелости — *Ред Скарлетт*, *Латона*, *Импала*. Критерии для отбора лучших растений — их типичность по морфологическим признакам, продуктивность с учетом показателей числа и массы миниклубней, а также стандартный размер последних (ГОСТ 33996-2016) с наибольшим поперечным диаметром — 10...60 мм. [2] При уборке картофеля миниклубни распределяли по фракциям: крупная диаметром более 60 мм и массой более 80 г; средняя — 10...60 и 30...80; мелкая — менее 9 мм и 30 г. [3]

Среди изученных сортов на основе визуальной оценки выделены от 30 до 65 лучших потомств. Корректность их отбора ежегодно проверяли с помощью кластерного (метод Варде, Евклидово расстояние) и пошагового дискриминантного (метод включения) анализов. [5, 10] Экспериментальные данные статистически обрабатывали с использованием программ Microsoft Excel 10 и StatGraphics Centurion XV.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Улучшающий отбор растений картофеля по внешним признакам в условиях защищенного грунта показал, что у изученных сортов распределение миниклубней по фракциям было неодинаково. В среднем за два года из 43...48 потомств отобраны 12,3...30,0% наиболее продуктивных, у которых общее количество миниклубней на одном растении варьировало от 8,2 до 9,5 шт., а их масса — 179,4...292,3 г (см. таблицу).

На примере сорта *Ред Скарлетт* (см. рисунок) представлены результаты статистической обработки полученных экспериментальных данных в 2021 году. При классификации вегетативных потомств вышеуказанного сорта выделены три группы, корректность распределения которых на 85,7% поддержана пошаговым дискриминантным анализом. Основные дискриминаторы, достоверно разде-

ляющие потомства на группы, — показатели массы миниклубней крупной и мелкой фракций.

Для первой группы (42,86%) свойственна повышенная продуктивность миниклубней только средней фракции, второй (30,36%) — наименьшая общая продуктивность. Третья группа (26,79%) выделялась максимальными показателями массы и количества миниклубней крупной фракции.

По итогам кластерного анализа урожайных показателей сорта *Латона* также получены три группы потомств (корректность классификации — 98,3%).

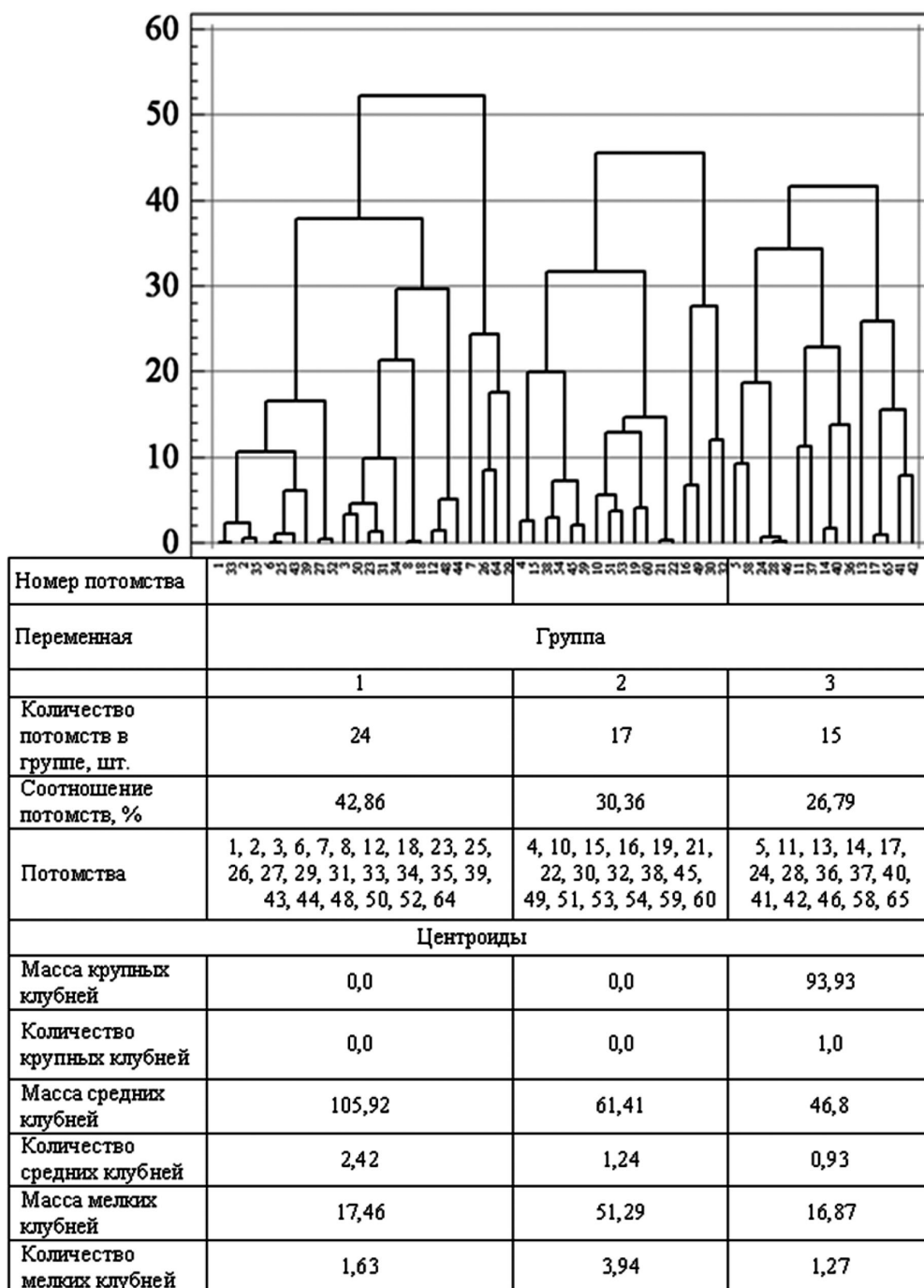
В качестве дискриминаторов установлены переменные в указанном порядке: количество крупной, масса мелкой и средней фракций миниклубней. Первая группа (43,3%) имела наименьшую продуктивность, вторая (53,3%) — максимальные показатели массы и количества миниклубней крупной фракции. Два представителя (3,34%) третьей группы отличались наибольшей продуктивностью из-за средней и мелкой фракций.

Математическая обработка материала сорта *Импала* выделила три группы с корректностью 94,4%. Выявлена следующая последовательность дискриминаторов: количество миниклубней крупной, масса средней и количество мелкой фракций. Первая группа (29,63%) характеризовалась самыми высокими показателями урожая растений, в основном, миниклубнями крупной фракции, вторая (44,44%) — объединяла потомства с минимальной продуктивностью, третья (25,93%) — с преобладанием миниклубней средней фракции.

Для целей оригинального семеноводства представляет интерес отбор потомств, преимущественно имеющих миниклубни стандартного размера. Итоги улучшающего отбора при визуальной оценке растений частично соответствуют данным выделения более продуктивных потомств с привлечением отдельных методов многомерного статистического анализа: у сорта *Ред Скарлетт* — до 35,3%, *Латона* — 50,0, *Импала* — 62,5%. Такой разброс значений можно объяснить тем, что в первом случае учитывали только количество миниклубней на одном растении, а при математической обработке экспериментальных данных — еще и массу.

На основе визуального отбора были выделены представители из разных групп потомств, полученных по результатам статистического анализа. Согласно последнего у сортов *Ред Скарлетт* и *Импала* предпочтительнее осуществлять отбор из первой и третьей групп с повышенной продуктивностью миниклубней средней (2,4...3,4 шт. и 105,9...155,4 г) и крупной (1,0...1,4 шт. и 93,9...136,2 г) фракций, а сорта *Латона* — из второй и третьей с наибольшими значениями всех трех фракций (1,2...7,0 шт. и 96,0...165,0 г).

**Выводы.** Для повышения эффективности оригинального семеноводства картофеля целесообразно проводить учет продуктивности растений по комплексу количественных показателей с последующим выделением лучших вегетативных потомств на основе использования отдельных методов многомерного статистического анализа. Результаты визуальной оценки урожайных показателей сортов ранней группы спелости — *Ред Скарлетт*, *Латона*, *Импала* до 35,3%, 50,0 и 62,5% соответственно со-



Группировка вегетативных потомств сорта Ред Скарлетт по количеству и массе миниклубней, 2021 год.

впадают с данными математической группировки. Предложенный подход к выделению наиболее продуктивных потомств путем улучшающих отборов типичных и более продуктивных растений в защищенном грунте способствует увеличению выхода высококачественного семенного материала.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Биотехнологические методы получения и оценки оздоровленного картофеля. М.: Агропромиздат, 1988. 34 с.
2. ГОСТ 33996-2016 «Картофель семенной. Технические условия и методы определения качества». М.: Стандартинформ, 2020. 45 с.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1979. 416 с.
4. Евстратова Л.П., Кузнецова Л.А., Николаева Е.В. и др. Сочетание методов апикальной меристемы и клонного отбора в оригинальном семеноводстве *Solanum tuberosum* L. // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. 2018. № 8 (177). С. 23–26.
5. Ким Дж.-О., Мьюллер П.У., Клекка У.Р. и др. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ. М.: Финансовая статистика, 1989. 215 с.
6. Князева Т.В. Регуляторы роста растений в Краснодарском крае: монография. Краснодар: ЭДВИ, 2013. 128 с.
7. Лебедев В.Г., Азарова А.Б. Шестибратов К.А. и др. Проявление соматоклональной изменчивости у микро-размноженных и трансгенных растений // Известия ТСХА. Вып. 1. 2012. С. 153–163.

8. Полухин Н.И., Мызгина Г.Х. Преимущества использования улучшающего отбора при производстве оригинальных семян картофеля // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2015. № 1. С. 25–31.
9. Сельскохозяйственная биотехнология: Учебник / В.С. Шевелуха, Калашникова, Е.З. Кочиева и др.; Под ред. В.С. Шевелухи. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2008. 710 с.
10. Факторный анализ (подход с использованием ЭВМ): Методическое пособие. Сост. В.Н. Харин. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1992. 190 с.
11. Ehsanpour A.A., Madani S., Hoseini M.B. Detection of somaclonal variation in potato callus induced by UV-C radiation using RAPD-PCR // Gen. Appl. Plant Physiol. 2007. Vol. 33. P. 3–11.
1. Biotekhnologicheskie metody polucheniya i ocenki ozdorovlennogo kartofelya. M.: Agropromizdat, 1988. 34 s.
2. GOST 33996-2016 «Kartofel' semennoj. Tekhnicheskie usloviya i metody opredeleniya kachestva». M.: Standartinform, 2020. 45 s.
3. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. M.: Kolos, 1979. 416 s.
4. Evstratova L.P., Kuznecova L.A., Nikolaeva E.V. i dr. Sochetanie metodov apikal'noj meristemy i klonovogo otbora v original'nom semenovodstve Solanum tuberosum L. // Uchenye zapiski Petrozavodskogo gosudarstvennogo universiteta. 2018. № 8 (177). S. 23–26.
5. Kim Dzh.-O., M'yuller P.U., Klekka U.R. i dr. Faktornyj, diskriminantnyj i klasternyj analiz. M.: Finansovaya statistika, 1989. 215 s.
6. Knyazeva T.V. Regulatory rosta rastenij v Krasnodarskom krae: monografiya. Krasnodar: EDVI, 2013. 128 s.
7. Lebedev V.G., Azarova A.B. Shestibratov K.A. i dr. Proyavlenie somaklonal'noj izmenchivosti u mikrorazmnozheniy i transgennyh rastenij // Izvestiya TSKHA. Vyp. 1. 2012. S. 153–163.
8. Poluhin N.I., Myzgina G.H. Preimushchestva ispol'zovaniya uluchshayushchego otbora pri proizvodstve original'nyh semyan kartofelya // Sibirskij vestnik sel'skohozyajstvennoj nauki. 2015. № 1. S. 25–31.
9. Sel'skohozyajstvennaya biotekhnologiya: Uchebnik / V.S. Sheveluha, Kalashnikova, E.Z. Kochieva i dr.; Pod red. B.C. Sheveluhi. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Высш. шк., 2008. 710 с.
10. Faktornyj analiz (podhod s ispol'zovaniem EVM): Metodicheskoe posobie. Sost. V.N. Harin. Petrozavodsk: KarNC RAN, 1992. 190 s.
11. Ehsanpour A.A., Madani S., Hoseini M.V. Detection of somaclonal variation in potato callus induced by UV-C radiation using RAPD-PCR // Gen. Appl. Plant Physiol. 2007. Vol. 33. P. 3–11.

# REFERENCES

Поступила в редакцию 10.07.2023  
Принята к публикации 24.07.2023