

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МНОГОМЕРНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ВЕКТОРА «ЭКАДА»

© 2014 В.В.Сюков¹, В.Г.Захаров², Н.З.Василова³, В.И.Никонов⁴, В.Г.Кривобочек⁵, В.А.Ганеев⁶

¹ФГБНУ Самарский НИИСХ, п.Безенчук, Самарская обл.

²ФГБНУ Ульяновский НИИСХ, п.Тимирязевский, Ульяновская обл.

³ФГБНУ Татарский НИИСХ, г.Казань

⁴ФГБНУ Башкирский НИИСХ, п.Чишмы, Республика Башкортостан

⁵ФГБНУ Пензенский НИИСХ, п.Лунино, Пензенская обл.

⁶ТОО НПФ «Фитон», с.Научное, Карабалыкский р-н, Костанайская обл., Республика Казахстан

Поступила в редакцию 15.12.2014

В статье на основе многомерного анализа данных по урожайности модельного набора сортов яровой мягкой пшеницы в шести экологических точках в течение трёх лет выявлены особенности функционирования экологического вектора «Экада». Показано, что экологические точки Казани, Ульяновска и Чишмов стабильно проявляются в независимости от лет испытания. Наибольшую изменчивость по годам проявляют Безенчук и Пенза.

Ключевые слова: яровая пшеница, экологический вектор, урожайность, многомерное шкалирование

Введение. Для выявления наследуемых генотип-средовых компонентов в формируемом гибридном и селекционном материале и, на этой основе, создания сортов с широкой нормой реакции на факторы среды временным творческим объединением селекционеров «Экада» был разработан метод «экологического вектора» [1], который направлен на идентификацию генотипов по реакции на искусственно создаваемый экологический градиент.

Предыдущими нашими исследованиями показано, что в эмпирически сформированном экологическом векторе генотипическая изменчивость вносит в 1,61-4,89 раза меньший вклад в фенотип по количественным признакам, чем наследуемые генотип-средовые взаимодействия. Общая доля паратипической изменчивости составляла от 38,2% (плотность продуктивного стеблестоя) до 58,9% (урожайность) [2]. Разме-

Сюков Валерий Владимирович, доктор биологических наук, заведующий лабораторией генетики и селекции яровой мягкой пшеницы. E-mail: vsyukov@mail.ru

Захаров Владимир Григорьевич, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции. E-mail: ulniish@mail.ru

Василова Нурания Zufаровна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующая лабораторией селекции яровой пшеницы. E-mail: nurania59@mail.ru

Никонов Владимир Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией селекции яровой пшеницы. E-mail: bagri@ufanet.ru

Кривобочек Виталий Григорьевич, доктор сельскохозяйственных наук, заведующий отделом селекции зерновых культур. E-mail: penznish-szk@mail.ru

Ганеев Вадим Анварович, кандидат сельскохозяйственных наук, директор ТОО НПФ «Фитон».

E-mail: fiton@hotmail.ru

нение локальных точек вдоль экологического вектора при этом не стабильно. Выявлено, что направление экологического вектора определяется крайними точками – левая (Безенчук) с наибольшими нагрузками лимитирующими факторами среды и правая (Казань и Ульяновск) с наибольшим вкладом в формирование урожая генотипического компонента [3]. Эти исследования выполнены с использованием комплекса статистических методов дисперсионного и регрессионного анализов.

Статистики второго порядка, в том числе методы многомерного шкалирования позволяют не только более глубоко проанализировать комплексы данных, но и визуализировать результаты анализа [4, 5]. В США и Канаде метод многомерного шкалирования на основе факторного анализа (метод главных компонент) широко используется под названием Biplot analysis [6, 7]. Более того, по мнению ряда исследователей [8, 9] биplot-анализ даёт наиболее адекватную информацию о генотип-средовых взаимодействиях.

В задачу данной работы входило уточнение параметров экологического вектора «Экада» на основе многомерного шкалирования в координатах двух главных компонент.

Материал и методика. Опыты закладывались в 2009- 2011 гг. Экологический вектор «Экада» представлен шестью экологическими точками в исторически сложившихся селекционных центрах: ГНУ Самарский НИИСХ Россельхозакадемии (Безенчук, далее **В**), ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии (Тимирязевский, далее **У**), ГНУ Пензенский НИИСХ Россельхозакадемии (Лунино, далее **Р**), ГНУ

Башкирский НИИСХ Россельхозакадемии (Чишмы, далее **Ch**), ГНУ Татарский НИИСХ Россельхозакадемии (Казань, далее **К**), НПФ «Фитон» (Карабалык, Кустанайская область, Р Казахстан, далее **F**).

Объектом исследования служил модельный набор сортов яровой мягкой пшеницы в количестве 13 генотипов: Экада 6, Экада 70, Тулайковская 10, Омская 35, Нива 2, Дуэт, Землячка, Тулайковская 105, Казанская юбилейная, Пирамида, Башкирская 26, Маргарита, Любава 5.

Посев производили селекционными сеялками в трёхкратной повторности, площадь делянки 10-12 м², размещение вариантов внутри повторений рендомизированное, норма высева, сроки сева, место в севообороте, основная и предпосевная обработка почвы типичные для зоны.

Совокупность сформированных числовых рядов подвергли корреляционному анализу, а матрицу коэффициентов корреляции – фактор-

ному анализу методом главных компонент с алгоритмом варимакс-вращения [10]. Статистическая обработка проведена с использованием пакета прикладных программ «Агрос 2.13».

Результаты и обсуждение. Как видно из результатов факторного анализа (табл. 1) достоверные нагрузки анализируемые среды имеют на первые три главные компоненты. При этом если две первые главные компоненты более или менее выявляют определённые закономерности (первая главная компонента привязана в основном к экологическим точкам К, U и Ch, а вторая к F, P и B), то третья компонента не имеет логичной привязки, ни к годам, ни к экологическим точкам. После перестройки расчёта (до двух главных компонент) нагрузки третьего фактора перераспределяются, что хорошо визуализируется на рис. 1.

Как видно из рисунка, экологические точки Казани, Ульяновска и Чишмов стабильно проявляются в независимости от лет испытания,

Таблица 1. Факторные нагрузки анализируемых сред на четыре главные компоненты

Среда	Нагрузки на главные компоненты			
	I	II	III	IV
B 09	0,731	0,235	0,293	0,088
U 09	0,625	-0,129	0,587	0,033
P 09	0,046	0,513	0,409	-0,073
Ch 09	0,614	0,261	0,091	0,163
K 09	0,154	0,128	0,722	0,008
F 09	0,029	0,651	-0,070	0,131
B 10	0,358	-0,588	0,266	-0,103
U 10	0,736	0,093	0,209	-0,103
P 10	0,268	-0,491	0,110	0,123
Ch 10	0,617	0,344	0,308	0,010
K 10	0,681	-0,161	0,196	-0,137
F 10	0,162	-0,202	-0,639	-0,105
B 11	0,328	-0,630	-0,326	0,021
U 11	0,429	-0,242	0,575	-0,164
P 11	-0,531	-0,414	0,141	-0,050
Ch 11	0,410	-0,152	0,699	-0,123
K 11	0,464	-0,261	0,375	0,157
F 11	0,254	0,655	0,233	-0,034
Доля дисперсии, %	22,0	15,4	16,3	5,0

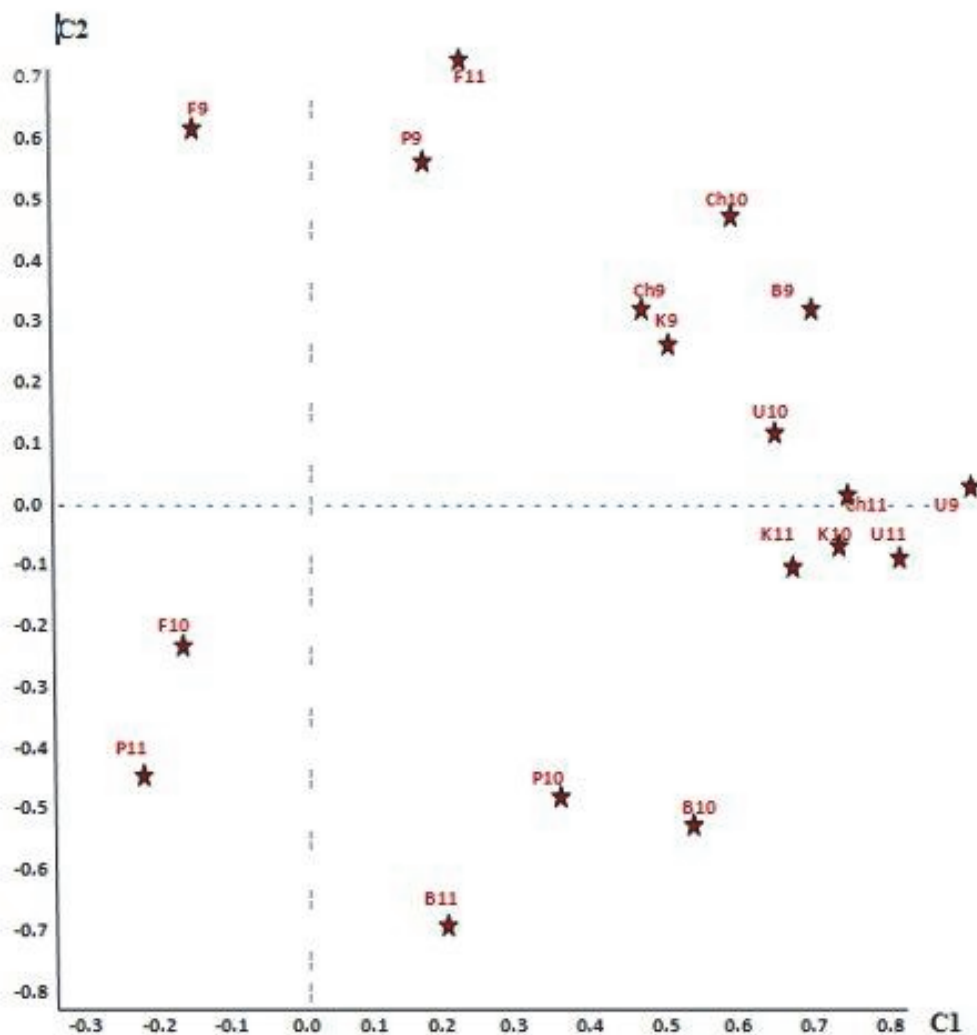


Рис. 1. Распределение экологических точек в системе координат двух главных компонент

формируя единую плеяду. Наибольшую изменчивость по годам проявляют Безенчук и Пенза. При этом в 2009 году точка Безенчука оказалась в области Чишмов, Казани и Ульяновска. Таким образом, с учётом анализа, проведённого ранее [3], точки экологического вектора имеют направление $B \rightarrow P \rightarrow F \rightarrow Ch \rightarrow U \rightarrow K$. Этот факт даёт возможность совершенствовать схему отбора генотипов с широкой нормой реакции на факторы среды с применением элементов челночной селекции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Метод оценки гомеоадаптивности в системе экологической селекции яровой мягкой пшеницы: Методические рекомендации / В.В. Сюков, В.Г. Захаров, В.Г. Кривобочек, В.И. Никонов, Н.З. Василова, В.А. Ганеев. Самара: СамНИЦ РАН, 2008. 18 с.
2. Закономерности формирования фенотипа яровой мягкой пшеницы по количественным признакам / В.Г. Захаров, В.В. Сюков, В.Г. Кривобочек, Д.В. Коцетков, В.И. Никонов, Н.З. Василова, В.А. Ганеев // Вестник Саратовского ГАУ. 2012. №10. С.41–42.
3. Характеристика точек экологического вектора «Экада» по дифференцирующей способности / В.В. Сюков, В.Г. Захаров, Н.З. Василова, В.И. Никонов, В.Г. Кривобочек, В.А. Ганеев // Международный научно-исследовательский журнал, 2013. №3(10). Ч. 1. С. 74-75.
4. Зиновьев А.Ю. Визуализация многомерных данных. Красноярск: Изд-во Красноярского ГТУ, 2000. 180 с.
5. Терёхина А.Ю. Анализ данных методом многомерного шкалирования. М.: Наука, 1986. 168 с.
6. Gabriel K.R. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis // *Biometrika*, 1971. Vol.38. Iss.3. P.453–467.
7. Yan W., Tinker N.A. Biplot analysis of multi-environment trial data: Principles and applications // *Canad.J.Plant Sci.*, 2006. Vol.86. №3. P.623–645.
8. Genotype by environment interaction of yield and quality of potatoes / I. Affleck, J.A. Sullivan, R. Tarn, D.E. Falk // *Canad.J.Plant Sci.*, 2008. Vol.88. №6. P.1099–1107.
9. Bach S. Genotype by environment interaction effects on starch, fibre and agronomic traits in potato (*Solanum tuberosum* L.). An M.Sc.Thesis. Guelph, Ontario,

Canada, 2011. 208 p.
10. Андрукович П.Ф. Применение метода главных ком-

понент в практических исследованиях. М.: Изд-во МГУ, 1973. 123 с.

USING MULTIVARIABLE ANALYSIS FOR DESCRIPTION OF ECOLOGICAL VECTOR "ECADA"

© 2014 V.V.Syukov¹, V.G.Zakharov², N.Z.Vasilova³, V.I.Nikonov⁴, V.G.Krivobochech⁵, V.A.Ganeev⁶

¹ Samara Research Scientific Institute of Agriculture, Bezenchuk, Samara Region

² Ulyanovsk Research Scientific Institute of Agriculture, Timiryazevskiy, Ulyanovsk Region

³ Tatarstan Research Scientific Institute of Agriculture, Kazan

⁴ Bashkortostan Research Scientific Institute of Agriculture, Chishmy, Bashkortostan

⁵ Penza Research Scientific Institute of Agriculture, Lunino, Penza Region

⁶ Scientific Protections Company "Fiton" Lmd, Nauchnoe, Kazakhstan

On the basis of multivariable analysis on a set of model yields of spring wheat varieties in six environmental points over three years revealed the peculiarities of ecological vector "Ecada". It is shown that the environmental point of Kazan, Ulyanovsk and Chishma stable appear, regardless of years of testing. The greatest variability from year to year are showing Bezenchuk and Penza.

Keywords: spring wheat, ecological vector, yielding, multi-dimensional scaling

Valeriy Syukov, Doctor of Biological Science, Head of Laboratory of Genetics and Breeding of Spring Bread Wheat.

E-mail: vsyukov@mail.ru

Vladimir Zakharov, PhD, Head of Department of Breeding.

E-mail: ulniish@mail.ru

Nurania Vasilova, PhD, Head of Laboratory of Breeding of Spring Wheat. E-mail: nurania59@mail.ru

Vladimir Nikonov, PhD, Head of Laboratory of Breeding of Spring Wheat. E-mail: bagri@ufanet.ru

Vitaliy Krivobochech, Doctor of Agricultural Science, Head of Department of Crop Breeding. E-mail: penzniish-szk@mail.ru

Vadim Ganeev, PhD, Director of Scientific Industrial Firm "Fiton". E-mail: fiton@hotmail.ru