

УДК 631.522/.524

К МЕТОДИКЕ АНАЛИЗА СЕЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ В РАННИХ ЗВЕНЬЯХ СЕЛЕКЦИОННОГО ПРОЦЕССА

Ирина Валерьевна Торбина, к. с.-х. н., старший научный сотрудник
ФГБНУ Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
Удмуртская Республика, с. Первомайский

В данной научной статье приведен литературный обзор по проблемам методологии полевого опыта в ранних питомниках. Рассмотрена возможность уменьшения негативного влияния несовершенства методики. Ошибка опыта, расхождение между результатами выборочного исследования и истинным значением измеряемой величины является причиной снижения эффективности отбора, затрудняет дифференциацию линий по основным количественным признакам. При статистическом анализе данных без повторности ошибкой опыта является среднее квадратическое (стандартное) отклонение. Для практической селекции типично частое расположение стандарта, оно позволяет повысить надёжность оценки линий по урожайности и другим признакам в селекционных питомниках. Дисперсия хозяйственно ценных показателей стандарта достаточно объективно оценивает их изменчивость в результате влияния пестроты почвенного плодородия.

*В данной статье был проведен анализ двух способов оценки и выделения лучших сортообразцов коллекционного питомника, посеянного в однократной повторности. В первом случае существенность превышения сорта над стандартом определяли по среднеквадратическому отклонению, рассчитанному по всей коллекции (генеральной совокупности). Второй способ заключается в расчете среднеквадратического отклонения по стандарту, посеянному в многократной повторности. В случае, если количество стандартов меньше 20-30, при статистических расчетах необходимо использовать *t*-распределение Стьюдента. Использование доверительного интервала стандарта данных позволило выявить образцы, которые по хозяйственно-биологическим показателям значимо превысили стандарт. Автором показано и научно обосновано, что анализ коллекционного материала на основе дисперсии стандарта увеличивает разрешающую способность опыта, позволяет выделить больше сортообразцов, которые существенно лучше стандарта.*

Ключевые слова: опыт без повторности, ошибка опыта, стандартное отклонение, дисперсия стандарта.

Введение

Все питомники и сортоиспытания, составляющие звенья селекционного процесса, представляют собой систему полевых опытов. Ранние этапы селекционной работы (гибридный, селекционный, часто коллекционный питомники) отличаются рядом особенностей, которые являются причиной невозможности выполнения методики полево-

го опыта — типичности, точности и соблюдения принципа единственного различия. Существуют эффективные приемы, уменьшающие негативное влияние несовершенства методики ранних питомников. Это создание одинаковых условий выращивания образцов, глазомерные поправки на взаимовлияние образцов в питомнике. Рациональное построение селекционного процесса также

позволяет уменьшить влияние малой точности и низкой достоверности полевого опыта. Так, в коллекционном питомнике предлагается по результатам первого года проводить браковку большого числа образцов, в последующие годы проводить оценку урожайности лучших с достаточным количеством повторений. При первом испытании потомств элиты предлагается провести браковку признаков, точная оценка которых не очень важна, среди них – полегание, сильное поражение болезнями. Исследователями отмечается достаточная надёжность оценок признаков, на которых мало сказывается взаимовлияние и различия в площади питания. Среди них масса 1000 зёрен, стекловидность, содержание протеина, показатель седиментации, число растений на деланке. Оценка же по урожаю позволяет на ранних этапах отбрасывать низкоурожайные сорта [3, 6].

Случайная ошибка, обусловленная несовершенством методики первичных звеньев селекции, варьированием почвенного плодородия, служит причиной снижения эффективности отбора, так как затрудняет дифференциацию линий по основным количественным признакам. Так, в модельных опытах РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и КНИИСХ им. П.П. Лукьяненко, где в качестве эталонного посева было принято конкурсное испытание, в селекционных питомниках использовались данные отдельных повторений, показана в целом слабая взаимосвязь между урожайностью сортов [3]. Однако, согласно Н.М. Чекалину [8], проводить оценку отбирае-

мых генотипов во всех звеньях селекционного процесса в различных условиях среды необходимо. В случае её отсутствия вновь создаваемые сорта бывают нестабильными.

Ошибкой опыта (s_x) называют меру расхождения между результатами выборочного исследования и истинным значением измеряемой величины. Ошибка средней равна:

$$s_x = \frac{s}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{s^2}{n}},$$

где s – среднеквадратическое отклонение;

s^2 – дисперсия;

n – объем выборки.

При статистическом анализе данных без повторности ошибкой опыта является среднее квадратическое (стандартное) отклонение. Стандартное отклонение служит показателем, который дает представление о наиболее вероятной средней ошибке отдельного, единичного наблюдения, взятого из данной совокупности [2]. Причем разрешающая способность опыта без повторностей снижается. В работах РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева показано, что для признания существенности различий продуктивности двух растений при отборе элиты нужно, чтобы продуктивность одного растения была на 80-250% выше другого [3].

Для повышения надёжности оценки линий по урожайности и другим сильно варьирующим признакам в селекционном питомнике применяют частое расположение стандарта. В условиях, когда чаще всего распространены опытные участки как с систематическим переходом уровня плодородия, так и со

случайным варьированием, согласно П.П. Литуну [4] оценку селекционного материала лучше проводить в сравнении со средней величиной всех делянок стандарта. При этом изменчивость продуктивности образцов, обусловленная пестротой почвенного плодородия, достаточно объективно оценивается дисперсией урожаев стандарта. Зная величину последней, можно получить критерий оценки номеров в селекционном питомнике [4, 5].

Для оценки селекционного материала при посеве без повторностей С.П. Мартыновым, В.А. Крупновым, С.М. Городецким [5] было предложено использовать метод скользящей средней, позволяющий значительно снизить ошибку опыта без изменения существующей методики эксперимента. Скользящая средняя, определяемая для каждой делянки по группе соседних, является оценкой уровня почвенного плодородия. Данный метод успешно применяется в бесповторных опытах [1, 7]. Однако применение метода для анализа полевого испытания большого числа делянок возможно при следующих ограничениях: рендомизация вариантов-делянок; знание пространственного расположения делянок на участке; браковка отдельных делянок допускается лишь в виде исключения. Использование данного метода для коррекции урожайности озимой пшеницы в условиях Удмуртской Республики оказывается затруднительным, так как бывают годы, когда условия зимне-весеннего периода вызывают изреживание и иногда гибель неустойчивых сортов образцов данной культуры.

Целью исследований явилось проведение статистического анализа коллекционного питомника, посеянного без повторности, на основе стандартного отклонения генеральной совокупности и дисперсии выборки стандарта.

Материал и методы

Расчет основных статистических характеристик проводили согласно Б.А. Доспехова [2] с помощью программы Microsoft Excel. Объектом исследований явилась коллекция озимой пшеницы ФИЦ Всероссийский институт генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова. В 2014 г. в изучении находилось 137 сортов образцов коллекции разного эколого-географического происхождения. Стандарт – сорт Московская 39.

Результаты и обсуждение

Коллекционный питомник представляет собой генеральную совокупность сортов образцов. Основные статистические показатели коллекции в 2014 г. представлены в таблице 1. Так как выборка достаточно большая (137 образцов, $n > 20-30$), для анализа данных коллекции справедливы закономерности нормального распределения, а именно: в пределах одного значения среднеквадратического отклонения укладывается примерно $2/3$ всех наблюдений, т.е. основное ядро изучаемого ряда величин [2]. Урожайность озимой пшеницы колебалась от 1,0 до 623,0 г/м², в среднем по опыту составила 146,6 г/м².

Таблица 1 – Основные статистические показатели хозяйственно-биологических показателей генеральной совокупности (коллекции)

Показатель	Перезимовка, %	Высота роста, см	Урожайность, г/м ²	Масса зерна с колоса, г	Густота про- дуктивного стеблестоя, шт./м ²	Масса 1000 зерен, г	Число зерен в колосе, шт.
Среднее по опыту (μ)	46	48	146,6	1,29	107	41,6	31,0
Среднеквадратическое отклонение (σ)	26	9	118,5	0,34	82	5,6	7,2
Коэффициент вариации (V)	56	19	81	26	76	13	23
Минимум	1	27	1,0	0,42	2	22,8	11
Максимум	90	69	623,0	2,61	448	51,6	56
Показатели стандарта	84	62	367,0	1,28	290	45,7	27,7

Перезимовка находилась в пределах 1-90%, в среднем по коллекции была 46%. В результате оценки на основе среднеквадратического отклонения генеральной совокупности существенно (на 152-256 г/м² при σ – 118,5 г/м²) превысили стандарт по урожайности четыре сортообразца озимой пшеницы – Богданка (Белгородская обл.), Новоершовская (Саратовская обл.), Льговская 4 (Курская обл.), Myronivs'ka 66 (Украина). Более густой продуктивный стеблестой (447-449 шт./м²) сформировали сорта Богданка и Myronivs'ka 66, что на 157-159 шт./м² (σ – 82 шт./м²) больше, чем у стандарта. Наиболее высокая продуктивность колоса (1,62-2,61 г) была получена у 20 сортов коллекции (у стандарта – 1,28 г, σ – 0,34 г). Крупное зерно сформировали два образца, масса 1000 зерен которых составила 51,4-51,6 г, у стандарта – 45,7 г. Озерненность колоса 33 образцов была существенно на 7,3-25,3 шт. (σ – 7,2 шт.) выше данного показателя стандарта. Сорт, более зимостойких, чем стандарт, не было выявлено.

Основные статистические показатели выборки на основе повторяющегося стандарта показаны в таблице 2. Количество стандартов (n) в коллекционном питомнике составило 9. Известно, что при ограниченной выборке ($n < 20-30$) при статистических расчетах используется t -распределение Стьюдента. С помощью t -распределения Стьюдента был определен доверительный интервал для среднего показателя стандарта, в который укладывается основное количество совокупности стандарта.

Использование доверительного интервала стандарта данных позволяет выявить образцы, которые по хозяйственно-биологическим показателям значимо превысили стандарт. Сравнение сортообразцов коллекции со стандартом на основе его доверительного интервала позволило выделить значительно большее, чем при анализе коллекции с помощью среднеквадратического отклонения генеральной совокупности, количество образцов по массе зерна с колоса (57), по массе 1000 зерен (18), по числу зерен с колоса (75).

Таблица 2 – Статистическая характеристика выборки на основе стандарта

Показатель	Перезимовка, %	Высота расте- ния, см	Урожайность, г/м ²	Масса зерна с колоса, г	Густота про- дуктивного стеблестоя, шт./м ²	Масса 1000 зерен, г	Число зерен в колосе, шт.
Среднее (\bar{x})	84	62	367,0	1,28	290	45,7	27,7
Среднеквадратическое отклонение (s)	14	5	120,2	0,10	103	2,5	1,9
Ошибка средней (s_x)	5	2	40,1	0,03	34,4	0,8	0,6
Доверительный интер- вал для стандарта	84± 11	62± 5	367,0± 92,6	1,28± 0,08	290± 80	45,7± 1,9	27,7± 1,4

Выводы

Таким образом, в ранних звеньях селекционного процесса и в коллекционном питомнике, где проводится посев без повторений, анализ селекционного материала на ос-

нове дисперсии стандарта позволяет увеличить разрешающую способность опыта и выделить больше сортообразцов, которые по хозяйственно-биологическим показателям значимо выше стандарта.

Библиографический список

1. Бебякин В.М. Реакция гибридных популяций яровой мягкой пшеницы на отбор по показателям продуктивности и качества зерна на контрастном по количеству осадков фоне / В.М. Бебякин, И.А. Осыка // Сельскохозяйственная технология. – 2010. – №3. – С.59-62.
2. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
3. Коновалов Ю.Б. Общая селекция растений / Ю.Б. Коновалов, Т.И. Хупацария, В.С. Рубец; под ред. Ю.Б. Коновалова, В.В. Пыльнева. – СПб: Изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева, 2011. – 395 с.
4. Литун П.П. Критерий оценки номеров в селекционном питомнике / П.П. Литун // Селекция и семеноводство. – 1973. – Вып. 25. – С.52-58.
5. Мартынов С.П. Новый метод оценки селекционного материала / С.П. Мартынов, В.А. Крупнов, С.М. Городецкий // Селекция и семеноводство. – 1982. – №4. – С.13-14.
6. Трунова М.В. Соответствие оценок на делянках селекционного питомника оценкам урожаев в конкурсном испытании сои / М.В. Трунова, А.В. Кочегура // Масличные культуры: науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – 2015. – Вып. 1 (161). – С.41-45.
7. Хасбиуллина О.И. Анализ селекционного материала сои в Приморском НИИСХ / О.И. Хасбиуллина, Н.В. Мудрик, Е.С. Бутовец // Вестник Алтайского аграрного университета. – 2013. – №2. – С.28-31.
8. Чекалин Н.М. Методы повышения эффективности отбора по количественным признакам / Н.М. Чекалин // Селекция зернобобовых культур / под ред. А.В. Пухальского; ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1981. – Гл. IV. – С.101-123.

E-mail: irinaperemecheva@yandex.ru

427007, Удмуртская Республика, Завьяловский р-н, с. Первомайский, ул. Ленина, д.1
ФГБНУ Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
Тел.: +7 (3412) 629-433