

АГРОНОМИЯ

УДК 633.111«321»:631.527.8:631.523.5:578.087.1

Л.П. Россеева,
И.А. Белан,
Л.Ф. Ложникова,
Н.П. Блохина,
Л.Г. Валуева

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОТБОРА ПО ЭЛЕМЕНТАМ ПРОДУКТИВНОСТИ В ГИБРИДНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА

Ключевые слова: гибридная комбинация, мягкая пшеница, кластерный анализ, отбор, сорт, урожайность.

Введение

Селекционер при создании сортов обычно сталкивается с большим объемом селекционного материала по комплексу хозяйственно-ценных признаков. Согласно многолетней практике по проработке селекционного материала яровой мягкой пшеницы, в гибридном питомнике ежегодно отбирается свыше 20000 элитных колосьев, из них в лабораторных условиях по основным элементам колоса – более 10000 элит для дальнейшего изучения в полевых условиях в селекционном питомнике первого года (СП-1), который является объемным и трудоемким [1]. В связи с этим в селекции одной из актуальных задач является поиск путей уменьшения количества изучаемых линий в СП-1, не снижая эффективности отбора.

В настоящее время с целью принятия решений по отбору генотипов исследователи используют многомерные статистические методы (МСА) [2-4].

Опубликованы методические рекомендации, учебные пособия, в которых даются рекомендации по использованию соответствующих пакетов программ [5, 6]. Специфичным для исследований в области селекции является то, что признаки анализа структуры урожайности оцениваются и измеряются в шкалах разного типа и с различным числом градаций. Поэтому в зависимости от шкалы признака необходимо выбирать и соответствующий коэффициент сходства.

Рассматривается возможность применения алгоритмов кластерного анализа для

решения задач, связанных с группировкой по анализируемым признакам колоса. Это в конечном итоге окажет селекционеру ощутимую помощь при проведении отборов.

Цель работы – выявить возможность применения кластерного анализа для классификации и принятия решений по отбору лучших генотипов на основе анализа элементов продуктивности колоса.

Объекты и методы

Исходным материалом для классификации в годы исследований были две гибридные популяции Лютесценс 219/03 (Омская 38/Омская 33) и Лютесценс 220/03 (Омская 38/Омская 30), а также отобранные линии, изучавшиеся в селекционных питомниках (СП-1, СП-2, СП-3 и КСИ). Анализ элитных колосьев, отобранных в гибридных популяциях, проводился в лабораторных условиях 2006 г. по четырем признакам: длина колоса, число колосков в колосе, количество зерен в колосе и масса зерна колоса. В гибридной популяции Лютесценс 219/03 было проанализировано 88, а в гибридной популяции Лютесценс 220/03 – 100 элитных колосьев. Колосья были пронумерованы, и при изучении в селекционных питомниках (СП-1 в 2006 г., СП-2 в 2007 г., СП-3 в 2008 г. и КСИ в 2009-2011 гг.) номера линий были сохранены.

Для выявления различий между колосьями по элементам продуктивности применяли кластерный анализ, позволяющий выделять группы однотипных объектов (кластеры) [7, 8]. Кластерный анализ проводился по программе «Statistika», версия «Statistica 6.0», использовались средние величины признаков, характеризующих каждый кластер, определенных по методу К-средних. Для снижения влияния единиц измерения

признаков, а также их вариации на группировку, проводили стандартизацию (нормирование) полученных данных, используя Z-шкалы (Z-Scores), т.е. из значений переменных вычитали их среднюю и делили на стандартное отклонение.

Полевые опыты закладывались в оптимальные сроки на селекционных посевах лаборатории селекции яровой мягкой пшеницы на базе опытных полей ФГУП ОПХ «Омское». Посев линий селекционного питомника первого года изучения (СП-1) проводили сеялкой СПР-1,2 (площадь посева каждой линии 10x30 см), селекционного питомника второго года изучения – сеялкой ССФК-7 (СП-2, площадь 3 м²), селекционного питомника третьего года изучения и конкурсного сортоиспытания (СП-3 и КСИ, площадь 10 м², сеялка ССФК-7). При уборке урожая использовали малогабаритный комбайн «ХЕГЕ-125».

При изучении в селекционных питомниках во время браковки учитывались: вегетационный период, устойчивость к заболеваниям, полеганию, продуктивность, выравненность по высоте растений, а также общий габитус растений.

Результаты и их обсуждение

Кластерный анализ 88 элитных колосьев, отобранных из гибридной популяции Лютесценс 219/03, по четырем элементам продуктивности позволил выделить три четко различающихся кластера.

Результаты дисперсионного анализа подтвердили эффективность проведенной клас-

сификации, т.е. разбиение на три кластера вполне обоснованно. Первый кластер (I) состоял из 18 колосьев и имел самые высокие средние значения по элементам продуктивности колоса. Третий кластер (III), который объединил наибольшее число колосьев (39 шт.), характеризовался низкими значениями, второй кластер (II) – 31 колос занимал промежуточное положение. Средние значения по числу зерен в колосе и массе зерна колоса в I кластере были на 73% больше, чем в III кластере.

Программное обеспечение позволяет наглядно продемонстрировать различия между кластерами. Из рисунка 1 следует, что по длине колоса практически отсутствуют различия между I и II кластерами, однако по наиболее значимым элементам продуктивности, таким как количество зерен и масса зерна колоса I кластер существенно отличается от II и III кластеров.

Кластерный анализ 100 элитных колосьев гибридной популяции Лютесценс 220/03 по четырем элементам продуктивности позволил выделить также три четко различающихся кластера, о чем свидетельствовали и результаты дисперсионного анализа.

Кластер I состоял из 16 колосьев и имел самые высокие средние значения по элементам продуктивности колоса. Кластер II, который объединил 45 колосьев, характеризовался низкими значениями по массе зерна с колоса и средними по остальным признакам колоса. Кластер III (39 колосьев) имел самые низкие значения по всем элементам продуктивности колоса (рис. 2).

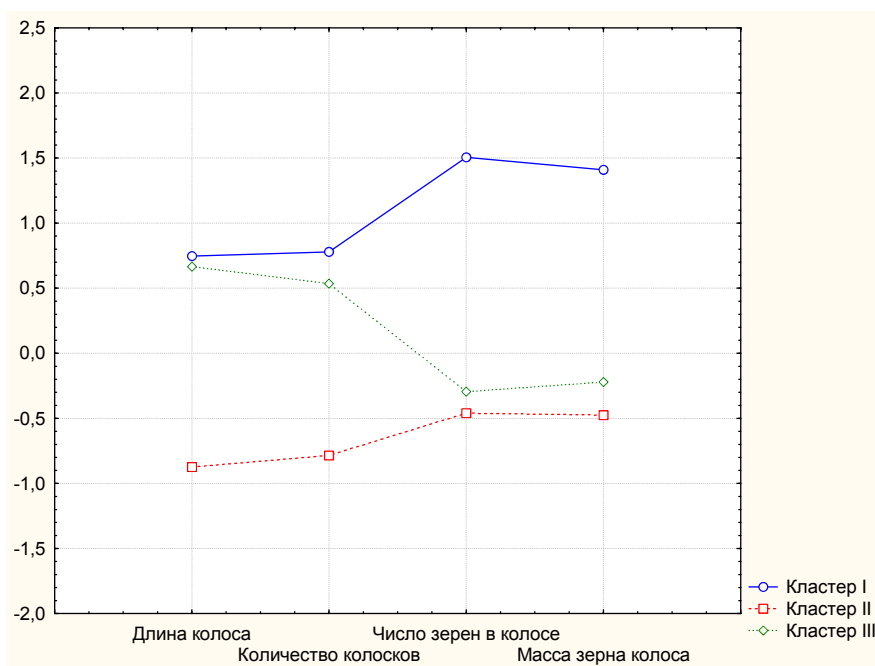


Рис. 1. График стандартизованных средних значений кластеров по элементам продуктивности элитных колосьев гибридной популяции Лютесценс 219/03 (Омская 38/Омская 33)

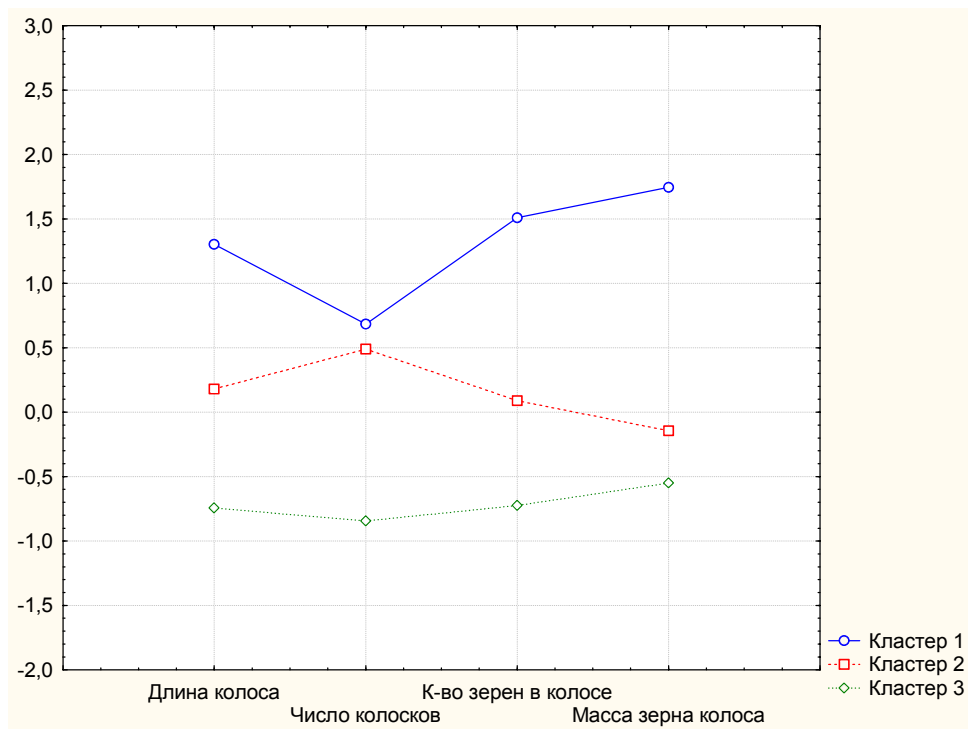


Рис. 2. График стандартизованных средних значений кластеров по элементам продуктивности элитных колосьев гибридной популяции 220/03 (Омская 38/Омская 30)

При формировании СП-1 браковка линий после обмолота элитных колосьев проводится в основном по количеству зерен и их визуальной оценке, т.е. субъективная оценка научного сотрудника является решающей при формировании питомника. Проведенный анализ по морфометрическим признакам колоса и их группировка с помощью кластерного анализа позволяют вполне четко разбить на необходимое число однородных кластеров, провести быстрое сравнение по несколько признакам одновременно и выделить лучшие группы для дальнейшей проработки в селекционных питомниках. Предполагалось, что наиболее эффективным будет отбор в I кластере, колосья которого обладают комплексом наиболее значимых элементов продуктивности. Во II кластере линий, отобранных для дальнейшего изучения, будет меньше. Наименее эффективный отбор будет в III кластере.

Результаты изучения линий в СП-1 в 2006 г. подтвердили выдвинутое предположение. Количество отобранных линий из гибридной популяции Лютесценс 219/03 в I кластере равнялось 9 (50%), во II – 5 (13%) и в III – 8 (26%). В популяции Лютесценс 220/03 после проведенного отбора, для дальнейшего изучения в I кластере было оставлено 7 (43,7%), во II кластере – 17 (37,7%), а в III кластере – лишь 11 линий (28,2%).

Таким образом, прогнозируемый отбор подтвердился результатами полевых испытаний – наибольшее число отобранных линий было в I кластере.

После проведенных отборов и оценки на качество зерна 14 лучших линий популяции Лютесценс 219/03 и 24 из популяции Лютесценс 220/03, отобранные из I и II кластеров, в 2007 г. были изучены в СП-2.

2007 г. характеризовался теплой погодой с обильными осадками, что способствовало массовому развитию бурой ржавчины и мучнистой росы на посевах яровой мягкой пшеницы. Результаты проведенных учетов в полевых условиях показали, что изучаемые линии как в I, так и II кластерах относились к группе среднеспелых и среднепоздних сортов. Линии I кластера показали высокую устойчивость к мучнистой росе (5-8 баллов) и бурой ржавчине (5-9 баллов), по урожайности они превысили среднеспелый стандарт Омскую 29 и среднепоздний стандарт Омскую 18 на 15-95 г/м².

Во II кластере при оценке на устойчивость к листовым патогенам из 22 изученных линий 5 показали высокую устойчивость (8-9 баллов), 13 – умеренную (5-7 баллов) и 4 – слабую восприимчивость к обоим заболеваниям. Средняя урожайность линий II кластера была на 73 г/м² выше сортов стандартов Омская 29 и Омская 18 и колебалась от 308 до 500 г/м².

В 2008 г. линии, отобранные в СП-2 из I и II кластеров, были испытаны в СП-3. Изучалось шесть линий из комбинации Лютесценс 219/03 (Омская 38 х Омская 33) и 10 – из комбинации Лютесценс 220/03 (Омская 38 х Омская 30). В полевых условиях проведены фенологические наблюдения и оценки на устойчивость к возбудителям мучнистой росы и бурой ржавчины. После уборки всех линий была учтена их урожайность. Линии комбинации Лютесценс 219/03, отнесенные к группе среднеспелых сортов, проявили высокую устойчивость к листовым патогенам. По урожайности четыре линии превысили родительские формы на 0,3-0,7 т/га. Линии комбинации Лютесценс 220/03 также проявили устойчивость к листовым заболеваниям. По урожайности две линии были на уровне стандартов, а восемь превысили их на 0,7-1,5 т/га.

В 2009-2011 гг. девять лучших среднеспелых и среднепоздних перспективных линий изучались в КСИ. Отобранные сортообразцы независимо от группы спелости проявили высокую устойчивость к листовым патогенам. По урожайности среднеспелые сортообразцы Лютесценс 219/03-15 и Лютесценс 220/03-52 превысили сорт стандарт Омская 29, соответственно, на 0,21 и 0,43 т/га ($НСР_{05} = 0,29$). Среднепоздние сортообразцы Лютесценс 220/03-45 и Лютесценс 219/03-13 по урожайности превысили стандарт Омская 18 на 0,21 и 0,29 т/га ($НСР_{05} = 0,27$). Все отобранные линии по технологическим свойствам были на уровне стандартов.

Заключение

Кластерный анализ позволил сгруппировать элитные колосья по основным элементам продуктивности и определить лучшие кластеры в гибридных популяциях Лютесценс 219/03 и Лютесценс 220/03.

Объем анализа элитных колосьев для проведения кластеризации в осенне-зимний период увеличивается практически в 2 раза, но значительно сокращается объем проработки отобранных линий в полевых условиях. В СП-1 объем изучаемого материала может быть сокращен в 3-5 раз. В СП-2 и СП-3 количество изучаемых линий уменьшается практически в 2-4 раза.

Изучение в КСИ (2009-2011 гг.) сортообразцов, отобранных с учетом результатов метода кластеризации, позволило выделить два сортообразца, достоверно превосходящих стандарты по урожайности. Перспективный среднеспелый сортообразец Лютесценс 220/03-52 по урожайности превысил стандарт Омская 29 на 11,3%, а среднепоздний Лютесценс 219/03-13 – стандарт Омскую 18 на 11%.

Полученные результаты дают основание полагать, что применение одного из методов многомерной статистики, а именно кластерного анализа, может существенно повысить эффективность селекционного процесса.

Библиографический список

1. Программа работ Западно-Сибирского селекцентра до 2010 г. Принципы и методы создания новых сортов зерновых, зернобобовых, кормовых культур и картофеля / К.Г. Азиев и др. – Омск, 1990. – 228 с.
2. Драгавцева И.А., Луценко Е.В., Лопатина Л.М. Автоматизация системного анализа продуктивности плодов Юга России // Научные труды Российской академии сельскохозяйственных наук, 2002. – С. 11-14.
3. Луценко Е.В. Косвенная идентификация селекционно-значимых особенностей генотипа подсолнечника с применением автоматизированного системно-когнитивного анализа // Научный электронный журнал КубГАУ. – 2005. – № 7 (15). – С. 1-23.
4. Горюнова С.В. Генетический анализ полиморфизма рода *Aegilops* L.: автореф. канд. дис. – М., 2005. – 24 с.
5. Салин Н.В., Чурилова Э.Ю. Практикум по курсу «Статистика» (в системе Statistica). – М.: Изд-кий дом «Социальные отношения»; Перспектива, 2002. – 188 с.
6. Сошникова Л.А., Тамашевич В.Н., Махнач Л.А. Многомерный статистический анализ: практикум. – Минск: БГЭУ, 2004. – 162 с.
7. Боровиков В. Программа STATISTICA для студентов и инженеров. – М., 1998. – 250 с.
8. Халафян А.А. STATISTICA 6. Статистический анализ данных. 3-е изд.: учебник. – М.: ООО «Бином-Пресс», 2007. – 512 с.

