

## КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

Известия ТСХА, выпуск 3, 2014 год

УДК 631.421.1:631.524.01

### ОПТИМИЗАЦИЯ ОБЪЕМА ВЫБОРКИ РАСТЕНИЙ, ИЗМЕРЯЕМЫХ ПРИ ОДНОЛЕТНЕМ И МНОГОЛЕТНЕМ СОРТОИСПЫТАНИИ МЯГКОЙ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ

А.В. СМИРЯЕВ, Т.И. ХУПАЦАРИЯ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Разработанная ранее биометрическая методика оценки влияния объема выборки растений, измеряемых на каждой делянке, на относительную точность сравнения генотипов [1] применена для анализа данных сортоиспытания яровой пшеницы. Получены рекомендации — оптимальные (достаточные) объемы выборок для однолетнего и многолетнего сортоиспытания при сравнении сортообразцов по признакам — элементам структуры урожайности.*

*Ключевые слова: биометрия, объем выборки растений, сортоиспытание, точность сравнения сортов, мягкая яровая пшеница.*

Эффективность селекционной работы во многом зависит от точности сравнительных оценок образцов в сортоиспытании. На точность сравнения прежде всего влияют такие трудноустраняемые факторы, как градиенты почвенного плодородия и, при 2-3-летнем сортоиспытании, взаимодействие «генотип — год» [4]. Кроме того, пестрота почвенного плодородия внутри делянки, неравномерность высева и варьирование качества семян увеличивают ошибку сравнения сортообразцов по признакам — элементам структуры урожайности [2, 3]. Сократить вклад такой ошибки можно, если измерить признак на большом количестве растений каждой делянки и усреднить результат. Но при этом увеличивается трудоемкость сортоиспытания, особенно если число сортообразцов велико. Возникает вопрос об оптимальном числе растений, измеренных на делянке, при котором точность сравнения сортообразцов достаточна.

Для ответа на вопрос желательно иметь методику, которая по данным измерений фиксированного (опорного) числа растений на каждой делянке опыта позволяла бы строить прогноз изменения общей ошибки опыта при любом их числе (без дополнительных измерений растений).

Такая биометрическая методика была ранее разработана и реализована на данных мелкоделяночных опытов с озимой тритикале [ 1 ]. Цель данной работы — применить ее для опытов по методике сортоиспытания зерновых, принятой в РГАУ-МСХА, на примере мягкой яровой пшеницы.

## Материалы и методы

Опыты проводились на полях лаборатории селекции и семеноводства полевых культур РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. В 2012 и 2013 гг. были высеяны 10 сортообразцов яровой мягкой пшеницы. Повторность опыта 6-кратная (6 рандомизированных блоков). Площадь делянки составила 5 м<sup>2</sup>. Посев осуществлялся сеялкой СН-10Ц, уборка — селекционным комбайном Неге-125.

Для каждого сортообразца на каждой делянке изучали по 20 растений (опорное число). Измеряли семь признаков — элементов структуры урожая: высота растения (номер признака 1), длина колосового стержня главного колоса (2), число продуктивных колосков (3), число зерен с главного колоса (4), масса зерен с главного колоса (5), масса 1000 зерен (6), озерненность колоска главного колоса (7). Полученные данные вводили в электронные таблицы *Microsoft Office Excel*.

Предполагается, что сравнение сортообразцов по каждому признаку на основе однолетних данных проводится с помощью НСР из обычного дисперсионного анализа, а для двухлетних — НСР из двухфакторного дисперсионного анализа с учетом взаимодействия «сортообразец — год» [4]. С помощью биометрической методики [1] строили прогноз изменения (по сравнению с 20 растениями) НСР при разном числе растений ( $m$ ), измеренных на каждой делянке. Точнее, основной прогнозируемый показатель:

$$K(m) = \sqrt{\frac{SI_{oi}^2(m)}{SI_{oi}^2(20)}},$$

где  $\sqrt{SI_{oi}^2}$  — среднеквадратическое отклонение ошибки, входящее в НСР, при определенном числе измеренных растений, стоящем в скобках.

Если значение основного прогнозируемого показателя  $0,9 \leq K(m) \leq 1,1$ , то считается, что изменение объема выборки ( $m$ ) растений по отношению к опорному числу 20 не влияет существенно на точность сравнительной оценки сортообразцов в опыте. Если при  $m < 20$  показатель  $K(m) > 1,1$ , то такое снижение объема  $m$  нежелательно — НСР возрастет более чем на 10%. Если при  $m > 20$  показатель  $K(m) < 0,9$ , это означает существенное повышение точности сравнения сортообразцов с увеличением числа измеренных растений от 20 до  $m$  (НСР сократится минимум на 10%). Для однолетних опытов основной прогнозируемый показатель далее обозначен  $K_1$ , для обобщенных данных опыта за два года —  $K_2$ .

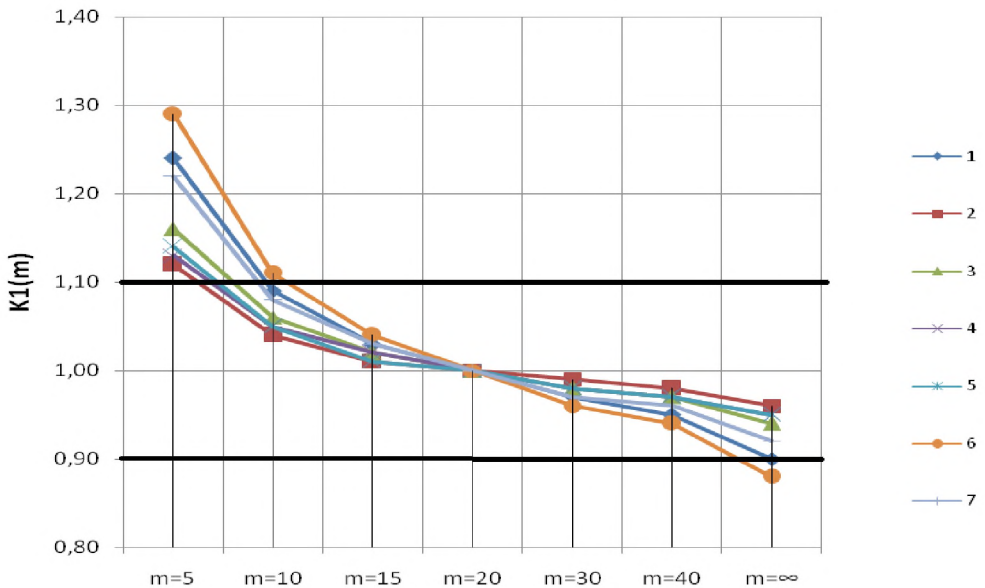
## Результаты и их обсуждение

В качестве примера в таблице и на рисунке 1 представлены оценки значений  $K_1$  при разных объемах выборки растений, измеренных на каждой делянке для семи признаков по данным опыта 2012 г.

Из таблицы видно, что снижение объема выборки с 20 до 15 растений не приведет к значимому (10-процентному) снижению точности опыта. Снижение до 10 растений приведет к небольшому превышению порога ( $K_1 > 1,1$ ) лишь для одного признака из семи — масса 1000 зерен. Снижение объема выборки до 5 приводит к ухудшению точности сравнения сортообразцов более чем на 10% для всех семи признаков. Увеличение числа растений с одной делянки до 30 и 40 незначительно повысит точность опыта.

**Зависимость  $K1$  от  $m$  (2012 г.), в частности,  
 $m = \infty$  — при очень большом числе измеренных растений.  
 Номера признаков — из раздела «Материалы и методы»**

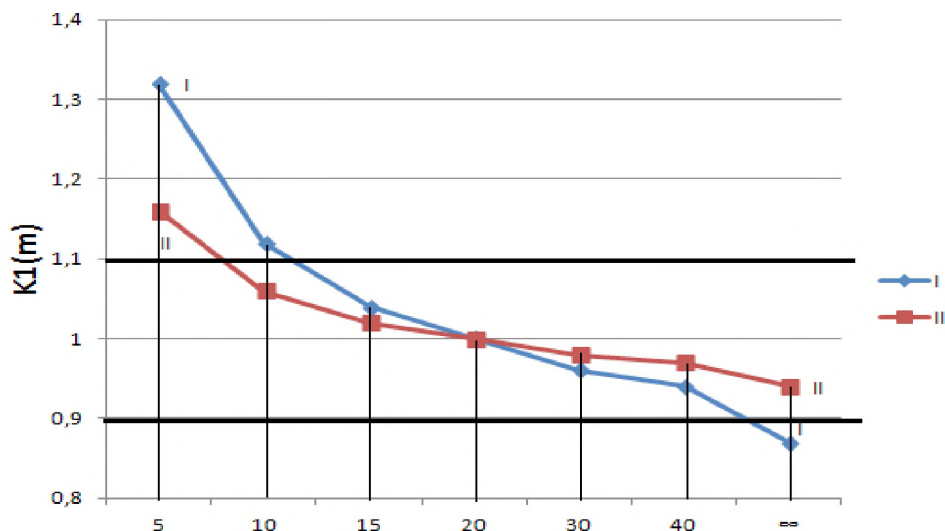
Признак	$m = 5$	$m = 10$	$m = 15$	$m = 20$	$m = 30$	$m = 40$	$m = \infty$
1	1,24	1,09	1,03	1	0,97	0,95	0,90
2	1,12	1,04	1,01	1	0,99	0,98	0,96
3	1,16	1,06	1,02	1	0,98	0,97	0,95
4	1,13	1,05	1,02	1	0,98	0,97	0,95
5	1,14	1,05	1,01	1	0,98	0,97	0,95
6	1,29	1,11	1,04	1	0,96	0,94	0,88
7	1,22	1,08	1,03	1	0,97	0,96	0,92



**Рис. 1.** Зависимости из таблицы для семи признаков в виде графиков. Горизонтальные линии — верхний ( $K1 = 1,1$ ) и нижний ( $K1 = 0,9$ ) 10-процентные пороги точности сравнения сортообразцов. Номера признаков — из раздела «Материалы и методы»

Максимальную реакцию на изменение  $m$  показал, как видно из рисунка 1, признак масса 100 зерен (номер 6), минимальную — длина колосового стержня (2). Аналогичные выводы были получены по данным опыта 2013 г.

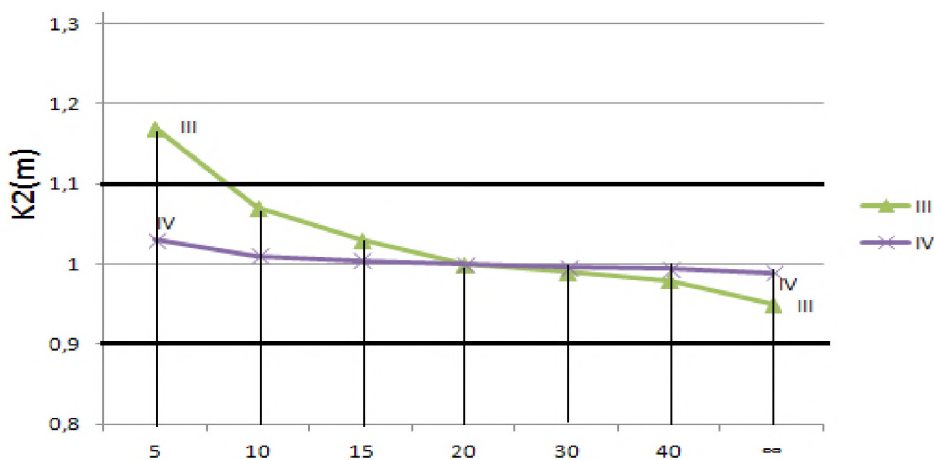
На рисунке 2 представлены зависимости  $K1$  от  $m$ , обобщенные по однолетним данным — за два года сортоиспытания, но без учета взаимодействия «сортообразец — год». Для простоты даны лишь графики для двух признаков, с «крайними»



**Рис. 2.** Диапазон I-II (max-min) реакций семи признаков на изменение  $m$  — объема выборки растений, измеряемых на делянке, при обобщении однолетних данных (2012 и 2013 гг.) без учета взаимодействия «сортобразец — год». Горизонтальные линии — пороги:  $K1 = 1,1$  и  $K1 = 0,9$

реакциями (max-min) на изменения  $m$ , т.е. «крайние» среди всего изученного набора из семи признаков — элементов структуры урожайности. Предыдущий вывод подтверждается — достаточно измерять по 15 растений на каждой делянке.

При анализе усредненных двухлетних данных с учетом взаимодействия «сортобразец — год» установлено, что реакции всех семи признаков на изменение  $m$  снизились. Как следствие сузился диапазон (max-min) их реакций (рис. 3).



**Рис. 3.** Диапазон III—IV (max-min) реакций семи признаков на основе анализа усредненных двухлетних данных (2012-2013 гг.) с учетом взаимодействия «сортобразец — год». Горизонтальные линии — пороги:  $K2 = 1,1$  и  $K2 = 0,9$

Причина естественна — из-за этого взаимодействия резко увеличивается НСР [4], а относительный вклад в НСР ошибки, связанной с ограниченной выборкой растений ( $m$ ), соответственно снижается. В результате достаточно иметь данные всего по 10 растениям с каждой делянки, чтобы без существенного (10-процентного) снижения точности оценить и сравнить сортообразцы по средним за два года значениям любого из семи признаков. В заключение отметим, что биометрическая методика построена таким образом, что полученные рекомендации не зависят от числа повторений в опыте, а при обобщении данных многолетних опытов сортоиспытания — от числа лет (два года или более).

### **Заключение**

В однолетнем сортоиспытании яровой мягкой пшеницы достаточно измерять признаки — элементы структуры урожайности по 15 растениям на каждой делянке. При наличии данных за несколько лет для оценки и сравнения сортообразцов по среднемноголетним значениям таких признаков с учетом взаимодействия «сортообразец — год» достаточно иметь данные о 10 растениях на делянке. Увеличение выборки до 30-40 растений не приведет к существенному повышению общей точности сравнения сортообразцов. Рекомендации справедливы для любого числа повторений и лет в опытах сортоиспытания.

### **Библиографический список**

1. Комарова Е.А. Влияние объема выборки растений на точность сравнения генотипов в полевом опыте / Е.А. Комарова, А.В. Смирязев, В.В. Пыльнев // Известия ТСХА. 2007. Вып. 2. С. 73-78.
2. Коновалов Ю.Б. Формирование продуктивности колоса яровой пшеницы и ячменя / Ю.Б. Коновалов. М.: Изд-во «Колос», 1981. 175 с.
3. Коновалов Ю.Б. Точность и достоверность оценок в селекционном питомнике яровой пшеницы / Ю.Б. Коновалов, В.Н. Игонин // Известия ТСХА. 1993. Вып. 4. С. 29-37.
4. Смирязев А.В., Кильчевский А.В. Генетика популяций и количественных признаков / А.В. Смирязев, А.В. Кильчевский. М.: Изд-во «КолосС», 2007. 270 с.

## **OPTIMIZATION OF SAMPLE SIZE FOR PLANT MEASUREMENTS IN ONE- AND MULTI-YEAR TRIALS WITH VARIETIES OF SOFT SPRING WHEAT**

A.V. SMIRYAEV, T.I. KHUPATSARIYA

(RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev)

*The biometrical method for estimating the influence of sample size for plants, measured in each plot, on the relative accuracy of genotypes comparison was previously developed [1]. In the work this method was used to analyze two-year trials data on spring wheat varieties. Seven yield structure elements were studied. It was assumed that when comparing varieties a 10% change of*

*confidence intervals is insignificant. Recommendations on optimal (sufficient) sample sizes in the one- and multi-year trials with different varieties were developed. In the annual variety trials it is sufficient to measure 15 plants in each plot. If the results of variety trials are averaged for two years or more it is quite enough to collect data about 10 plants in the plot. Increase of sample size up to 30-40 plants will not substantially improve the overall accuracy of any varieties comparison.*

*Key words: biometrics, plants sample size, variety testing, accuracy of varieties comparison, soft spring wheat.*

**Смирязев Анатолий Владимирович** — д. б. н., проф. кафедры генетики и биотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-08-94; e-mail: [genctics@timacad.ru](mailto:genctics@timacad.ru)).

**Хупацария Титико Ипполитович** — к. б. н., проф. кафедры селекции и семеноводства полевых культур РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; тел. (499) 976-12-72).

**Smiryayev Anatoliy Vladimirovich** — Doctor of Biological Sciences, professor of the department of genetics and biotechnology, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 976-08-94; e-mail: [genetics@timacad.ru](mailto:genetics@timacad.ru)).

**Khupatsariya Titiko Ippolitovich** — PhD in Biology, professor of the department of plant breeding and seed production of field crops, RSAU-MAA named after K.A. Timiryazev (127550, Moscow, Timiryazevskaya street, 49; tel. (499) 976-12-72).