

УДК 582.951.4 : 581.522.4

**ОТБОР ПЕРСПЕКТИВНЫХ СОРТООБРАЗЦОВ ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ КАРТОФЕЛЯ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ МНОГОМЕРНОГО СТАТИСТИЧЕСКОГО АНАЛИЗА
THE SEPARATION OF THE PERSPECTIVE COLLECTION VARIETIES FOR POTATO SELECTION
WITH THE USE OF THE MULTIVARIATE ANALYSIS METHODS**

*Л.П. Евстратова, Е.В. Николаева, Петрозаводский государственный университет, пр. Ленина, 33,
г. Петрозаводск, 185910, Россия, тел. + 7(814) 271-10-75, e-mail: levstratova@yandex.ru*

*З.Ф. Сергеева, Н.Ф. Синцова, Фаленская селекционная станция НИИ сельского хозяйства Северо-Востока, ул. Тимирязева, 3, п. Фаленки, Кировская обл., 612500, Россия, тел. +7(833) 322-23-27,
e-mail: fss.nauka@mail.ru*

В.Н. Харин, Е.Н. Спектор, Институт прикладных математических исследований Карельского научного центра РАН, ул. Пушкинская, 11, г. Петрозаводск, 185910, Россия, тел. +7 (814) 276-63-13, e-mail: spectator@krc.karelia.ru

L.P. Evstratova, E.V. Nikolaeva, Petrozavodsk State University, Lenin av., 33, Petrozavodsk, 185910, Russia, tel. + 7(814) 271-10-75, e-mail: levstratova@yandex.ru

Z.F. Sergeeva, N.F. Sintsova, State Scientific Institution «Falenky breeding station» of Zone North-East Agricultural Research Institute named after N.V. Rudnitsky, Timiryazev st., 3, Falenki, Kirov region, 612500, Russia, tel. +7 (833) 322-23-27, e-mail: fss.nauka@mail.ru

V.N. Harin, E.N. Spector, Institute of Applied Mathematical Research, Karelian Research Center of the Russian Academy of Sciences, Pushkinskaya st., 11, Petrozavodsk, 185910, Россия, тел. +7 (814) 276-63-13, e-mail: spectator@krc.karelia.ru

В статье приведены результаты отбора исходного материала для селекции картофеля с использованием иерархического факторного и дискриминантного анализов.

Ключевые слова: картофель, исходный материал, селекция, иерархический факторный анализ, дискриминантный анализ.

The results of separation of the perspective material for potato selection with use the hierarchical factor and discriminant analyses are given in the article.

Key words: potato, selection, hierarchical factor analysis and discriminant analysis.

Селекция картофеля начинается с изучения многочисленных коллекций культуры и выделения лучшего исходного материала. Поиск родительских форм для дальнейшей гибридизации чаще всего основывается на отборе образцов с показателями, превышающими среднеарифметические значения в имеющейся выборке. При таком подходе сложно выделить сорта с комплексом хозяйственно ценных характеристик. На наш взгляд, для решения этой задачи наиболее целесообразно использование синтеза иерархического факторного [2] и пошагового дискриминантного [1] анализов, реализованных в пакете прикладной программы Statistica. Применение первого обеспечивает более корректную оценку структуры взаимосвязей между изученными показателями (переменными) и возможность группировки сортов (объектов) в факторном пространстве. Привлечение второго анализа позволяет уточнить подобную группировку, выделить переменные-дискриминаторы, достоверно разделяющие объекты на группы, построить дискриминационные функции и составить прогноз о принадлежности поступивших в коллекцию новых сортов к той или иной сформированной группе.

Цель работы — выделить селекционно ценные сортообразцы картофеля с помощью методов многомерного статистического анализа. В исследования включены 31 сорт картофеля среднеспелой группы спелости, изученные в условиях Кировской обл. по 16 показателям (продолжительность отдельных периодов развития растений, их продуктивность и устойчивость к 7 болезням).

С использованием иерархического факторного анализа установлены 4 косоугольных фактора первого порядка $F_1, \dots, F_4$, для некоторых из них определены более тесные корреляционные связи (коэффициенты корреляции между F_1 и F_4 $r = -0,46$, F_2 и F_3 $r = 0,34$). Наличие этих связей обусловило возможность выделения из матрицы взаимокорреляций $F_1, \dots, F_4$ двух некоррелирующих (независимых) факторов второго порядка Φ_1 и Φ_2 . По факторным нагрузкам Φ_1 [0,67 N + 0,60 T + 0,52 P] предположили, что с увеличением числа клубней (N, шт./растение) и товарности (T, %) повышается продуктивность (P, г/растение) среднеспелых сортов. Согласно второй линейной комбинации Φ_2 [0,47 L + 0,40 P + 0,56 M], более продолжительный период от начала цветения растений до уборки (L, дн.) способствует накоплению урожая картофеля (M — масса одного товарного клубня, г).

В пространстве факторов второго порядка Φ_1 и Φ_2 с учетом деления координатной плоскости на четверти предположили наличие четырех групп сортов: первая включала 10 сортов, вторая — 7, третья — 9, четвертая — 5 сортов (рис. 1). Для подтверждения полученной группировки использовали дискриминантный анализ [2]. При пошаговом отборе переменных основными дискриминаторами, достоверно разделяющими сорта на группы, явились продуктивность растений и развитие вирусной болезни — курчавости (SBK).

По выделенным дискриминаторам для каждой из четырех групп сформировали дискриминационные функции (d_j , где j — номер группы):

$$d_1 = -40,24 + 0,05 \cdot P + 5,14 \cdot \text{SBK};$$

$$d_2 = -32,12 + 0,29 \cdot P + 5,44 \cdot \text{SBK};$$

$$d_3 = -27,02 + 0,02 \cdot P + 5,30 \cdot \text{SBK};$$

$$d_4 = -22,28 + 0,06 \cdot P + 3,77 \cdot \text{SBK}.$$

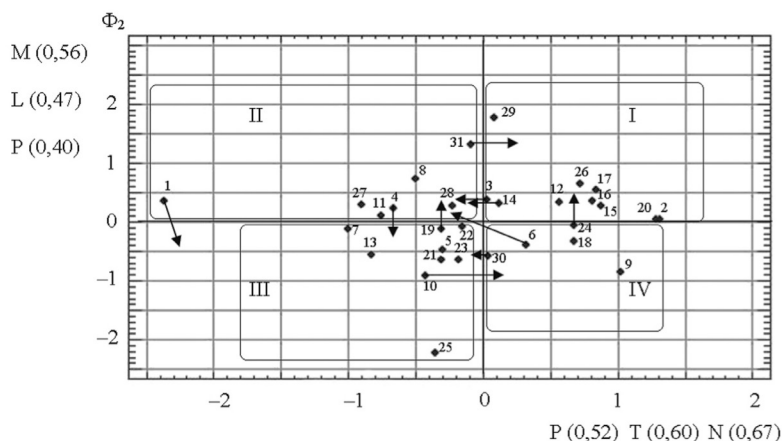
В соответствии с вышеуказанными функциями $d_1, \dots, d_4$ можно оценить корректность распределения сортов на группы (табл.). Например, процент корректности первой группы составил 80 (это значит, что из 10 предварительно распределенных оставлены 8 сортов, а 2 сорта перенесены во вторую группу). Наряду с этим, 2 других сорта из второй и четвертой групп дополнили по величинам апостериорных вероятностей, корректность до 100.

Матрица групповой классификации сортов картофеля

Группа	Предполагаемое число сортов	Корректность, %	Распределение сортов по группам*				Полученное число сортов
			I	II	III	IV	
I	10	80	8	1/2	0	1/0	10
II	7	57	2/1	4	1/2	1/0	8
III	9	78	0	2/1	7	1/1	10
IV	5	40	0/1	0/1	1/1	2	3
Итого	31	—	10	8	10	3	31

* в числителе — число включенных сортов, в знаменателе — исключенных из группы.

Результаты использования иерархического факторного и дискриминантного анализов в их сочетании показали, что первая группа, объединяющая 10 сортов (Atlantic, Leda, Mariella, Murosa, Omega, Valeria, Немешаевский юбилейный, Нида, Росинка, Шурминский-2), отличалась наибольшими показателями урожайности клубней (среднее по группе $P = 663$ г/растение, $M = 96$ г) и товарности ($T = 94\%$), а также более продолжительным периодом от начала цветения до уборки ($L = 46$ дн.). Из второй группы 8 сортов (Barbara, Desiree, Gite, Heidrum, Malica, Tonica, Прибрежный, Ромашка) характеризовались минимальной товарностью (83%), растянутым периодом от начала цветения до уборки (46 дн.) и приближающимися к уровню средних значений показателями продуктивности (461 г/растение), массы одного товарного клубня (84 г). У 10 сортов третьей группы (Assia, Berolina, Voubin, Gasore, Lotte, Вильяна, Гранат, Луговской, Нестеровский, Свитанок) сокращение периода от начала цветения до уборки (37 дн.) вызвало снижение урожая картофеля ($P = 310$ г/растение, $N = 4$ шт./растение). Сортам четвертой группы (Grata, Hed-erot, Rode Pipo) свойственны продуктивность на уровне средних величин (413 г/растение), максимальное число



I группа: 2 — Atlantic, 12 — Leda, 15 — Mariella, 16 — Murosa, 17 — Omega, 20 — Valeria, 24 — Немешаевский юбилейный, 26 — Нида, 29 — Росинка, 31 — Шурминский-2;
 II группа: 3 — Barbara, 6 — Desiree, 8 — Gitte, 11 — Heidrum, 14 — Malica, 19 — Tonic, 27 — Прибрежный, 28 — Ромашка;
 III группа: 1 — Assia, 4 — Berolina, 5 — Boubin, 7 — Gasore, 13 — Lotte, 21 — Вильня, 22 — Гранат, 23 — Луговской, 25 — Нестеровский, 30 — Свитанок;
 IV группа: 9 — Grata, 10 — Hederot, 18 — Rode Pipo.
 N — число товарных клубней;
 T — товарность;
 P — продуктивность;
 L — продолжительность периода от начала цветения растений до уборки;
 M — масса одного товарного клубня.
 Стрелки обозначают принадлежность сортов к группе по результатам пошагового дискриминантного анализа.

Расположение сортов в пространстве факторов второго порядка Φ_1 и Φ_2

товарных клубней (6 шт./растение) и наименьшая масса одного товарного клубня (61 г).

Ниже приведен пример определения принадлежности к той или иной группе нового сорта, поступившего в коллекцию, у которого продуктивность составила 480 г/растение, а поражаемость курчавостью — 5 баллов:

$$\begin{aligned} d_1 &= -40,24 + 0,05 \cdot 480 + 5,14 \cdot 5 & d_1 &= 9,46 \\ d_2 &= -32,12 + 0,03 \cdot 480 + 5,44 \cdot 5 & d_2 &= 9,48 \\ d_3 &= -27,02 + 0,02 \cdot 480 + 5,30 \cdot 5 & d_3 &= 9,08 \\ d_4 &= -22,28 + 0,04 \cdot 480 + 3,77 \cdot 5 & d_4 &= 15,77 \end{aligned}$$

В соответствии с максимальным значением $d_4=15,77$ новый сорт отнесен к четвертой группе. Подобные заключения можно делать лишь по результатам оценки данной коллекции

сорт. При условии иного сортового набора необходимо заново провести статистическую обработку материала с использованием вышеуказанных анализов и только после этого прогнозировать принадлежность вновь включенных в коллекцию одного или нескольких сортов к той или иной группе.

Таким образом, с использованием синтеза моделей иерархического факторного и дискриминантного анализов проведена более корректная группировка коллекционных сортов картофеля и выделены сорта Atlantic, Leda, Mariella, Murosa, Omega, Valeria, Немешаевский юбилейный, Нида, Росинка, Шурминский-2, которые перспективно вовлекать в гибридизацию для селекции на продуктивность в условиях Кировской обл. $\square$

Литература

1. Ким Дж.-О., Мьюллер П.У., Клекка У.Р., Оледендерфер М.С., Блэшфилд Р.К. Факторный, дискриминантный и кластерный анализ / М.: Финансовая статистика, 1989. — 215 с.
2. Факторный анализ (подход с использованием ЭВМ): методическое пособие / Сост. В. Н. Харин. — Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1992. — 191 с.