

СОЗДАНИЕ СИСТЕМЫ СОРТОВ ПШЕНИЦЫ В РАЗРЕЗЕ АГРОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ

© 2015 В.В. Сюков, С.Н. Шевченко, Е.В. Мадякин, Н.В. Гулаева, А.А. Булгакова

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Самарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства имени Н.М. Тулайкова»,
п.г.т. Безенчук, Самарская область

Статья поступила в редакцию 20.11.2015

Подробный анализ почвенных, геолого-ландшафтных, геоботанических и климатических различий по территории Самарской области позволил сформировать семь основных агроэкологических мезазон. Опираясь на концепцию адаптивного растениеводства, была поставлена задача создать адресно для каждой из этих мезазон систему сортов сельскохозяйственных культур. Целенаправленный отбор по ряду ярко выраженных признаков (устойчивость к грибным заболеваниям, высота растения и устойчивость к полеганию, устойчивость к прорастанию зерна, продолжительность вегетационного периода) позволяет целенаправленно создавать сорта для соответствующего комплекса условий среды. Однако по большинству количественных признаков, для фенотипического проявления которых велик вклад эпигенетической составляющей, вести такой отбор сложно. Предлагается использовать комплекс статистических методов на фоне экологического градиента для оценки симилярности генотип-средовых откликов генотипов на смену факторов среды. Наиболее эффективным методом являются методы многомерного шкалирования (метод главных компонент и визуализация многомерного шкалирования в координатах двух главных компонент, би-плот анализ). Используя эти подходы, был проведён анализ комплекса сортов озимой пшеницы, яровой мягкой и яровой твёрдой пшеницы по специфическому генотип-средовому отклику и локализованы кластеры сортов по агроэкологическим мезазонам региона.
Ключевые слова: агроэкологическое районирование, яровая пшеница, озимая пшеница, сорта, метод главных компонент.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия во всём мире всё большее внимание учёных и практиков уделяется вопросам «биологизации» сельского хозяйства, устойчивого сельского хозяйства (sustainable agriculture) [13].

В нашей стране эти идеи отражены в работах А.А. Жученко («концепция адаптивной системы сельского хозяйства», «экологическая селекция растений») [3], А.А. Романенко, Л.А. Беспаловой [10]. Они заключаются в создании сортов и гибридов, сочетающих высокую потенциальную продуктивность с экологической устойчивостью; конструировании агроэкосистем и агроландшафтов на основе эволюционно-аналогового подхода (увеличения разнообразия культивируемых видов, их агроэкологическая специали-

Сюков Валерий Владимирович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории генетики и селекции яровой мягкой пшеницы. E-mail: vsyukov@mail.ru
Шевченко Сергей Николаевич, доктор сельскохозяйственных наук, директор. E-mail: samniish@mail.ru
Мадякин Евгений Викторович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией агроэкологического испытания. E-mail: samniish@mail.ru
Гулаева Надежда Васильевна, научный сотрудник лаборатории генетики и селекции яровой мягкой пшеницы. E-mail: samniish@mail.ru
Булгакова Анастасия Александровна, младший научный сотрудник лаборатории генетики и селекции яровой мягкой пшеницы. E-mail: samniish@mail.ru

зация, использование механизмов и структур биоценотической саморегуляции); оптимизации пространственно-временной организации агрофитоценозов, адаптивного размещения сельскохозяйственных культур в макро-мезо- и микроразнообразиях, адаптивном землеустройстве; применении адаптивно-интегрированной системы защиты растений; переходе к стратегии адаптивной интенсификации сельского хозяйства [3, 10].

Сорта и гибриды, предназначенные для использования в системе адаптивного растениеводства должны удовлетворять ряду требований, основные из которых:

- устойчивость к наиболее характерным для агроэкологической зоны абиотическим стрессам; при этом, при создании сортов сельскохозяйственных культур требуется учёт особенностей естественных природно-климатических зон.
 - устойчивость к биотическим факторам среды и минимальная потребность в химических средствах борьбы с сорняками, болезнями и вредителями;
 - широкая норма реакции на флуктуирующие природно-климатические факторы (гомеоадаптивность);
 - максимальная утилизация техногенных факторов (в первую очередь удобрений);
 - стабильное формирование экологически безопасной продукции для целей потребления.
- Для каждого конкретного сочетания почвенных, гидротермических, инсалационных, био-

тических факторов в идеале мы должны иметь комплементарный морфобиотип. То есть, целью селекции является не просто создание суммы сортов, а формирование *системы сортов* по каждой с.-х. культуре.

Первой задачей при формировании системы сортов является вычленение основных мезазон, характеризующихся общими природно-климатическими чертами. При этом мы считаем, что наряду с естественными границами природно-климатических (лесостепной и степной для Самарской области) и ландшафно-почвенных зон, следует учитывать и ряд других факторов, в том числе экономико-географического порядка. Поэтому зональное районирование для каждой сельскохозяйственной культуры может быть индивидуальным.

Основываясь на опыте ландшафно-почвенного районирования Самарской области [7, 8, 11], и подробном анализе почвенных, геолого-ландшафтных, геоботанических и климатических разностей по территории Самарской области нами сформировано семь агроэкологических мезазон (табл. 1).

Подобные методологические подходы разрабатываются и в других регионах России [5]. Работами О.В.Нежевляк для Омской области определено 11 агропочвенных районов [6]. Три почвенно-экологических округа, а внутри округов девять

почвенно-экологических районов Ульяновской области выявлено Ж.А.Антоновой [2]. Алтайский край поделён на семь агроэкологических зон [9].

Для оценки пригодности генотипов к конкретному сочетанию факторов среды могут быть использованы как методы прямого полевого многофакторного опыта с созданием искусственного экологического градиента (разные предшественники, сочетание факторов интенсификации и др.) на последних стадиях селекционного процесса, так и использование данных многолетних испытаний с применением специальных статистических методов. Статистики второго порядка, в том числе методы многомерного шкалирования, позволяют не только более глубоко проанализировать комплексы данных, но и визуализировать результаты анализа. В США и Канаде метод многомерного шкалирования на основе факторного анализа (метод главных компонент) широко используется в селекции растений под названием Biplot analysis [14, 15].

Формирование для условий Среднего Поволжья системы новых сортов сельскохозяйственных культур, обеспечивающей максимально эффективное использование почвенного, биоклиматического и техногенного потенциала лесостепной и степной зон Среднего Поволжья и является целью данной работы.

Таблица 1. Характеристика основных профилей мезазон Самарской области

Мезазона	Профили			ГТК	Количество осадков, мм
	геологический	геоботанический	почвенный		
I	Сыртовое Заволжье	Типчаково-ковыльная степь	Тёмно-каштановые и южные чернозёмы	0,6-0,7	350
II	Отроги Синего Сырта	Типчаково-ковыльная степь	Южные и обыкновенные карбонатные чернозёмы	0,6-0,7	370
III	Каменный Сырт, рисская и миндальская террасы	Разнотравная и полынная степь	Остаточно-луговые и обыкновенные чернозёмы	0,7-0,8	370-420
IV	Равнинное междуречье	Переход от типчаково-ковыльной степи к лесостепи	Выщелочные и обыкновенные чернозёмы	0,7-0,9	400-430
V	Сокские и Кинельские Яры	лесостепь	Выщелочные и типичные чернозёмы	1,1-1,2	500
VI	Низменное лесостепное Заволжье	Прикондур-чинская лесостепь	Типичные и остаточно-луговые чернозёмы	0,9-1,0	420-470
VII	Правобережная возвышенность и вюрмские террасы	Лесостепь и луговые ценозы	От типичных чернозёмов до серых лесных	1,0-1,1	480-500

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ, МЕТОДЫ

Исследования проводились на основе анализа многолетних (2012-2014 гг) данных урожайности в агроэкологическом испытании ФБГНУ «Самарский НИИСХ» и четырёх госсортоучастков Самарской области (Безенчукском, Большеглушицком, Кошкинском и Сызранском).

Опыты закладывались на делянках площадью 25 м², повторность четырёхкратная. Учёт урожая проводился по Методике Госкомиссии по сортоиспытанию с.х. культур (1985) [3].

В качестве объектов исследований были взяты сорта пшеницы, включённые в Госреестр селекционных достижений, рекомендованные к использованию в Средневолжском регионе. Восемь сортов озимой пшеницы: 1) Малахит, 2) Светоч, 3) Бирюза, 4) Санта, 5) Безенчукская 380, 6) Жемчужина Поволжья, 7) Северодонецкая юбилейная, 8) Поволжская 86; восемь сортов яровой твёрдой пшеницы: 1) Безенчукская степная, 2) Безенчукская 182, 3) Безенчукская 205, 4) Безенчукская 209, 5) Безенчукская нива, 6) Безенчукская 210, 7) Краснокутка 13, 8) Марина; одиннадцать сортов яровой мягкой пшеницы: 1) Тулайковская 10, 2) Тулайковская золотистая, 3) Тулайковская 100, 4) Тулайковская 108, 5) Экада 113, 6) Кинельская 59, 7) Кинельская нива, 8) Кинельская отрада, 9) Омская 36, 10) Альбидум 32, 11) Фаворит.

Совокупность сформированных числовых рядов по урожайности подвергли корреляционному анализу, а матрицу коэффициентов корреляции – факторному анализу методом главных компонент с алгоритмом варимакс-вращения [1].

Статистическая обработка проведена с использованием пакета прикладных программ «Агрос 2.13».

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Двухфакторный дисперсионный анализ урожайных данных показал достоверность различий как по экологическим фонам (годам и экологическим точкам), так и между сортами

(кроме озимой пшеницы), так и достоверность взаимодействия «генотип-среда» (табл.2).

Это позволяет провести более глубокий статистический анализ генотип-средовых взаимодействий, используя метод факторного анализа (главных компонент) урожайных данных. По мнению ряда исследователей [12, 13] биplot-анализ даёт наиболее адекватную информацию о генотип-средовых взаимодействиях. В случае, если в наборе испытываемых генотипов есть хорошо изученные по экологической приспособленности сорта, они могут рассматриваться как сорта-репера. Попадание в один кластер с репером с большой долей вероятности может говорить о принадлежности генотипа к определённой агроэкологической группе.

По сортам озимой пшеницы (рис. 1) крайними вариантами являются сорта Малахит, наиболее адаптированный к северным зонам области (5, 6 мезазоны) и Светоч, рекомендуемый для степных южных районов (1-3 мезазоны). В группу к Светочу можно отнести сорт Северодонецкая юбилейная. Сорта Санта и Жемчужина Поволжья входят в кластер репера Безенчукская 380. Эти сорта предназначены для переходных (3, 4) мезазон, но характеризуются широкой экологической приспособленностью. Примыкают к ним Бирюза и Поволжская 86.

По сортам яровой мягкой пшеницы можно выделить три кластера (рис. 2). В первый кластер вместе с сортом-репером Кинельская 59, характеризующемся неприхотливостью к условиям возделывания, входит сорт Альбидум 32 краснокутской селекции. Оба сорта восприимчивы к грибным болезням, но отличаются толерантностью. Эти сорта предпочтительнее для южных мезазон.

Во второй кластер вместе с репером Тулайковская 10 вошли полуинтенсивные иммунные к листовым болезням сорта Тулайковская 100, Тулайковская золотистая и Фаворит. Это сорта экологически пластичные и предназначены для переходных (3-5) мезазон. Сорт Омская 35 (точка 9), хотя и характеризуется схоздной с сортами

Таблица 2. Результаты двухфакторного дисперсионного анализа серий опытов

Вид рассеивания	Озимая пшеница		Яровая твёрдая пшеница		Яровая мягкая пшеница	
	ms	F	ms	F	ms	F
Генотипы (А)	26,285	0,87	29,713	5,68*	41,025	8,02*
Среды (В)	1288,557	42,57**	596,175	114,04**	665,100	130,07**
Взаимодействие (АхВ)	30,2686	99,15**	5,2276	20,53*	5,1135	40,26*
Остаточное	0,3053		0,2547		0,1270	

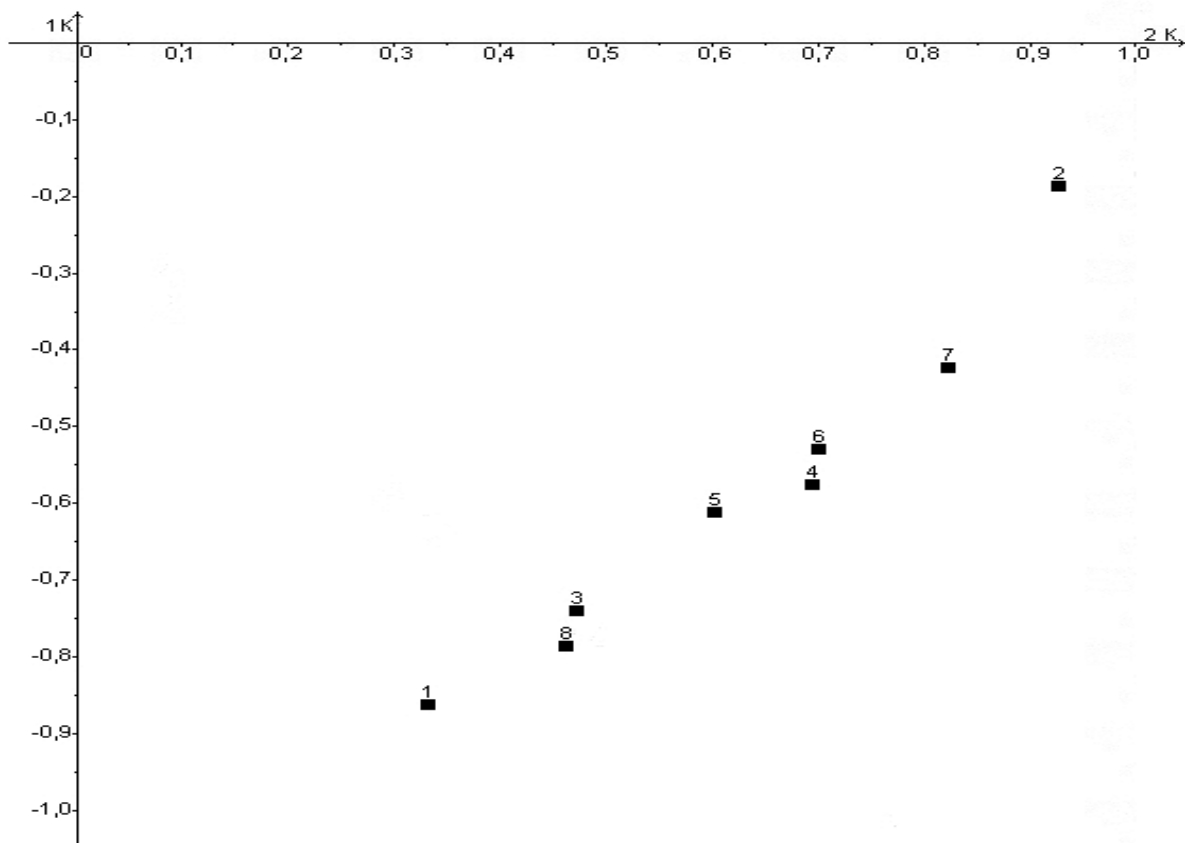


Рис. 1. Размещение точек «сорта озимой пшеницы» в системе координат двух главных компонент:
 1 – Малахит, 2 – Светоч, 3 – Бирюза, 4 – Санта, 5 – Безенчукская 380,
 6 – Жемчужина Поволжья, 7 – Северодонецкая юбилейная, 8 – Поволжская 86

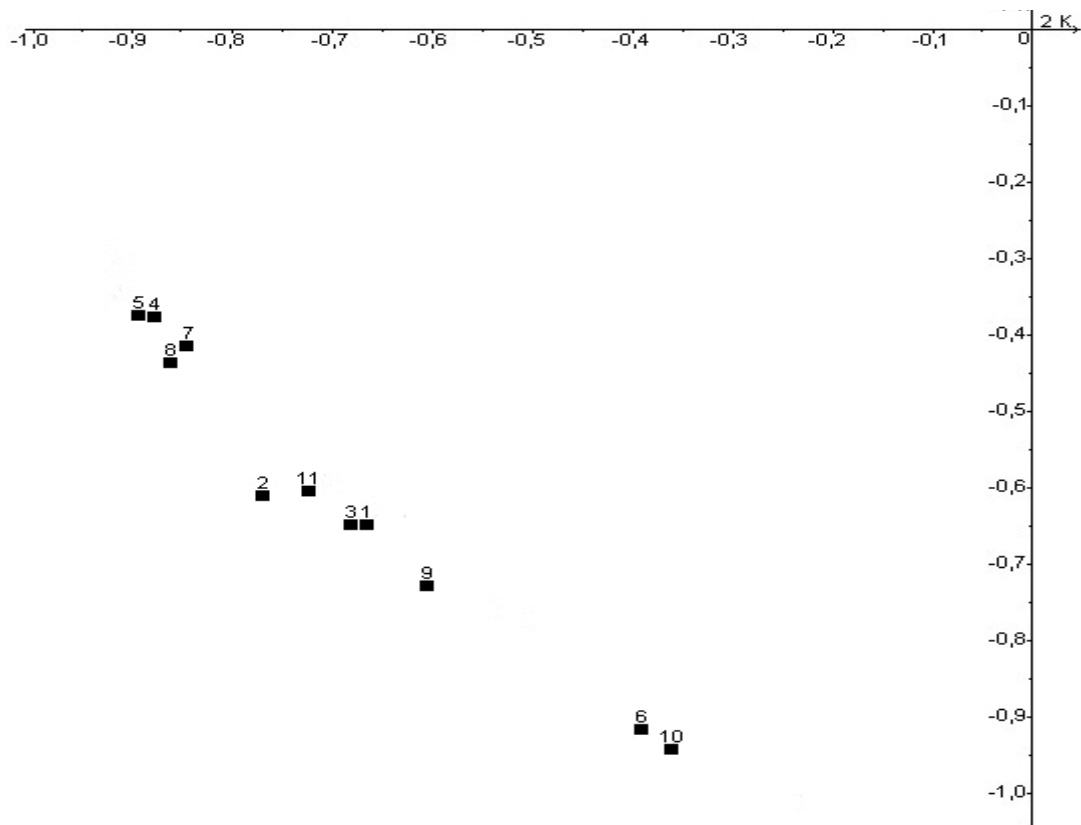


Рис. 2. Размещение точек «сорта яровой мягкой пшеницы» в системе координат двух главных компонент:
 1 – Тулайковская 10, 2 – Тулайковская золотистая, 3 – Тулайковская 100, 4 – Тулайковская 108, 5 – Экада 113,
 6 – Кинельская 59, 7 – Кинельская нива, 8 – Кинельская отрада, 9 – Омская 36, 10 – Альбидум 32, 11 – Фаворит

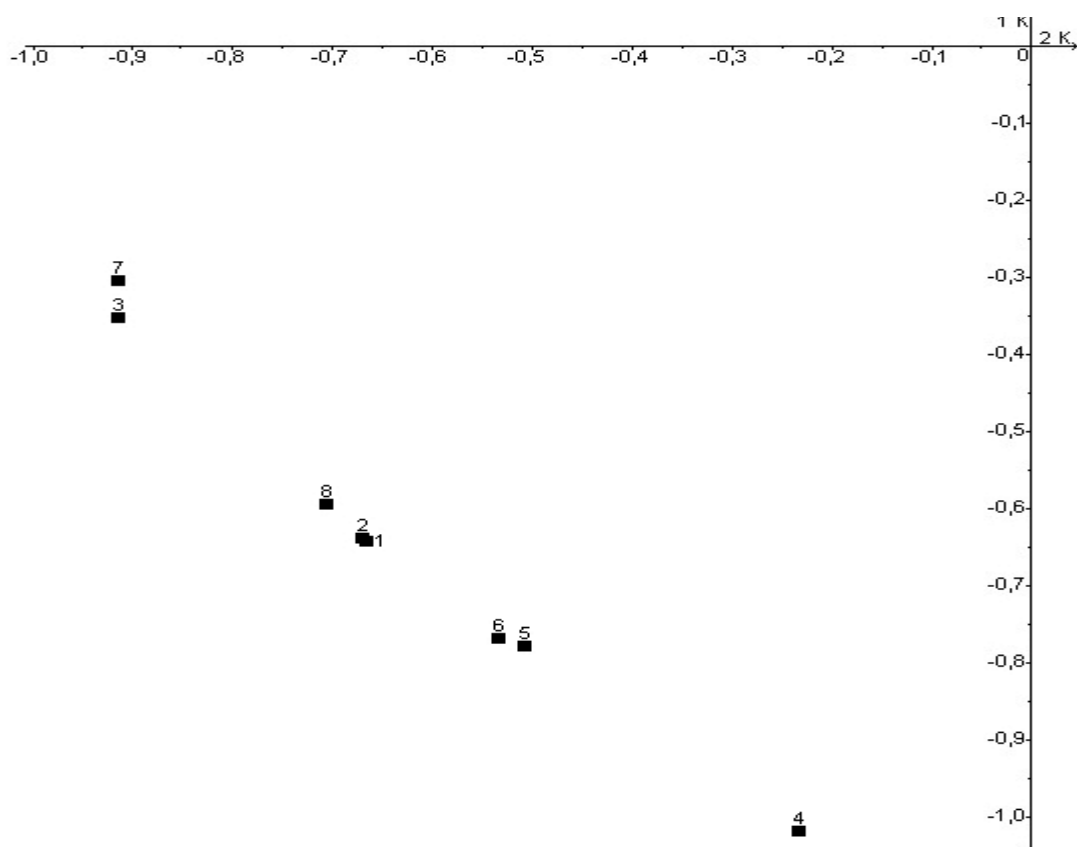


Рис. 3. Размещение точек «сорта яровой твёрдой пшеницы» в системе координат двух главных компонент: 1 – Безенчукская степная, 2 – Безенчукская 182, 3 – Безенчукская 205, 4 – Безенчукская 209, 5 – Безенчукская нива, 6 – Безенчукская 210, 7 – Краснокутка 13, 8 – Марина

второго кластера реакцией на смену факторов среды, по комплексу признаков ближе к сортам первой группы.

Третий кластер – группа Кинельской нивы. Характеризуется высоким потенциалом продуктивности в сочетании с экологической пластичностью. В эту группу вместе с репером входят сорта Тулайковская 108, Экада 113 и Кинельская отрада. Сорта этого кластера защищены либо пирамидами генов устойчивости к бурой ржавчине (Тулайковская 108 – Lr19+LrBz, Кинельская нива – Lr19+Lr23, Экада 113 – Lr19+Lr?), либо высокоэкспрессивным геном Lr9 (Кинельская отрада). Эти сорта могут быть рекомендованы для влагообеспеченных мезазон (4-6) и для интенсивных технологий.

Сорта яровой твёрдой пшеницы по генотип-средовой реакции так же распределились в три кластера (рис. 3). Крайняя точка (4) представляет собой единственный уникальный по своим характеристикам сорт Безенчукская 209, который может быть из всех сортов твёрдой пшеницы рекомендован для северных (5-7) мезазон за счёт гена короткостебельности Rht1, обеспечивающего устойчивость к полеганию.

Альтернативный класс скороспелых засухоустойчивых сортов для степных (1-2) мезазон представлен Безенчукской 205 и Краснокуткой 13.

Пять сортов, включая репера Безенчукскую 182 и Безенчукскую степную, а так же новые

высококачественные сорта с исключительной экологической пластичностью Марину, Безенчукскую ниву и Безенчукскую 210, могут быть рекомендованы повсеместно, но наибольшую отдачу датут на фонах с включением факторов интенсификации.

ВЫВОДЫ

На основе анализа урожайных данных в течение 2009-2014 гг. и метода многомерного шкалирования (би-плот анализ) выявлена асимметрия отклика генотипов на смену факторов внешней среды и проведена диверсификация одиннадцати сортов яровой мягкой пшеницы, восьми сортов яровой твёрдой пшеницы и восьми сортов озимой пшеницы по специфике отклика «генотип-среда». Выделены кластеры сортов для различных природно-климатических мезазон Самарской области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андрукович П.Ф. Применение метода главных компонент в практических исследованиях. М.: Изд-во МГУ, 1973. 123 с
2. Антонова Ж.А. Почвенно-экологическое районирование Ульяновской области: дисс. ... канд.биол. наук. Ульяновск, 2011. 207 с.
3. Жученко А.А. Фундаментальные и прикладные на-

- учные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. Саратов, 2000. 275 с
4. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985.
 5. Методические аспекты агроэкологического районирования сельскохозяйственных территорий на микроуровне / Ф.Ф. Мухамадьяров, С.Л. Коробицын, Н.Е. Рубцова, В.П. Ашихмин, Ю.П. Савельев, В.Н. Воложанин, Д.В. Кайсин // *Агрономическая наука Евро-Северо-Востока*, 2013. №4 (35). С.4-8.
 6. Нежевляк О.В. Агрочувственное районирование территории Омской области: дисс. ... канд.биол. наук. Тюмень, 2006. 269 с.
 7. Почвы Куйбышевской области / В.А.Носин, И.П.Агафодоров, В.П.Крылов, В.Л.Ситников. Куйбышев: ОГИЗ, 1949. 384 с.
 8. Почвы Куйбышевской области [под редакцией Г.Г.Лобова]. Куйбышев: Кн. изд-во, 1984. 392 с.
 9. Рассыпов В.А. Агроэкологическое районирование территории на основе бонитировки почв // *Вестник Алтайского ГАУ*, 2012. №12 (98). С.39-41
 10. Новая сортовая политика и сортовая агротехника озимой пшеницы / А.А. Романенко, Л.А. Беспалова, И.Н. Кудряшов, И.Б. Аблова. Краснодар, 2005. 224 с
 11. Оценка земель Куйбышевской области / Б.А.Трегубов, Г.Г.Лобов, М.Г.Холкина. Куйбышев: Кн. изд-во, 1988. 176 с.
 12. Genotype by environment interaction of yield and quality of potatoes/ I. Affleck, J.A. Sulivan, R. Tarn, D.E. Falk // *Canad.J.Plant Sci.*, 2008. Vol.88. №6. P.1099-1107
 13. 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.
 14. El Bassam H. Fundamentals of sustainability in agriculture production systems and global food security // *Sustainable agriculture for food, energy and industry*. London, 1998. Vo 1.1.P.3-11
 15. Gabriel K.R. The biplot graphic display of matrices with application to principal component analysis // *Biometrika*, 1971. Vol.38. Iss.3. P.453-467
 16. 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.

CREATION OF WHEAT VARIETIES BY AGRO-ECOLOGICAL ZONING OF SAMARA REGION

© 2015 V.V. Syukov, S.N. Shevchenko, E.V. Madyakin, N.V. Gulaeva, A.A.Bulgakova

Samara Research Scientific Institute of Agriculture named after N.M. Tulaikov, Bezenchuk, Samara Region

A detailed analysis of the soil, geological and landscape, geo-botanical and climatic differences on the territory of the Samara region has allowed to form seven major agro-ecological mezazon. Based on the concept of adaptive crop, it has been tasked to create an address for each of these mezazon system of crop varieties. Focused on a number of distinct characteristics (resistance to fungal diseases, plant height and lodging resistance, resistance to grain germination, length of the growing period) specifically allows for creating varieties appropriate set of environmental conditions. However, the majority of quantitative traits for which the phenotypic expression of a large contribution of epigenetic component to conduct such selection difficult. It is proposed to use complex statistical methods against the background of environmental gradient similyarnosti to assess genotype-environment genotype responses to environmental factors change. The most effective method is the method of multidimensional scaling (principal components and visualization of multidimensional scaling coordinates of the two main components of bi-density analysis). Using these approaches, we analyzed the complex varieties of winter wheat, soft spring and summer durum wheat on a specific genotype-environment response and localized clusters of varieties of agri-environmental mezazonam region.

Keywords: agro-ecological zoning, spring wheat, winter wheat, varieties, the principal component.

Valeriy Syukov, Doctor of Biological Science, Chief Researcher of Laboratory of Genetics and Breeding of Spring Bread Wheat. E-mail: vsyukov@mail.ru

Sergey Shevchenko, Doctor of Agricultural Science, Director. E-mail: Samniish@mail.ru

Eugeniy Madyakin, PhD, Head of Laboratory of Agroecology. E-mail: Samniish@mail.ru

Nadezhda Gulayeva, Senior Researcher of Laboratory of Genetics and Breeding of Spring Bread Wheat.

E-mail: samniish@mail.ru

Anastasiya Bulgakova, Senior Researcher of Laboratory of Genetics and Breeding of Spring Bread Wheat.

E-mail: samniish@mail.ru