

- Convention) / R. Jordens // World Patent Information. – 2005. – Vol. 27. – P. 232-243.
14. Paterson, A.H. Genome Mapping in Plants / Academic Press. – Austin, TX. – 1996.

**STUDY OF WHEAT (*TRITICUM AESTIVUM* L.) INITIAL MATERIAL
BY THE METHOD OF ELECTROPHORETIC STORAGE PROTEIN
SPLITTING**

**I.M. Markevich, V.N. Bushtevich, E.L. Dolgova, S.N. Shevashnyova,
T.V. Melnikova**

The information about the degree of the genetic diversity of initial material is important for the development of new varieties. The object of the researches is 32 varieties of spring soft wheat from the collection of the National Bank of Plant Genetic Resources of the Republic of Belarus. The method of electrophoretic analysis of storage proteins can be used for genetic differentiation of variety samples and establishing relationship between them.

УДК 633.13:631.527

**ПОДБОР ПАР ДЛЯ СКРЕЩИВАНИЙ ПРИ
СОЗДАНИИ НОВЫХ СЕЛЕКЦИОННО-ЦЕННЫХ
ФОРМ ОВСА (*AVENA SATIVA*)
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ
STATISTICA 6.1**

В.В. Горелик

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 19.05.2014 г.)

Аннотация. Предлагаемый способ подбора пар для скрещивания основан на построении уравнения полиномиальной регрессии урожайности второй степени по данным полевого изучения образцов. В регрессионную модель включаются элементы структуры урожайности и хозяйственно-значимые признаки, тесно связанные с урожайностью. В качестве критерия для определения ценности используется средний процент отклонения фактических величин признаков у образца (либо планируемого гибрида) от оптимальных показателей согласно модели. Дополнительным критерием, учитывающим вероятность трансгрессий

при скрещивании, служит «расстояние объединения», характеризующее степень сходства родительских форм по сопряженности селекционно-значимых признаков. Проведенный анализ выявил перспективные в селекции на урожайность образцы овса и комбинации скрещиваний.

Введение. Применение информационных технологий существенно расширило возможности и повысило эффективность традиционных методов селекции. Это касается как увеличения доступности информации об исходном материале, так и процесса обработки экспериментально полученных данных. Использование программ для статистической обработки данных позволяет оперативно выявлять закономерности и целенаправленно строить селекционную работу, существенно сокращая трудовые и материальные затраты.

В начале 90-х годов в селекционных учреждениях Беларуси получил распространение пакет прикладных программ для статистической обработки результатов экспериментов «AB-Stat», созданный Б.Ю. Анощенко в Институте генетики и цитологии НАН Беларуси. Удобство программы «AB-Stat» обусловило ее «долголетие», многие исследователи пользуются ею до сих пор [1, 2]. В ряде НИИ сельскохозяйственного и биологического профиля России установлен пакет AGROS, разработанный С.П. Мартыновым. Данный пакет ориентирован на обработку результатов селекционно-генетических экспериментов в растениеводстве. Изначально пакет AGROS функционировал в среде MS DOS. Позднее был выполнен перенос пакета в операционную систему Windows 95/98/NT, полученный продукт назван BIOGEN. Созданы также программы для специального анализа накопленной информации. К примеру, программа расчета комбинационной способности сортов тритикале по Хейману и Гриффину (разработка физико-технического института ЦИВО СО РАСХН, Новосибирск) выполняет две функции: определение комбинационной способности родительских форм и оценку интегральных генетических параметров исследуемого признака [3]. Информационно-аналитическая система генетических ресурсов GRIS 4.0 (разработка Всероссийского НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова, Санкт-Петербург) соединяет в себе возможности статистического и генеалогического анализа данных, полученных в результате многолетнего полевого и лабораторного изучения мировой коллекции сельскохозяйственных растений [4, 5].

Существует целый ряд специализированных программ для статистической обработки данных, применимых в селекционной работе: STADIA (разработка МГУ им. М.В.Ломоносова), SPSS (IBM, США), STATA (StataCorp LP, США), SAS, JMR (обе – разработчик SAS

Institute Inc., США), SYSTAT, SigmaStat (обе – разработчик Systat Software, США), NCSS (NCSS, США), MINITAB 14 (Minitab Inc., США), STATGRAPHICS PLUS (Statpoint Technologies Inc., США), PRISM (GraphPad Software Inc., США) [6, 7]. Наиболее часто используется программный пакет Statistica (StatSoft Inc., США). Данная программа предоставляет возможности для решения актуальных, с точки зрения селекционера, задач, таких как дисперсионный анализ изменчивости показателей, проверка гипотез о типе расщепления в потомстве (чаще всего с использованием критерия χ^2), расчет коэффициентов множественной регрессии между урожайностью и селекционно-значимыми признаками, кластерный анализ степени сходства изучаемых образцов, построение моделей сортов.

Построение модели формирования урожайности на основании результатов полевого изучения исходного материала способствует большей целенаправленности работы селекционера. Сравнивая фактические величины признаков у изученных коллекционных (либо селекционных) образцов с оптимальными параметрами согласно модели, можно определить комплексную ценность образцов и спланировать работу по повышению урожайности с помощью скрещиваний и отбора [8, 9]. Одним из наиболее простых подходов к построению модели является использование регрессионных методов [10].

Методика исследований. В качестве исходной информации для проведения анализа взяты результаты изучения коллекции овса в Научно-практическом центре НАН Беларуси по земледелию (г. Жодино) в 2012 г. и 2013 г. В 2012 г. коллекция включала 61 образец из 20 стран мира, в 2013 г. – 82 образца из 22 стран. Изучение проводилось при посеве селекционной сеялкой John Deer с площадью делянки 2 м² в двукратной повторности и нормой высева 5 млн/га. Стандартом служил сорт Запавет. Для уменьшения ошибки, вызванной варьированием почвенного плодородия, полученные по коллекционным образцам данные приводились к среднему значению показателей у стандарта через сравнение между образцом и стандартом на ближайшей делянке. В 2012 г. определялись следующие показатели:

- ♦ оценка всходов, баллов (1-9);
- ♦ оценка поражения вирусом желтой карликовости ячменя, баллов (1-9);
- ♦ оценка поражения красно-бурой пятнистостью, баллов (1-9);
- ♦ оценка поражения корончатой ржавчиной, баллов (1-9);
- ♦ оценка степени полегания перед уборкой, баллов (1-9);
- ♦ период от всходов до выметывания, суток;
- ♦ период от выметывания до созревания, суток;

- ♦ вегетационный период, суток;
- ♦ урожайность, г/м²;
- ♦ высота растений, см;
- ♦ общая кустистость, побегов на растение;
- ♦ продуктивная кустистость, побегов на растение;
- ♦ длина метелки, см;
- ♦ количество зерен в метелке, шт.;
- ♦ масса зерна с метелки, г;
- ♦ масса зерна с растения, г;
- ♦ масса 1000 зерен, г.

В 2013 г. оценка поражения вирусом желтой карликовости ячменя (ВЖКЯ) не проводилась. В соответствии с рекомендациями Б.А. Доспехова перед проведением статистической обработки оценки, выраженные в баллах, были преобразованы в величину угол-арксинус квадратного корня из балла, деленного на 10 [11]. В MS Excel формула преобразования выглядит следующим образом: =ASIN(КОРЕНЬ(«ба
лл»/10))*2*90/ПИ.

Анализ данных проводился с использованием программ Statistica 6.1 и MS Excel и включал следующие шаги:

- 1) определение признаков, связанных с урожайностью;
- 2) расчет регрессионной модели формирования урожайности на основе признаков, коррелирующих с урожайностью;
- 3) определение параметров модели, при которых урожайность максимальна;
- 4) сравнение показателей у коллекционных образцов с оптимальными параметрами модели, расчет среднего отклонения от оптимума по каждому образцу;
- 5) расчет показателей у предполагаемых гибридов между образцами коллекции, сравнение их с оптимальными параметрами модели и определение отклонения от оптимума;
- 6) определение среднего за два года отклонения показателей у предполагаемых гибридов от оптимума, ранжирование комбинаций скрещивания по предсказанной ценности;
- 7) оценка степени сходства между коллекционными образцами по характеру сопряженности селекционно-значимых признаков.

Результаты исследований и их обсуждение. Для определения перечня признаков, на основании которых будет рассчитываться модель, целесообразно провести корреляционный анализ и выявить признаки, существенно связанные с урожайностью (как правило, на 5%-м уровне значимости). В разные годы величину урожайности могут определять

разные признаки, соответственно, модель формирования урожайности будет изменяться.

В 2012 г. существенно связанными с урожайностью были следующие признаки: оценка поражения ВЖКЯ (коэффициент корреляции $r=-0,42$), период выметывание-полная спелость ($r=-0,30$), общая кустистость ($r=-0,38$), количество зерен в метелке ($r=0,40$), масса зерна с метелки ($r=0,54$), масса зерна с растения ($r=0,53$). В качестве модели формирования урожайности использовали уравнение полиномиальной регрессии, рассчитанное с помощью программы Statistica 6.1 (вкладка «Анализ»→«Углубленные методы анализа»→«Общие регрессионные модели»→«Полиномиальная регрессия»). Расчетные величины коэффициентов в уравнении регрессии представлены в таблице 1. Точность полученной регрессионной модели урожайности удовлетворительная, скорректированный коэффициент детерминации составил 0,61. Для расчета уравнения регрессии урожайности в 2013 г. были выбраны признаки: оценка полегания (коэффициент корреляции с урожайностью $r=-0,33$), общая кустистость ($r=-0,43$), количество зерен в метелке ($r=0,64$), масса зерна с метелки ($r=0,61$), масса зерна с растения ($r=0,63$). Скорректированный коэффициент детерминации полученного уравнения регрессии составил 0,58 (таблица 1).

С целью нахождения оптимальной величины селекционно-ценных признаков были определены максимальные, согласно модели, значения урожайности в каждом году коллекционного изучения. Интервал возможных значений каждого признака был ограничен его минимальной и максимальной величиной, фактически зарегистрированной при коллекционном изучении в конкретном году. Полученные результаты (таблица 2) показали, что при оптимальном сочетании признаков величина расчетной урожайности составила в 2012 г. 1354 г/м², что на 8% больше, чем у лучшего образца Гибрид (к-14983) (1254 г/м²), в 2013 г. – 545 г/м², что на 7% меньше, чем у лучшего образца Шишлова 206 (586 г/м²).

Имея в распоряжении оптимальные величины признаков, можно количественно оценить степень расхождения каждого образца с оптимумом по модели. В качестве критерия оценки целесообразно использовать процент отклонения фактического значения признака у образца от оптимума. Для учета степени влияния признака на урожайность целесообразно величину отклонения умножать на коэффициент детерминации (квадрат коэффициента корреляции) признака и урожайности. Перечень признаков дополняется урожайностью с коэффициентом детерминации, равным единице. Отклонение от оптимума может быть как положительным, так и отрицательным.

Таблица 1 – Коэффициенты в уравнении полиномиальной регрессии урожайности в коллекции овса (2012-2013 гг.)

Показатель	Величина ко- эффициента в уравнении полиномиаль- ной регрессии	Коэффициент детермина- ции модели полиномиаль- ной регрессии	
		множествен- ный (R²)	скорректиро- ванный
2012 г.			
Свободный член	-1460,983	0,69*	0,61*
Поражение вирусом желтой карли- ковости ячменя, угол-арксинус √(балл/10)	7,057		
Квадрат (вторая степень) пораже- ния вирусом желтой карликовости ячменя	-0,173		
Период выметывание – спелость, сут.	111,085		
То же, в квадрате	-1,508		
Кустистость общая, побегов	-334,825		
То же, в квадрате	57,530		
Количество зерен в метелке, шт.	3,579		
То же, в квадрате	-0,133		
Масса зерна с метелки, г	-33,717		
То же, в квадрате	82,948		
Масса зерна с растения, г	374,126		
То же, в квадрате	-64,174		
2013 г.			
Свободный член	215,887	0,63*	0,58*
Оценка полегания, угол-арксинус √(балл/10)	-3,540		
Квадрат (вторая степень) оценки полегания	0,020		
Кустистость общая, побегов	-78,179		
То же, в квадрате	4,131		
Количество зерен в метелке, шт.	3,859		
То же, в квадрате	-0,025		
Масса зерна с метелки, г	101,493		
То же, в квадрате	-49,166		
Масса зерна с растения, г	186,114		
То же, в квадрате	-31,135		

Таблица 2 – Оптимальная величина признаков согласно уравнению полиномиальной регрессии урожайности, коллекция овса (2012-2013 гг.)

Показатель	Единица изме- рения	Оптималь- ная величи- на согласно модели	Фактическая величина	
			min	max
2012 г.				
Поражение вирусом желтой карликовости ячменя	угол-арксинус $\sqrt{(\text{балл}/10)}$	20,4	19,8	60,1
	балл	1,2	1,1	7,5
Период выметывание—спе- лость	сут.	37	30	51
Кустистость общая	побег	1,0	1,0	3,9
Количество зерен в метелке	шт.	13,5	5,4	80,8
Масса зерна с метелки	г	2,41	0,22	2,41
Масса зерна с растения	г	2,92	0,14	3,72
Урожайность	г/м ²	1354	182	1254
2013 г.				
Оценка полегания	угол-арксинус $\sqrt{(\text{балл}/10)}$	18,40	18,4	64,9
	балл	1,0	1,0	8,2
Кустистость общая	побег	1,2	1,2	3,8
Количество зерен в метелке	шт.	63,5	9,7	63,5
Масса зерна с метелки	г	1,03	0,33	2,07
Масса зерна с растения	г	2,82	0,14	3,72
Урожайность	г/м ²	545	137	586

Чтобы рассчитать среднее отклонение от оптимума на основании отклонений по отдельным признакам, используется абсолютная величина (модуль) процента отклонения по этим признакам. Исключение составляют признаки, по которым селекционер ведет направленную работу. Это, безусловно, урожайность, как правило – устойчивость к полеганию, болезням. У таких признаков берется не модуль процента отклонения от оптимума, а процент отклонения с обратным знаком. Пример расчета среднего процента отклонения признаков от оптимальных параметров модели приведен в таблице 3. Среднее значение указанного показателя за годы коллекционного изучения характеризует способность образца соответствовать оптимальным параметрам в годы с различными погодными условиями. Чем меньше отклонение от оптимума, тем более ценным для селекции на урожайность представляется образец.

Таблица 3 – Расчет среднего процента отклонения признаков у стандарта Запавет от оптимума по модели урожайности

Год	Показатель	Единица измерения	Запавет, стандарт	Оптимум по модели	% к оптимуму	±% к оптимуму	Коэффициент детерминации	Отклонение от оптимума*
2012	Поражение вирусом желтой карликовости ячменя	угол-арксинус $\sqrt{(\text{балл}/10)}$	37,3	20,4	183	83	0,18	14,9
	Период вымывывание - спелость	сут.	41	37	111	11	0,09	1,0
	Кустистость общая	побег	1,4	1,0	141	41	0,14	5,7
	Количество зерен в метелке	шт.	37,8	13,5	280	180	0,16	28,2
	Масса зерна с метелки	г	1,33	2,41	55	-45	0,29	12,8
	Масса зерна с растения	г	1,58	2,92	54	-46	0,28	12,8
	Урожайность	г/м ²	755	1354	56	-44	1,00	44,2
<i>Средний процент отклонения от оптимума</i>		%						<i>17,1</i>
2013	Оценка полегания	угол-арксинус $\sqrt{(\text{балл}/10)}$	24,6	18,4	134	34	0,11	3,8
	Кустистость общая	побег	1,7	1,2	145	45	0,18	8
	Количество зерен в метелке	шт.	42,7	63,5	67	-33	0,41	14
	Масса зерна с метелки	г	1,37	1,03	133	33	0,37	12
	Масса зерна с растения	г	1,72	2,82	61	-39	0,40	16
	Урожайность	г/м ²	442	545	81	-19	1,00	19
	<i>Средний процент отклонения от оптимума</i>	%						<i>12,0</i>
2012 - 2013	Средний процент отклонения от оптимума за 2 года	%						14,6

Примечание – *по урожайности для расчета взят не модуль % отклонения от оптимума, а % отклонения с обратным знаком

Использование показателя отклонения от оптимума для характеристики ценности образца имеет ряд преимуществ, а именно:

- ♦ показатель рассчитывается исключительно на основании данных полевого изучения, не требует какой-либо экспертной оценки, т.е. пригоден для автоматического определения на компьютере;
- ♦ он является интегральным и опирается лишь на признаки, существенно связанные с урожайностью в конкретном году исследования;
- ♦ показатель учитывает степень влияния признака на урожайность через соответствующий коэффициент детерминации;
- ♦ надежность показателя как инструмента для определения ценности образца возрастает с каждым дополнительным годом изучения;
- ♦ показатель рассчитывается для конкретного набора образцов, конкретного места и периода времени, конкретной технологии возделывания.

Главный недостаток указанного показателя обусловлен способом расчета оптимальных параметров модели. Уравнение полиномиальной регрессии состоит из слагаемых, каждое из которых является произведением величины признака (либо квадрата величины) и расчетного коэффициента. Максимальное значение функция (урожайность) достигает тогда, когда максимально каждое из слагаемых, или, точнее, каждая из пар слагаемых (признак с коэффициентом и квадрат этого признака с коэффициентом). Указанные пары слагаемых по разным признакам не являются связанными между собой. В результате оптимальные параметры модели также не являются связанными между собой. Это можно увидеть в таблице 2 на примере признаков общей кустистости, массы зерна с метелки и массы зерна с растения. Для того чтобы обойти подобную проблему, можно рекомендовать исключать при расчете модели те признаки, которые в меньшей степени коррелируют с урожайностью. В рассматриваемом случае это общая кустистость.

Среди образцов, изучавшихся 2 года (2012-2013 гг.), оптимальным параметрам в наибольшей степени соответствует образец Р-19 из Ульяновского НИИСХ (Россия). Средний показатель отклонения от оптимума составил у него 10,4% (таблица 4). Хорошие результаты показали Гибрид (к-14983) из Мексики (отклонение 11,4%), Сонпу из Германии (12,1%), Corrib (Шишлова 56) (13,0%), Шишлова 201 (13,3%), Шишлова 206 (13,4%) (все – Беларусь), Р-12 из Ульяновского НИИСХ, Россия (13,5%), Матра из Великобритании (14,2%), Амурский утес из России (14,4%), Lupus из Германии (14,6%).

С помощью модели формирования урожайности можно предварительно оценить предполагаемые комбинации скрещивания. Если

Таблица 4 – Характеристика коллекционных образцов овса с наивысшим рангом селекционной ценности (2012-2013 гг.)

Название образца	Запавет, стандарт			P-19			Гибрид (к-14983)			Conny		
	2012 г.	2013 г.	сред- нее	2012 г.	2013 г.	сред- нее	2012 г.	2013 г.	сред- нее	2012 г.	2013 г.	сред- нее
Ранг селекционной ценности	17	17	11	2	3	1	1	15	2	5	4	3
Средний % отклонения от оптиму	17,1	12,0	14,6	12,7	8,0	10,4	11,0	11,8	11,4	15,2	9,0	12,1
Урожайность, г/м ²	755	442	599	1037	535	786	1254	389	821	797	513	655
Оценка всходов, балл (1-9)	7,7	8,3	8,0	7,9	8,0	7,9	6,9	7,7	7,3	8,2	8,1	8,1
Поражение вирусом желтой карликовости ячменя, балл (1-9)	3,7		3,7	3,1		3,1	3,7		3,7	3,6		3,6
Поражение красно-бурой пятнистостью, балл (1-9)	3,3	3,7	3,5	3,7	4,6	4,1	3,3	6,3	4,8	3,4	4,6	4,0
Поражение корончатой ржавчиной, балл (1-9)	2,9	1,9	2,4	2,4	1,4	1,9	4,1	6,6	5,3	4,6	3,0	3,8
Оценка полегаия, балл (1-9)	3,3	1,7	2,5	2,3	1,0	1,7	3,3	1,0	2,1	3,9	1,7	2,8
Период всходы – выметывание, сут.	45	45	45	46	42	44	45	43	44	48	45	47
Период выметывание – спелость, сут.	41	41	41	41	43	42	40	41	41	39	42	40
Вегетационный период, сут	86	86	86	87	85	86	85	84	85	87	87	87
Высота растения, см	106	106	106	107	107	107	104	110	107	111	115	113
Кустиность общая, побегов	1,4	1,7	1,6	1,4	1,5	1,4	1,3	1,4	1,4	1,0	2,0	1,5

Кустистость продуктивная, побегов	1,3	1,5	1,4	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2	1,3	1,2	1,1	1,7	1,4
Длина метелки, см	16,3	16,5	16,4	19,9	16,7	18,3	17,0	16,8	16,9	18,1	19,2	18,6	
Количество зерен в метелке, шт.	37,8	42,7	40,2	41,1	44,2	42,6	43,3	47,8	45,6	31,7	51,2	41,5	
Масса зерна с метелки, г	1,33	1,37	1,35	1,53	1,41	1,47	1,83	1,38	1,60	1,18	1,70	1,44	
Масса зерна с растения, г	1,58	1,72	1,65	2,40	1,76	2,08	2,08	1,73	1,90	1,38	2,82	2,10	
Масса 1000 зерен, г	35,3	32,1	33,7	37,3	32,0	34,6	41,5	29,0	35,2	37,3	33,2	35,3	

допустить, что селекционно-значимые признаки, включенные в модель, имеют полигенную основу и при скрещиваниях наследуются промежуточно, то величина признака у гибрида будет соответствовать усредненному ее значению у родительских форм. Необходимо признать, что такой подход не всегда является корректным, он не учитывает доминантных, эпистатических, реципрокных эффектов, однако для предварительной оценки он вполне приемлем.

Сравнивая расчетные показатели у предполагаемого гибрида с оптимальными параметрами модели, можно рассчитать среднее отклонение от оптимума. Анализ ценности комбинаций скрещивания с использованием указанного подхода показал, что среди них нет ни одной, превосходящей образец Р-19 (таблица 5). Для оценки вероятности трансгрессий

Таблица 5 – Комбинации скрещивания коллекционных образцов овса, имеющие наибольшую предсказанную селекционную ценность

Предполагаемая комбинация скрещивания			Средний % отклонения от оптимума			Расстояние объединения между родительскими формами, Ч10 ⁻³	
Расчетный ранг ценности	Первая родительская форма	Вторая родительская форма	2012 г.	2013 г.	среднее 2012 - 2013 гг.	2012 г.	2013 г.
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Р-19	Р-19	12,72	8,05	10,38	0,00	0,00
2	Гибрид (к-14983)	Р-19	11,87	9,94	10,91	0,39	8,32
3	Р-19	Conny	13,97	8,51	11,24	1,15	0,57
4	Гибрид (к-14983)	Гибрид (к-14983)	11,02	11,84	11,43	0,00	0,00
5	Р-19	Corrib (Шишлова 56)	14,51	8,83	11,67	0,70	0,77
6	Гибрид (к-14983)	Conny	13,12	10,41	11,76	2,33	5,37
7	Р-19	Шишлова 201	13,56	10,13	11,84	1,57	2,09
8	Р-19	Шишлова 206	15,82	7,94	11,88	3,40	1,54
9	Р-19	Р-12	13,97	9,87	11,92	1,20	0,77
10	Conny	Conny	15,21	8,97	12,09	0,00	0,00
11	Гибрид (к-14983)	Corrib (Шишлова 56)	13,66	10,72	12,19	1,46	4,70

Окончание таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8
13	P-19	Matra	14,75	9,87	12,31	3,58	1,59
14	Гибрид (к-14983)	Шишлова 201	12,71	12,02	12,37	2,44	3,56
15	Гибрид (к-14983)	Шишлова 206	14,97	9,84	12,40	5,66	7,96
16	Гибрид (к-14983)	P-12	13,12	11,77	12,44	2,33	7,06
19	P-19	Tiflon 7245	16,12	8,85	12,48	8,66	2,16
21	P-19	Деснянский	14,68	10,41	12,54	2,11	7,61
25	P-19	Льговский 82	14,88	10,43	12,65	6,61	5,77
28	Гибрид (к-14983)	Амурский утес	14,67	10,80	12,74	4,00	8,77
34	Гибрид (к-14983)	Matra	13,91	11,77	12,84	5,87	5,97

при скрещивании целесообразно использовать степень сходства родительских форм по характеру сопряженности селекционно-значимых признаков. В качестве критерия степени сходства может служить расстояние объединения, рассчитываемое при кластерном анализе данных коллекционного изучения с использованием программы Statistica 6.1 (вкладка «Анализ»→«Многомерный разведочный анализ»→«Кластерный анализ»→«Иерархическая классификация»→«Метод одиночной связи; 1-г Пирсона»). На основе двух расчетных показателей (процента отклонения от оптимума и степени сходства родительских форм) можно выделить следующие комбинации скрещивания с потенциально высокой селекционной ценностью: Гибрид (к-14983) Ч P-19, Гибрид (к-14983) Ч Сонну, Гибрид (к-14983) Ч Шишлова 206, P-19 Ч Льговский 82 (таблица 5).

Выводы

1. Для количественной оценки селекционной ценности образцов целесообразно использовать критерий «средний процент отклонения признаков у образца от оптимальных параметров модели». Оптимальные параметры определяются через уравнение полиномиальной регрессии, рассчитываемое на основании селекционно-значимых признаков, существенно коррелирующих с урожайностью.

2. Если принять допущение о полигенном контроле селекционно-значимых признаков и промежуточном их наследовании при скрещи-

ваниях, можно использовать критерий «средний процент отклонения признаков от оптимума» для количественной оценки селекционной ценности предполагаемых гибридов. Для анализа в этом случае берется среднее значение признака у родительских форм предполагаемого гибрида.

3. Для учета возможности трансгрессий целесообразно при подборе пар для скрещиваний оценивать степень сходства родительских форм по характеру сопряженности селекционно-значимых признаков. В качестве критерия степени сходства может служить расстояние объединения, рассчитываемое при кластерном анализе данных.

4. На основании анализа данных двухлетнего изучения коллекции овса определена высокая селекционная ценность следующих образцов: Р-19 из Ульяновского НИИСХ (Россия), Гибрид (к-14983) из Мексики, Сонпу (Германия), Corrib (Шишлова 56), Шишлова 201, Шишлова 206 (все – Беларусь), Р-12 из Ульяновского НИИСХ (Россия), Матра (Великобритания), Амурский утес (Россия), Lurus (Германия).

5. Высокой потенциальной селекционной ценностью характеризуются комбинации скрещивания Гибрид (к-14983) × Р-19, Гибрид (к-14983) × Сонпу, Гибрид (к-14983) × Шишлова 206, Р-19 × Львовский 82.

Литература

1. Козлов, В.А. Использование генофонда картофеля ВИР в создании исходного материала, устойчивого к вирусным болезням, фитофторозу, с повышенным содержанием крахмала / В.А. Козлов [и др.] // К 80-летию мировой коллекции картофеля ВИР: труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2007. – Т. 163. – С. 60-66.
2. Волотович, А.А. Результаты и перспективы селекционной работы с пажитником голубым *Trigonella caerulea* L. в условиях белорусского Полесья / А.А. Волотович, Е.В. Стасевич, М.А. Лакишич // VI международная конференция молодых ученых и специалистов, ВНИИМК, 2011 г. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vniimk.ru/site/res/VI-konferencia/45-50.pdf>. – Дата доступа: 04.10.2011.
3. Алейников, А.Ф. Диаллельный анализ тритикале / А.Ф. Алейников, И.Г. Гребенникова, П.И. Степочкин // Математические модели и информационные технологии в сельскохозяйственной биологии: итоги и перспективы: материалы Всероссийской конф. (с международным участием), Санкт-Петербург, 14-15 октября 2010 г. – СПб.: АФИ, 2010. – С. 241-244.

4. *Мартынов, С.П.* Генеалогический анализ наследования транслокации T5В.7В в сортах мягкой пшеницы / С.П.Мартынов, Т.В.Добротворская, Е.Д.Бадаева // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – СПб.: ВИР, 2009. – Т. 166. – С. 414-420.
5. *Мартынов, С.П.* Технология анализа генетических ресурсов зерновых культур на основе системы GRIS4.0 / С.П. Мартынов, Т.В. Добротворская // Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке: состояние, проблемы, перспективы: доклады II Вавиловской международной конференции, Санкт-Петербург, 26-30 ноября 2007 г. – СПб: ВИР, 2009. – С. 93-105.
6. *Герасевич, В.А.* Современное программное обеспечение для статистической обработки биомедицинских исследований: краткий обзор литературы / В.А. Герасевич, А.Р. Аветисов // ВАК Беларуси, 2007 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.vak.org.by/index.php?go=Pages&in=view&id=54>. – Дата доступа: 04.10.2011.
7. *Белоусова, С.* Введение в программные системы и их разработку / С. Белоусова [и др.] // НОУ «ИНТУИТ», 2014 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.intuit.ru/studies/courses/3632/874/lecture/14309?page=4#sect8>. – Дата доступа: 15.05.2014.
8. *Тороп, Е.А.* Морфогенетические закономерности формирования продуктивности озимой ржи (*Secale cereale L.*): автореф. ... дис. д-ра биол. наук: 06.01.05 / Е.А. Тороп; ГНУ ВНИИСС. – Рамонь, 2011. – 46 с.
9. *Wilde, P.* Best linear unbiased prediction (BLUP) of breeding values / P. Wilde, Ch. Pietsch // EUCARPIA International Symposium on Rye Breeding and Genetics: Book of Abstracts, Minsk, Belarus, 29 June-2 July 2010 / SPCAF; editorial board: E.P.Urban [et al.]. – Zhodino, 2012. – P. 76.
10. *Кумаков, В.А.* Физиологическое обоснование моделей сортов пшеницы / В.А. Кумаков – Москва: Колос, 1985. – 270 с.
11. *Доспехов, Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Колос, 1973. – 336 с.

**SELECTION OF CROSSING PAIRS IN DEVELOPMENT OF NEW OAT
(AVENA SATIVA) FORMS VALUABLE FOR BREEDING USING
STATISTICA 6.1 PROGRAM**

U. Harelik

The method for planning of cross combinations is described. It is based on making square equation of polynomial regression of productivity using

data of accessions' field study. Such regression model includes the elements of productivity structure and economically significant traits which are closely correlated with productivity. The average percent of the difference between actual values of the traits of accession (or planned cross combination) and optimal values according to the model is used as a criterion for prediction of breeding value. "Aggregation distance" is used as an additional criterion for consideration of transgressions probability. It characterizes degree of similarity of parental forms, which is based on complementarity of breeding-valuable traits. Oat collection data analysis revealed accessions and hypothetical cross combinations which were perspective for breeding of highly productive varieties.

УДК 633.112.9«321»:631[526.32+527]

НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОГО ТРИТИКАЛЕ НОРМАНН – РЕЗУЛЬТАТ МЕЖДУНАРОДНОЙ КООПЕРАЦИИ СЕЛЕКЦИОНЕРОВ

С.Е. Скатова¹, А.М. Тысленко², кандидаты с.-х. наук,
С.И. Гриб³, доктор с.-х. наук

¹Владимирский НИИСХ Россельхозакадемии,

²Всероссийский НИИ органических удобрений
и торфа Россельхозакадемии,

³Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию

(Поступила 20.10.2014 г.)

Аннотация. В статье отражены процесс создания сорта ярового тритикале Норманн на основе Международной кооперации селекционеров, результаты испытания, морфологическая характеристика и его биологические особенности.

Введение. Тритикале, занимая определенную нишу в структуре посевных площадей, увеличивает биоразнообразие и обеспечивает не только увеличение сборов зерна, но и рост производства животноводческой продукции. В Нечерноземной зоне России яровое тритикале, как показывает накопленный нами опыт, дает более стабильные и высокие урожаи по сравнению с яровой пшеницей, ячменем и овсом благодаря своей стрессоустойчивости, способности произрастать в менее благоприятных почвенных условиях. Внедрение ярового тритикале