

## ГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПРИЗНАКОВ У ИНБРЕДНЫХ ЛИНИЙ ОЗИМОЙ РЖИ В ДИАЛЛЕЛЬНЫХ СКРЕЩИВАНИЯХ

**А.А. ГОНЧАРЕНКО**, академик РАСХН

**С.В. КРАХМАЛЕВ**

ГНУ Московский НИИ сельского хозяйства «Немчиновка»

e-mail: goncharenko05@mail.ru

*Проведен генетический анализ 17 количественных признаков у 5 инбредных линий озимой ржи в системе диаллельных скрещиваний. В наследственную вариацию признаков достоверный вклад вносили как общая (ОКС), так и специфическая (СКС) комбинационные способности. В зависимости от долевого вклада этих компонентов выделены 2 группы признаков: 1) низконаследуемые, у которых доля вариации ОКС ниже вариации СКС (урожайность, число продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>, число зерен в колосе, высота растений и содержание крахмала) и 2) высоконаследуемые, у которых вклад эффектов ОКС превышает вклад эффектов СКС (зимостойкость, масса 1000 зерен, натура зерна, число падения, высота амилограммы, вязкость водного экстракта, температура клейстеризации крахмала, формоустойчивость теста, объем формового хлеба, содержание белка в зерне, поражение снежной плесенью и бурой ржавчиной). Обсуждаются параметры генетической детерминации признаков из различных групп и методы их селекционного улучшения.*

**Ключевые слова:** озимая рожь, инбредные линии, диаллельный анализ, признаки.

Одним из приоритетных направлений в селекции озимой ржи является использование эффекта гетерозиса и получение гибридов F1 на основе ЦМС [1]. Созданные в Германии гибриды ржи в настоящее время занимают около 70% от всех посевов под культурой и существенно потеснили популяционные сорта в большинстве стран центральной Европы, возделывающих рожь. По сообщению Н.Н.Geiger and Т.Miedaner [2] за период с 1982 по 2005 гг среднегодовая прибавка урожая за счет селекции гибридных сортов составила 51 кг, а за счет популяционных – 30 кг. К тому же превосходство гибридов над сортами-популяциями проявляется не только по урожайности, но и по более короткой длине стебля, лучшей устойчивости к полеганию, качеству зерна и другим признакам [3].

Для эффективной стратегии селекции гибридной ржи очень важно определить, какие виды генных взаимодействий участвуют в обеспечении наследственного полиморфизма

селектируемых признаков, каков характер их экспрессии, в какой коррелятивной связи они находятся друг с другом, какова доля вклада конкретных генетических эффектов (аддитивных, доминантных и различного рода эпистатических) и в какой степени эти эффекты модифицируются факторами внешней среды. Одним из методов, используемых для изучения вышеперечисленных вопросов, является диаллельный анализ, позволяющий разложить генотипическую вариацию признака на отдельные компоненты - общую (ОКС) и специфическую (СКС) комбинационную способность - и определить вклад конкретных генетических взаимодействий в систему наследования признака.

Практически все селектируемые признаки у ржи являются полигенными по своей природе, а их фенотипическое проявление есть сумма эффектов аллельного и неаллельного взаимодействия многих генов, корректируемых в значительной степени условиями

внешней среды. Эффект гетерозиса и генетический анализ по ним в системе диаллельных скрещиваний инбредных линий ржи изучен весьма слабо. Имеются данные, что варианса ОКС по большинству признаков значительно выше, чем варианса СКС. Н.Н. Geiger [4] приводит сводку долевого участия вариансы СКС по ряду культур, из которой следует, что для урожайности ржи она составляет 21% , что в 2-2,5 раза ниже, чем у кукурузы и сахарной свеклы. Поэтому оценка линий озимой ржи по ОКС считается более важной, чем по СКС, а на практике эффекты СКС принимают в расчет только на заключительном этапе оценки экспериментальных гибридов [2].

Замечено [5], что фенотипическое выражение многих признаков у инбредных линий *per se* может служить основанием для прогнозирования уровня их ОКС. Поэтому самоопыленные линии предлагается интенсивно селективировать на высокую собственную продуктивность и неоднократно тестировать на ОКС [1]. Однако достоверная корреляция между продуктивностью инбредных линий и продуктивностью их гибридов проявляется не по всем признакам. Причиной тому являются различия в степени их наследуемости. Именно высоко наследуемые признаки дают заметный генетический сдвиг при непрямом отборе линий в процессе селекции [6]. Если в генетическом контроле признака преобладают эффекты доминирования, то отбор должен проводиться не по продуктивности линий *per se*, а по продуктивности межлинейных гибридов  $F_1$  [7].

У исследователей пока нет полной ясности относительно механизма генетической детерминации признака урожайности и связанных с ней структурных компонентов. То же самое можно сказать и в отношении признаков качества зерна ржи. Весьма неоднозначными являются выводы о структуре наследственной вариансы селективируемых признаков и доли вклада конкретных генетических эффек-

тов: аддитивных, доминирования, эпистаза. Н.Н. Geiger [5] определил, что для большинства признаков озимой ржи аддитивная варианса гораздо больше, чем все другие компоненты генетической вариансы, вместе взятые. Считается, что даже по урожаю зерна неаддитивные эффекты дают меньший вклад в генетическую вариансу, чем аддитивные, хотя у отдельных гибридов от скрещивания линий с высокой ОКС эффект доминирования может быть значительным. Некоторые линии могут различаться по адаптивности к условиям возделывания и оказывать существенное влияние на вариансу взаимодействия генотип-среда. На преобладающий вклад аддитивной вариансы указывают и другие исследователи [6, 8, 9].

Значительная часть неаддитивной дисперсии у ржи приходится на эпистатическое взаимодействие генов [10]. В зависимости от генотипа и внешних условий эта компонента генотипической вариансы может достоверно увеличивать или уменьшать величину признака. В последнем случае селекционер вынужден искать пути к минимизации негативных последствий неаллельного взаимодействия, с тем чтобы максимально использовать эффекты СКС [11].

Целью наших исследований было изучение комбинационной способности инбредных линий озимой ржи в системе диаллельных скрещиваний и сравнительная оценка основных видов генных взаимодействий, влияющих на величину селекционно важных признаков.

#### **Методика**

Исходным материалом послужили 5 инбредных линий озимой ржи (Н-649, Н-1078, Н-1179, Н-451, Н-842) и 10 межлинейных гибридов  $F_1$ , полученных по неполной диаллельной схеме (метод II по Гриффину). Исследуемые линии последовательно прошли многократный инцухт ( $S_{14}$ - $S_{16}$ ) и были глубоко гомозиготными. Скрещивание линий проводили в 2010 г в изоляционных домиках площадью 25 м<sup>2</sup>, где ЦМС-аналоги вышеперечис-

ленных линий высевались рядом с фертильными формами для переопыления. Сравнение 5 родительских линий и 10 гибридов F<sub>1</sub> проводили в полевом опыте, заложенном по схеме латинского прямоугольника (6х3х3) на 8-рядковых деланках площадью 8,8 м<sup>2</sup> в трех повторениях при норме высева 500 зерен на 1 м<sup>2</sup>. В качестве стандарта использовали популяционный сорт Валдай. Полевое испытание проводили в разные по погодным условиям годы. В июне и июле 2011 года преобладала жаркая и сухая погода, которая ускорила прохождение фаз колошения, цветения и налива зерна, посеы не полегли, уборка наступила на 10 дней раньше многолетнего срока. В 2012 году посеы перезимовали хорошо, густота стеблестоя сформировалась высокой, но обильные осадки в июне (150% от многолетней нормы) привели к раннему (в фазе цветения) полеганию посеов, что неблагоприятно отразилось на урожайности и качестве зерна.

По каждой деланке учитывали признаки: урожайность (т/га), зимостойкость, количество продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>, количество зерен в колосе, высота растений, масса 1000 зерен, натура зерна, число падения, высота амилограммы, вязкость водного экстракта, температура клейстеризации крахмала, формоустойчивость теста (Н/D), объем формового хлеба, содержание белка и крахмала в зерне, устойчивость к поражению снежной плесенью и бурой ржавчиной. Общую и специфическую комбинационную способность линий определяли по В.Griffing (12), а генетический анализ диаллельного комплекса – по В.I.Наuman (13). Для статистической обработки данных использовали компьютерную программу Agros (2.13).

### **Результаты**

Статистическая обработка исходных данных выявила достоверные различия между родительскими линиями и гибридами F<sub>1</sub> по всем анализируемым признакам. Дисперсион-

ный анализ комбинационной способности показал, что в наследственную вариацию признаков достоверный вклад вносили как общая (ОКС), так и специфическая (СКС) комбинационная способность. Однако доля вклада этих компонентов сильно варьировала в зависимости от признака.

Взяв за основу относительный вклад ОКС и СКС в генотипическую вариацию, мы разделили все изученные признаки на **две группы**. В первую группу отнесли 5 признаков с низкой ( $h^2=0,10-0,22$ ) наследуемостью (урожайность, число продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup>, число зерен в колосе, высота растений и содержание крахмала), у которых вклад эффектов ОКС был ниже эффектов СКС и в среднем за годы исследований варьировал на уровне 7,0-36,4%. Вторую группу составили 12 признаков с относительно высокой ( $h^2=0,28-0,62$ ) наследуемостью, у которых аддитивная компонента дисперсии превышала компоненту доминирования и варьировала на уровне 50,3-82,0%. Таковыми оказались: зимостойкость, масса 1000 зерен, натура зерна, число падения, высота амилограммы, вязкость водного экстракта, температура клейстеризации крахмала, формоустойчивость подового хлеба, объем формового хлеба, содержание белка в зерне, поражение снежной плесенью и бурой ржавчиной (табл. 1).

Таблица 1. - Группы признаков по величине вклада ОКС и СКС в их генотипическую вариацию (в числителе – доля вариации ОКС, в знаменателе – СКС, %)

Признаки	2011 год	2012 год	Среднее
	1-я группа (ОКС < СКС)		
Урожайность	4,4/94,5	9,5/87,9	7,0/91,2
Число продуктив. стеблей на 1 м <sup>2</sup>	43,9/56,1	20,6/68,4	32,3/62,3
Число зерен в колосе	43,0/50,4	29,8/63,1	36,4/56,8
Высота растений	20,1/79,3	23,8/74,9	22,0/77,1
Содержание крахмала	41,1/56,0	17,3/79,8	29,2/67,9
2-я группа (ОКС > СКС)			
Зимостойкость	73,5/25,6	82,1/8,6	77,8/17,1
Масса 1000 зерен	54,8/43,1	66,7/31,1	60,8/37,1
Вязкость водного экстракта	66,5/33,1	82,2/15,1	74,4/24,1
Число падения	45,5/54,4	69,3/29,6	57,4/42,0
Высота амилограммы	77,1/22,9	86,9/12,2	82,0/17,6
Температура клейст. крахмала	53,4/38,7	85,1/9,7	69,3/24,2
Натура зерна	47,2/52,6	53,4/42,8	50,3/47,7
Формоустойчивость теста	29,4/58,8	83,2/16,6	56,3/37,7
Объемный выход хлеба	74,4/23,2	60,8/37,4	67,6/30,3
Содержание белка	55,7/42,4	58,6/37,9	57,2/40,2
Устойчивость к снежной плесени	82,5/15,2	48,4/47,3	65,5/31,3
Устойчивость к бурой ржавчине	67,8/20,6	74,2/18,0	71,0/19,3

О селекционной ценности родительских форм можно судить по уровню их ОКС. В наших опытах изучаемые линии имели как положительные, так и отрицательные оценки эффектов ОКС (табл. 2). Относительно высокие оценки ОКС по урожайности и некоторым другим признакам показали линии Н-649, Н-1179, Н-451. В селекционных программах они могут служить ценными компонентами для синтеза высокоурожайных гибридов с высоким качеством зерна. Дифференциация между линиями позволяет заключить, что каждая из них содержит свой специфический комплекс

генов, по-разному влияющих на уровень комбинационной способности. Большой контраст между инбредными линиями и гибридами F<sub>1</sub> по урожайности дополнительно подтверждает, что генетическая дисперсия этого признака большей частью обусловлена внутрилокусным доминированием и неаллельным взаимодействием генов.

Таблица 2. - Эффекты ОКС( $g_i$ ) инбредных линий озимой ржи (среднее за 2011-2012 гг.)

Линии	1-я группа (ОКС < СКС)									
	Урожайность		Число стеблей на 1 м <sup>2</sup>		Число зерен в колосе		Высота растений		Содержание крахмала	
	ц/га	$g_i$	шт.	$g_i$	шт.	$g_i$	см	$g_i$	%	$g_i$
Н-649	22,9	4,6	287	-33,0	30,3	0,3	91,7	-0,88	56,7	0,28
Н-1078	21,0	-0,8	362	13,4	35,4	-0,6	89,0	-4,30	57,2	0,15
Н-1179	34,5	2,1	443	38,5	29,9	-3,4	117,5	6,50	55,5	-0,67
Н-451	28,7	-1,9	399	-31,6	37,6	2,3	90,7	-0,65	57,4	0,59
Н-842	28,9	-4,0	512	12,8	34,2	1,4	94,2	-0,72	56,4	-0,35
	r=0,10-0,55		r=0,73-0,79		r=0,74-0,78		r=0,91-0,98*		r=0,89-0,95*	
Линии	2-я группа (ОКС > СКС)									
	Зимостойкость		Масса 1000 зерен		Вязкость вод. экстракта		Число падения		Высота амилограммы	
	%	$g_i$	г	$g_i$	сП	$g_i$	с	$g_i$	ЕА	$g_i$
Н-649	90,6	0,9	26,6	2,4	8,0	1,19	103	-24,4	169	5,2
Н-1078	77,9	-3,4	16,8	-1,8	5,5	-0,18	174	-12,5	132	-83,3
Н-1179	94,8	4,6	26,2	1,7	7,1	0,82	235	9,1	224	-9,2
Н-451	73,5	-5,4	19,2	-0,3	3,4	-1,03	313	41,8	594	137,1
Н-842	94,3	3,4	16,8	-2,0	3,9	-0,86	161	-14,1	114	-49,8
	r=0,95-0,98*		r=0,96-0,99*		r=0,98-0,99*		r=0,95-0,99*		r=0,91-0,98*	

\*достоверно на 5% уровне значимости

Важным критерием является величина коэффициента корреляции ( $r$ ) между величиной признака у гомозиготных линий *per se* и эффектами ОКС. В наших опытах он был высоко достоверным по всем изученным признакам, кроме урожайности, числа продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> и числа зерен в колосе (табл.2). Это создает трудности для селекции, так как по этим признакам невозможно раннее прогнозирование ОКС инбредных линий и требуется интенсивное тестирование полученных на их основе гибридов F<sub>1</sub>. Причина здесь в том, что корреляция между собственной продуктивностью линий и их преимуществом в скрещиваниях зависит от того, какая часть дисперсии обусловлена аддитивными генами [14]. В наших опытах доля вклада ОКС в вариансу признака урожайности оказалась низкой – в среднем 7,0%. Следовательно, вероятность получения высокогетерозисных гибридов на базе лучших по урожайности линий будет небольшой. В этом отношении рожь сходна с кукурузой, у которой продуктивность линий *per se* также не является надежным показателем их ОКС [15]. Однако пренебрегать высокой урожайностью инбред-

ных линий не следует, так как она более важна в плане их семеноводства, чем в качестве косвенного критерия для отбора.

Анализ параметров генетической изменчивости показывает (табл. 3), что потенциал признаков продуктивности и качества зерна у ржи зависит от эффектов трех типов генных взаимодействий: 1) аддитивного (когда эффекты суммируются по многим локусам), 2) доминирования (внутрилокусное взаимодействие генов) и 3) эпистаза (неаллельное взаимодействие генов). Однако их долевым вкладом в дисперсию признаков сильно варьировал по годам и определялся тесным взаимодействием испытываемых генотипов с лимитирующими экологическими факторами (осадки, полегающие), которые изменяли спектр эффективных генов, детерминирующих среднюю величину и генотипическую дисперсию признаков.

Таблица 3. - Сравнительная оценка параметров генетической изменчивости признаков с различными отношением ОКС: СКС

Признаки	Отношение ОКС: СКС	Генетические параметры				
		D	H <sub>1</sub>	√H <sub>1</sub> /D	H <sub>2</sub> /4H <sub>1</sub>	h <sup>2</sup>
2011 год						
Урожайность	0,1	9,3	2268*	15,6	0,247	0,10
Число прод. стеб. на 1 м <sup>2</sup>	0,5	4492*	67274*	3,9	0,217	0,18
Число зерен в колосе	0,6	22,7	148,9*	2,6	0,212	0,22
Содержание крахмала	0,4	1,9*	23,2*	3,5	0,241	0,10
Высота растений	0,3	206*	1092*	2,3	0,240	0,10
Высота амилограммы	4,7	48615*	86184*	1,3	0,198	0,62
Зимостойкость	4,5	281,9*	321,9*	1,1	0,210	0,49
Вязкость водного экстр.	3,1	4,9*	13,2*	1,6	0,240	0,49
Масса 1000 зерен	1,6	12,2*	46,9*	2,0	0,243	0,54
Число падения	1,4	5478*	12957*	1,5	0,207	0,29
2012 год						
Урожайность	0,1	41,7	1331*	5,6	0,238	0,10
Число прод. стеб. на 1 м <sup>2</sup>	0,5	13887*	44926*	1,8	0,178	0,04
Число зерен в колосе	0,6	15,3	246,7*	4,0	0,233	0,05
Содержание крахмала	0,4	2,1*	9,5*	2,1	0,245	0,22
Высота растений	0,3	104*	899*	2,9	0,240	0,10
Высота амилограммы	4,7	28052*	14855*	0,7	0,178	0,61
Зимостойкость	4,5	17,9*	7,0	0,6	0,190	0,69
Вязкость водного экстр.	3,1	2,7*	1,8	0,8	0,250	0,54
Масса 1000 зерен	1,6	36,1*	43,4*	1,1	0,206	0,31
Число падения	1,4	7282*	7996*	1,1	0,213	0,37

\*- достоверно на 5% уровне значимости

Отмеченное выше разделение изученных признаков на группы позволяет дифференцированно подойти к оценке их генетических систем и обоснованию методов их селекционного улучшения.

Отличительным свойством признаков первой группы является сильная депрессия при инцухте, низкий вклад аддитивных эффектов генов в наследуемость, сравнительно высокий (за исключением крахмала) гипотетический гетерозис при межлинейных скрещиваниях (34,4- 174,6%) и точка пересечения линией регрессии оси W<sub>T</sub>, которая лежит ниже начала координат (рис. 1). Экспрессия признаков этой группы сильно зависит от эффектов доминирования в локусах и от взаимодействия эпистатических генов. Достоверный эффект эпистаза проявился в оба года исследований по урожайности, высоте растений, числу зерен в колосе и содержанию крахмала. Надо полагать, он существенно влиял на компоненту доминирования, увеличивая потенци-

ал неаддитивной генетической дисперсии, отражением которой явилась высокая вариация по СКС.

По двум признакам этой группы (урожайность и высота растений) система генетического контроля признаков была относительно стабильной, коэффициенты корреляции *r* между суммой  $Wr+Vr$  и средней величиной признака у родителей  $Xp$  имели стабильно отрицательный по годам знак, что указывает на высокую экспрессию этих признаков под контролем доминантных генов. Однако по числу продуктивных стеблей на 1 м<sup>2</sup> и числу зерен в колосе коэффициенты *r* за 2011 г были недостоверными, что говорит о нестабильности генетической системы, вызванной влиянием погодных условий. Аналогичная особенность отмечена и по содержанию крахмала в 2012 г. Она проявилась в сильном взаимодействии генотип–среда, когда доминантные гены проявили различную экспрессивность по причине различной устойчивости линий к полеганию.

Поэтому селекционную оценку инбредных линий по этим двум признакам целесообразно

проводить через испытание в различных экологических условиях.

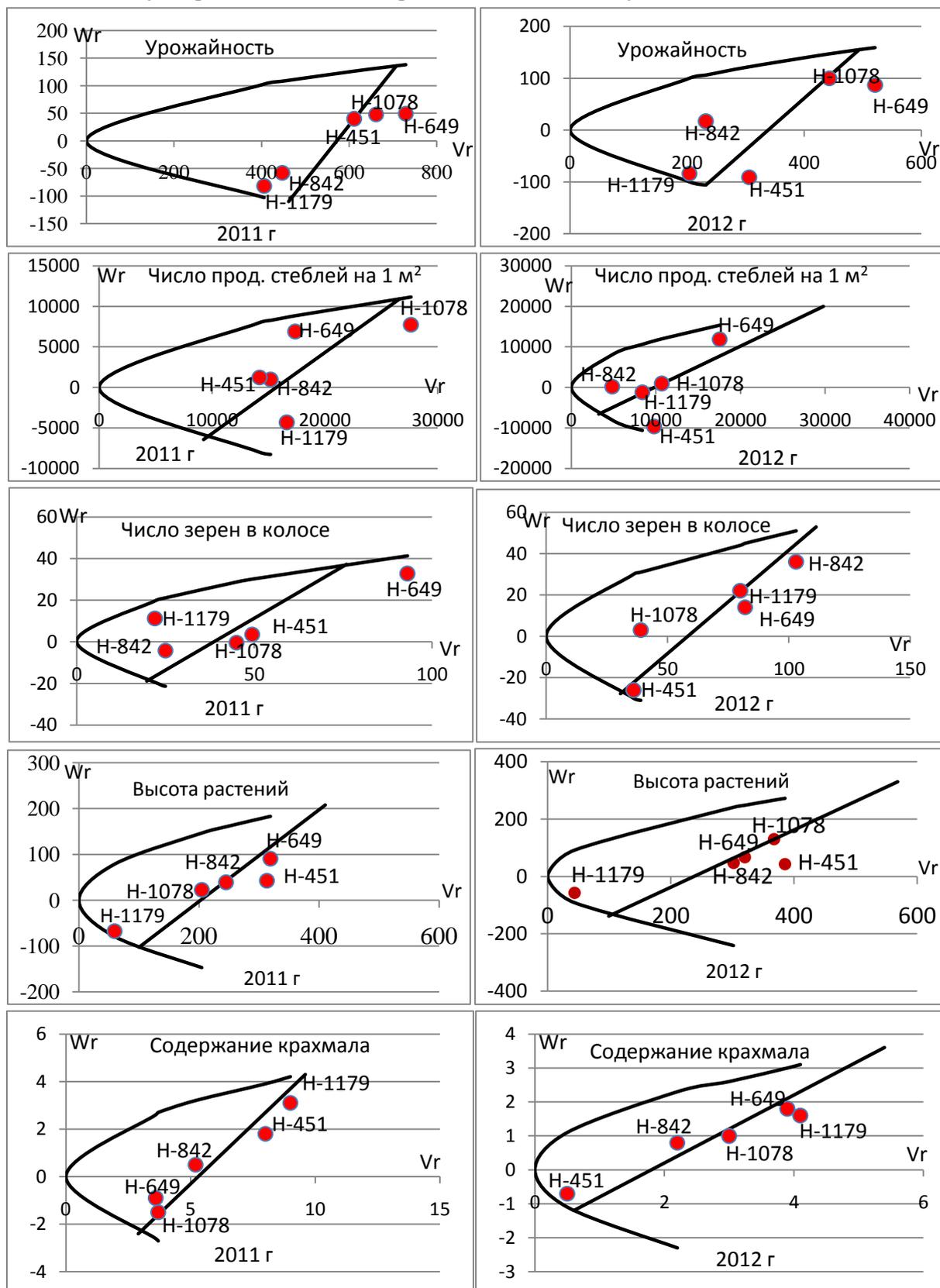


Рис. 1. Графики регрессии  $Wr/Vr$  по признакам, у которых вариация ОКС не превышает вариацию СКС (1-я группа)

Вторая группа признаков оказалась более многочисленной, чем первая. Это вполне соответствует заключению Н.Н. Geiger (5) о том, что для большинства признаков озимой ржи аддитивная вариация гораздо больше, чем все другие компоненты генетической вариации, вместе взятые. Характерной особенностью признаков этой группы является сравнительно высокий вклад аддитивных генетических эффектов в наследуемость признака, слабая инбредная депрессия при инцукте и относительно низкий (за исключением числа падения, высоты амилограммы и вязкости водного экстракта) гипотетический гетерозис при межлинейных скрещиваниях. Ни по одному из этих признаков стабильных эффектов эпистаза не выявлено. Преобладающую роль в их детерминации играют аддитивные эффекты генов, причем доминантные гены положительно увеличивали практически все признаки качества зерна, кроме содержания белка (рис.2).

По шести признакам этой группы (зимостойкость, масса 1000 зерен, натура зерна, число падения, вязкость водного экстракта, содержание белка) погодные условия в годы исследований мало влияли на систему генетического контроля, она оказалась относительно стабильной, так как коэффициенты корреляции  $r$  между суммой  $Wr+Vr$  и  $Xp$  были достоверными и имели стабильный по годам знак, т.е. направленность доминирования не изменилась. Однако по шести другим признакам (высота амилограммы, температура клейстеризации крахмала, отношение Н/D, объем формового хлеба, а также поражение снежной плесенью и бурой ржавчиной) выявлено сильное генотип-средовое взаимодействие. На экологическую неустойчивость генетических систем этих признаков указывают коэффициенты  $r$  между  $Xp$  и  $Wr+Vr$ , которые в отдельные годы были недостоверными, а также генетические параметры и точки расположения линий на графике Хеймана, которые по годам значительно различались. Это свидетельству-

ет о лабильности их генетических систем под влиянием лимитирующих факторов среды. Можно полагать, что генетическая информация по этим признакам реализуется в таком взаимодействии со средой, при котором обе причины, их определяющие, становятся трудноотделимы друг от друга. В силу этого экспрессия указанных признаков в разные годы может определяться как доминантными, так и рецессивными генами, что усложняет работу по их селекционному улучшению.

Исходя из вышеизложенного мы приходим к заключению, что для эффективного улучшения признаков первой группы (низконаследуемых) необходимо максимально задействовать методы гетерозисной селекции, отдавая приоритет отбору гибридов с высокой СКС по урожайности и низкой СКС по высоте растений. Селекционное улучшение инбредных линий по признакам второй группы (высоконаследуемых) целесообразно проводить по принципу кумулятивного накопления в них ценных генов методом рекуррентного отбора. Особенно важно придерживаться этого принципа при селекции инбредных линий на зимостойкость, так как гипотетический гетерозис по этому признаку в межлинейных скрещиваниях проявляется слабо. Стратегия селекции по признакам, склонных к переопределению своей генетической формулы под влиянием средовых факторов, должна базироваться на раннем прогнозировании ОКС инбредных линий по степени фенотипической выраженности у них этих признаков.

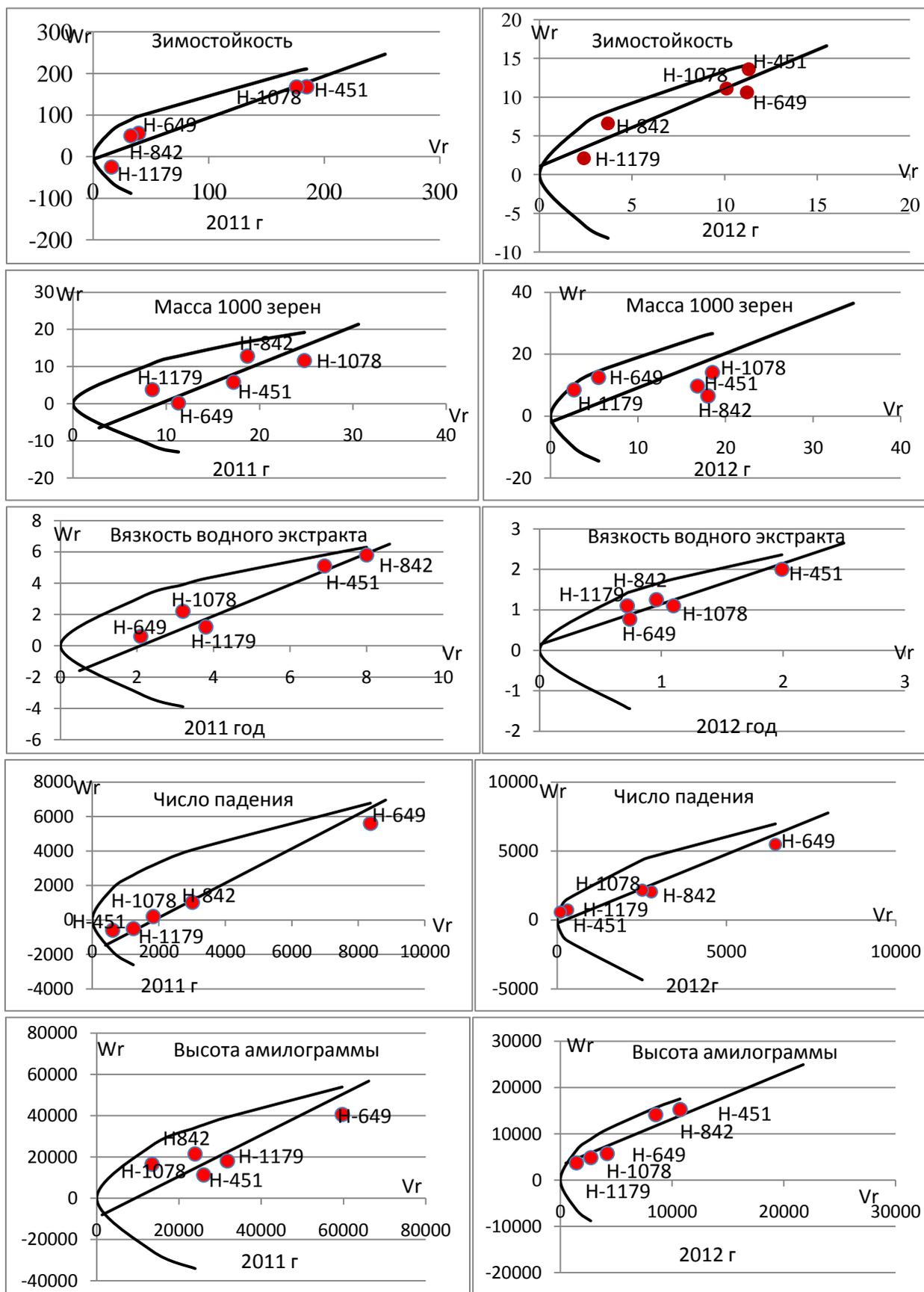


Рис. 2. Графики регрессии  $W_r/V_r$  по признакам, у которых вариация ОКС превышает вариацию СКС (2-я группа)

### Литература

1. Geiger H.H. Hybrid breeding in rye//Proceedings of the EUCARPIA Rye Meeting, 1985. Svalov. Sweden, 237-265.
2. Geiger H.H., Miedaner T. Rye Breeding //In Handbook Cereals. By Editor Marcelo J.Carena, Springer Science + Business Media. LLC, 2009, 157-182.
3. Karpenstein-Machan M. and Maschka R. Progress in rye breeding // Vortr. Pflanzenzuchtung, 1996, № 35, 7-13.
4. Geiger H.H. Wege, Fortschritte und Aussichten der Hybridzuchtung //Pflanzenproduktion in Wandel.VCH Verlagsges., Weinheim, 1990, 41-72.
5. Geiger H.H. Breeding methods in diploid rye (*Secale cereale* L.)//Tag.-Ber.Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin, 1982, 198, 305-332.
6. Wilde P., Menzel J., Schmiedchen B. Estimation of general and specific combining ability variances and their implications on hybrid rye breeding //Plant Breeding and Seed Science. 2003, 47 (1/2), 89-98.
7. Geiger H.H. Zuchtung //In W.Seibel und W.Steller: Roggen - Anbau, Verarbeitung, Markt. 1988, Behr's Verlag, Hamburg, S. 25-43.
8. Kolasinska I., Wegrzyn S. Combining ability for selected characters in winter rye // Proceeding of the EUCARPIA Rye Meeting, Juli 4-7, 2001, Radzikow, Poland, 91-96.
9. Smialowski T., Wegrzyn S. The genetic and statistical analysis of the heritability of important traits in winter rye (*Secale cereale* L.)//Biuletyn IHAR, 2003, 230, 205-214.
10. Smialowski T., Wegrzyn S. The influence of environments on the epistatic effects of genes controlling some traits in winter rye // Proceeding of the EUCARPIA Rye Meeting, Juli 4-7, 2001, Radzikow, Poland, 105-117.
11. Geiger H.H. Epistasis and heterosis // In: B.S. Weir (Ed.). Proceeding of Second International International Conference on Quantitative Genetics. 31 May - 5 June 1987. Raleigh. NC.Sinauer Assoc. Inc.. Sunderland. MA. USA. 1987, 395-399.
12. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems //Austral. J. Biol. Sci, 1956, v.9, 463-493.
13. Hayman B.I. The theory and analysis of diallel crosses. //Genetics, 1954, 39, 789-809.
14. Фолкнер Д.С. Введение в генетику количественных признаков // М.: Агропромиздат, 1985, 485 с.
15. Gama E.E.G., Hallauer A.R. Relation between inbred and hybrid traits in maize //Crop Sci., 1977, 17, 703-706.

### GENETIC ANALYSIS OF QUANTITATIVE ATTRIBUTES AT INBRED LINES OF A WINTER RYE IN DIALLEL CROSSINGS.

**A.A. Goncharenko, S.V. Krahmalev**

GNU Moscow NII

of Agriculture "Nemchinovka"

*The genetic analysis of 17 quantitative attributes at 5 inbred lines of a winter rye in system of diallel crossings is lead. In hereditary variance attributes the authentic contribution brought both (GCA) and specific (SCA) combinational abilities. Depending on the share contribution of these components 2 groups of attributes are secreted: 1) low heritable, at which share of variance GCA below of variance SCA (productivity, number of productive stalks on 1 m<sup>2</sup>, number of grains in an ear, height of plants and the content of starch) and 2) high heritable, at which the contribution of effects of GCA exceeds the contribution of effects SCA (winter hardiness, mass of 1000 grains, a grain unit, number of falling, peak viscosity, viscosity of a water extract, pasting temperature of starch, fluidity of dough, volume of a squar loaf, the content of protein in grain, defeat by a snow mould and a brown rust). Parameters of genetic determination of attributes from various groups and methods of their selection improvement are discussed.*

**Key words:** a winter rye, inbred lines, the diallel analysis, quantitative attributes.