

**КОНЦЕПЦИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ДЕТЕРМИНАНТ МАССЫ
1000 ЗЕРЕН МЯГКОЙ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ**

М. Е. Мухордова, кандидат сельскохозяйственных наук
Сибирский НИИ сельского хозяйства
E-mail: sibniish@bk.ru

Ключевые слова: диаллельные гибриды, изменчивость, наследуемость, комбинационная способность, масса 1000 зерен, мягкая озимая пшеница

Реферат. На основе диаллельных скрещиваний изучалась изменчивость и концепция генетических параметров в детерминации массы 1000 зерен у гибридов F_1 мягкой озимой пшеницы. Целью данной работы является изучение изменчивости крупности зерна мягкой озимой пшеницы и выявление системы генетического контроля этого показателя. Объектом исследования являлись 5 сортов и 1 линия мягкой озимой пшеницы: Жемчужина Поволжья, Юбилейная 180, Фантазия × (Донская остистая × Мутант 114). В полевых условиях 2013–2014 гг. на базе СибНИИСХ (г. Омск) был заложен опыт. Результаты исследований показали, что масса 1000 зерен диаллельных гибридов находится под контролем генотипа, условий года и взаимодействия этих факторов. Установлено, что у этого показателя изменчивость в большей мере находится под контролем условий среды. В генетическом контроле признака выявлено внутрилукусное сверхдоминирование и комплементарный эпистаз. В связи с этим отбор крупнозерных форм в расщепляющихся популяциях гибридов можно начинать уже в F_2 , но, учитывая наличие сверхдоминирования, он должен быть менее жестким до перехода большинства генотипов в гомозиготное состояние ($F_4 - F_6$). В качестве доноров для селекции по увеличению крупности зерна предлагаются сорта Юбилейная 180 и Жемчужина Поволжья (в засушливый период).

Озимая пшеница является одной из древнейших и наиболее распространенных продовольственных культур на земном шаре.

Озимая пшеница, как правило, более урожайна, чем яровая пшеница и озимая рожь, однако только в том случае, если она не повреждается зимой или не гибнет при неблагоприятных условиях зимовки. Она использует для своего роста, развития и формирования урожая два наиболее благоприятных периода – осень и весну. Поэтому озимая пшеница обладает большими потенциальными возможностями, чем яровые хлеба.

Продуктивность растений озимой пшеницы определяется крупностью зерна, озерненностью колоса и числом продуктивных стеблей. Сочетание этих признаков определяет урожай каждой конкретной комбинации озимой пшеницы. Отсюда понятна необходимость изучения наследования массы 1000 зерен и генетического контроля данного признака. Признак контролируется сложной генетической системой. Понимание концепции генетических детерминант массы 1000 зерен мягкой озимой пшеницы крайне важно для селекционеров и генетиков, занимающихся соз-

данием новых сортов и линий. В зависимости от характера действия и взаимодействия генов, контролирующих развитие признака, определяется и методика отбора по этому признаку в процессе выведения новых форм. Эффективность различных селекционных программ во многом зависит от правильного подбора родительских пар, особенно на первых этапах селекции.

Для условий Западной Сибири, по современным представлениям, высокоурожайные сорта озимой пшеницы должны иметь высокую массу 1000 зерен. Как свидетельствует практика, степень фенотипического проявления данного признака определяется генотипом в сочетании с внешними условиями в период формирования и налива зерна. Уменьшению крупности зерна способствуют засушливые условия на конечных этапах онтогенеза растений. Чем продолжительней период зернообразования, тем полновеснее зерно и тем выше его способность к прорастанию [1–6].

Цель данной работы – изучить изменчивость массы 1000 зерен мягкой озимой пшеницы и выявить системы генетического контроля в детерминации этого показателя.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследований – 5 сортов и 1 линия отечественной и зарубежной селекции (Жемчужина Поволжья, Юбилейная 180, Фантазия × (Донская остистая × Мутант 114) (далее – Фантазия), Сплав, Минская, Заларинка), различающихся между собой по ряду хозяйственно-ценных признаков, а также 30 диаллельных гибридов F_1 .

В 2013–2014 гг. в полевых условиях закладывали опыты. Высевали сорта и гибриды F_1 . Площадь питания растений (10×20) см². Повторность опыта трехкратная. Предшественник – кулисный пар.

Экспериментальный материал обрабатывали методом дисперсионного анализа по Б.А. Доспехову [7], проведен генетический анализ по Акселю и Джонсу [8] в модификации Р.А. Цильке, Л.П. Присяжной [9].

Генетику полевой всхожести семян озимой пшеницы изучали путем анализа графиков Хеймана [10] (зависимость W_r от V_r – коварианса и варiances) и генетических параметров: P_3 – $(W_r + V_r; X_p)$ – коэффициент корреляции между суммой $W_r + V_r$ и средним значением признака у родителей (мера направленности доминирования); P_6 – $\sqrt{H_1 / D}$ – мера средней степени доминирования внутри локусов в популяции; P_9 – $\frac{1}{4} H_2 / H_1$ – измеряет среднее значение частот плюсов и минус-аллелей по всем локусам; P_{13} – $-\sqrt{4DH_1} + F / \sqrt{4DH_1} - F$ – характеризует отношение общего числа доминантных генов к общему числу рецессивных у родительских сортов; V_D , W_D ; V_R , W_R – координаты для полностью доминантного и рецессивного родителя.

На графике Хеймана связь между W_r и V_r выражается через коэффициент линейной регрессии b_y . Эти параметры, которые дают относительно реальную ситуацию по организации количественного признака «полевая всхожесть семян», мы и использовали в своих исследованиях.

Комбинационную способность рассчитывали по В. Гриффину [11, 12], модель I, метод I (в анализ включали данные по родителям, прямым и обратным гибридам).

По температурному режиму и количеству осадков условия вегетационного периода значительно различались по годам исследования.

Метеоусловия третьей декады августа 2012 г. (посев был проведен 21 августа) сложились благоприятно для получения дружных всходов и дальнейшего процесса кущения. Полевая всхожесть составила 78,2%.

Характеризуя погодные условия зимнего периода 2012/13 г., можно сказать о том, что пониженные температуры декабря и двух декад января отрицательно сказались на перезимовке озимых культур, в частности мягкой озимой пшеницы. Количество осадков в декабре и феврале также было пониженным.

Анализ гидротермического режима летних месяцев периода вегетации характеризует погоду 2013 г. как прохладную и влажную (исключение составляет июнь).

Метеоусловия третьей декады августа 2013 г. (посев был проведен 18 августа) сложились благоприятно для получения дружных всходов и дальнейшего процесса кущения. Полевая всхожесть составила 76,4%.

В зимний период пониженные температуры были отмечены в третьей декаде января и первой – февраля. Но они не повлияли отрицательным образом на перезимовку озимых культур, в частности мягкой озимой пшеницы, поскольку количество осадков в декабре и январе было достаточным.

Гидротермический режим летних месяцев периода вегетации характеризует погоду 2014 г. как среднюю по температуре и засушливую.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В среднем по опыту масса 1000 зерен у сортов составила 35,09 г, у гибридов F_1 – 37,36; по годам же признак имеет более высокое значение у гибридов F_1 в прохладном и влажном 2013 г. (табл. 1). Различия между родителями в первый год составили 27,38–44,6, во второй – 37,48–48,84 г. Лучшей крупностью зерна характеризуется сорт Юбилейная 180, худшей – Заларинка.

Результаты дисперсионного анализа показали, что на фенотипическое проявление крупности зерна озимой пшеницы наибольшее влияние оказали условия года – 40,89%, доля генотипа в общей изменчивости признака 34,52, а взаимодействия этих факторов – 24,59% (табл. 2).

Анализ групповых средних сортов и гибридов свидетельствует о превышении массы 1000 зерен у потомков.

При изучении комбинационной способности сортов по их гибридам оказалось, что в наследовании массы 1000 зерен преимущество имеют аллельные и неаллельные взаимодействия, доля вариантов СКС по годам исследования составила

Таблица 1

Масса 1000 зерен, г

Сорт	2013 г.		2014 г.		Среднее	
	P	F ₁	P	F ₁	P	F ₁
Жемчужина Поволжья	42,08	40,87	35,53	35,69	38,81	38,28
Юбилейная 180	44,60	39,13	36,67	35,22	40,64	37,18
Фантазия	35,36	39,47	33,80	35,23	34,58	35,30
Сплав	33,89	48,84	32,14	33,58	33,02	41,21
Минская	27,38	37,48	37,42	34,85	32,40	36,17
Заларинка	29,76	41,19	32,37	30,88	31,07	36,04
Среднее	35,51	41,16	34,66	34,24	35,09	37,36
НСР ₀₅	7,15		5,18		3,48	

Таблица 2

Влияние факторов на изменчивость массы 1000 зерен

Фактор	mS	F _ф	F ₀₅	%
Генотип	168,20*	17,76	1,50	34,52
Условия года	199,24*	21,03	3,92	40,89
Взаимодействие	119,80*	12,65	1,50	24,59
Ошибка	9,47	-	-	-

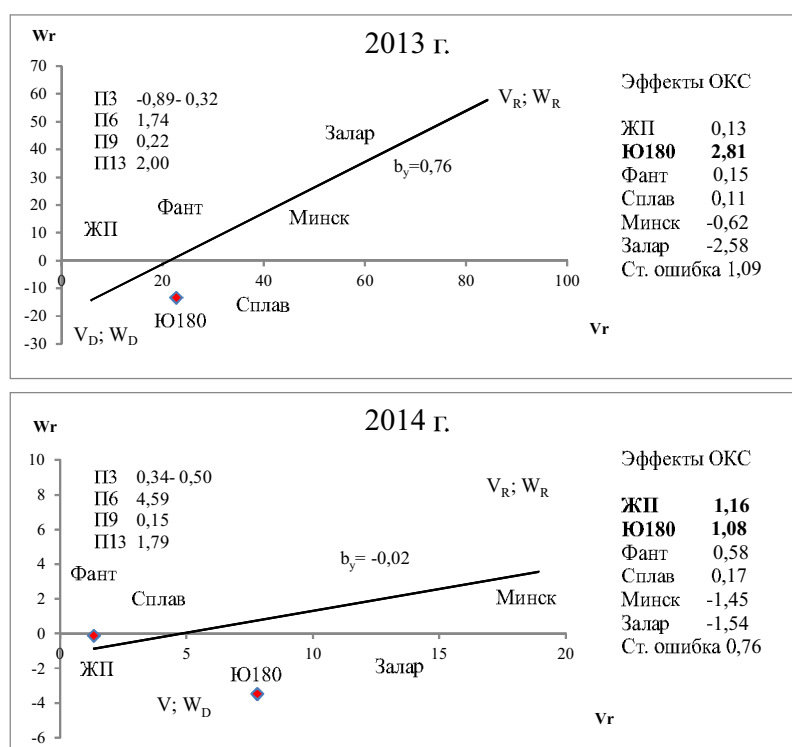
* Достоверно при P≤0,05.

Таблица 3

Комбинационная способность сортов озимой пшеницы по массе 1000 зерен

Источник изменчивости	2013 г.		2014 г.	
	mS	%	mS	%
ОКС	36,04*	16,38	17,70*	26,39
СКС	120,75*	54,89	30,95*	46,13
РЭ	63,20*	28,73	18,43*	27,48

* Достоверно при P≤0,05.



Генетика признака «масса 1000 зерен» сортов: ЖП – Жемчужина Поволжья; Ю180 – Юбилейная 180; Фант – Фантазия; Сплав; Минск – Минская; Залар – Заларинка

54,89 и 46,13%. Аддитивные эффекты генов вносят соответственно 16,38 и 26,39%, а реципрокный эффект (РЭ) имеет равновеликие значения по годам – 28,73 и 27,48% (табл. 3).

Оценки эффектов ОКС указывают на преимущество местного сорта Юбилейная 180 в формировании крупности зерна, его показатель составляет 2,81 и 1,08 по годам соответственно.

Анализ графиков Хеймана и генетических параметров показывает, что во влажном и прохладном 2013 г. в генетическом контроле признака главным является сверхдоминирование, а в среднем по температурному режиму и засушливом 2014 г. – комплементарный эпистаз, т.е. идет переопределение генетической системы (рисунок).

Коэффициенты корреляции между средними родительских сортов и суммой $W_r + V_r$ меняют знак с отрицательного на положительный, это говорит о том, что в 2013 г. массу 1000 зерен увеличивают доминантные гены, а в 2014 г. доминирование ненаправленное, и признак увеличивают рецессивные гены.

Наибольшее количество рецессивных генов имеют сорта Минская (Белоруссия) и Заларинка (Иркутск), доминантных – Юбилейная 180 (Омск) и Жемчужина Поволжья (Саратов).

Параметр b показывает на внутрилукусное сверхдоминирование (линия регрессии пересекает ось OW с отрицательной стороны) в 2013 г.

В 2014 г. линия регрессии наклонена в сторону абсцисс, что свидетельствует о наличии комплементарного эпистаза, но P_b указывает и на присутствие сверхдоминирования.

ВЫВОДЫ

1. На формирование массы 1000 зерен в большей степени влияют сортовые различия.
2. В генетическом контроле признака выявлено внутрилукусное сверхдоминирование и комплементарный эпистаз. В связи с этим отбор крупнозерных форм в расщепляющихся популяциях гибридов можно начинать уже в F_2 , но, учитывая наличие сверхдоминирования, он должен быть менее жестким до перехода большинства генотипов в гомозиготное состояние (F_4-F_6).
3. В качестве доноров для селекции по увеличению крупности зерна предлагаются сорта Юбилейная 180 и Жемчужина Поволжья (в засушливый период).

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Калашник Н.А., Козлова Г.Я., Анисков Н.И. Генетика продуктивности и качества зерна пивоваренного ячменя в условиях Среднего Прииртышья: монография. – Новосибирск, 2005. – 132 с.
2. Стёпочкин П.И. Формообразование в популяциях тритикале, пшеницы, ржи и его использование в селекции для условий Западной Сибири: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2009. – 36 с.
3. Носатовский А.И. Пшеница. Биология. – М.: Колос, 1965. – 568 с.
4. Михальцова М.Е., Калашник Н.А. Изменчивость и генетический контроль массы 1000 зерен у растений пивоваренного ячменя // С.-х. биология. – 2004. – № 5. – С. 59–62.
5. Мухордов Е.Г. Озимая пшеница // Озимые хлеба в Омской области. – Омск, 1985. – С. 29–36.
6. Мухордова М.Е. Влияние генома и плазмона на изменчивость и наследование хозяйственно-ценных признаков яровой пшеницы в условиях южной лесостепи Западной Сибири: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. – Омск, 2000. – 16 с.
7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М., 1979. – 415 с.
8. Aksel R., Johnson L. Analysis of diallel cross: a work example // Advancing Frontiers of Plant Sciences. – 1963. – Vol. 16. – P. 37–53.
9. Цильке Р.А., Присяжная Л.П. Методика диаллельного анализа исходного материала по количественным признакам: метод. рекомендации. – Новосибирск, 1979. – 15 с.
10. Hayman B. The analysis of variance diallel tables // Biometrics. – 1954. – Vol. 10. – P. 235–244.
11. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques // Genetics. – 1950. – Vol. 35. – P. 303–312.
12. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing system // Austral. J. Biol. Sci. – 1956. – Vol. 9. – P. 463–493.
1. Kalashnik N.A., Kozlova G. Ya., Anis'kov N.I. *Genetika produktivnosti i kachestva zerna pivovarennogo yachmenya v usloviyakh Srednego Priirtysh'ya* [Monografiya]. Novosibirsk, 2005. 132 p.
2. Stepochkin P.I. *Formoobrazovanie v populyatsiyakh tritikale, pshenitsy, rzhi i ego ispol'zovanie v selektsii dlya usloviy Zapadnoy Sibiri* [Avtoref. dis. ... d-ra s.-kh. nauk]. Novosibirsk, 2009. 36 p.
3. Nosatovskiy A.I. *Pshenitsa. Biologiya*. Moscow: Kolos, 1965. 568 p.
4. Mikhail'tsova M.E., Kalashnik N.A. *Izmenchivost' i geneticheskiy kontrol' massy 1000 zeren u rasteniy pivovarennogo yachmenya* [S.-kh. biologiya], no. 5 (2004): 59–62.

5. Mukhordov E.G. *Ozimaya pshenitsa* [Ozimye khleba v Omskoy oblasti]. Omsk, 1985. pp. 29–36.
6. Mukhordova M.E. *Vliyanie genoma i plazmona na izmenchivost' i nasledovanie khozyaystvenno-tsennykh priznakov yarovoy pshenitsy v usloviyakh yuzhnoy lesostepi Zapadnoy Sibiri* [Avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk]. Omsk, 2000. 16 p.
7. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta*. Moscow, 1979. 415 p.
8. Aksel R., Johnson L. Analysis of diallel cross: a work example. *Advancing Frontiers of Plant Sciences*, Vol. 16 (1963): 37–53.
9. Tsil'ke R.A., Prisyazhnaya L.P. *Metodika diallel'nogo analiza iskhodnogo materiala po kolichestvennym priznakam* [Metod. rekomendatsii]. Novosibirsk, 1979. 15 p.
10. Hayman B. The analysis of variance diallel tables. *Biometrics*, Vol. 10 (1954): 235–244.
11. Griffing B. Analysis of quantitative gene action by constant parent regression and related techniques. *Genetics*, Vol. 35 (1950): 303–312.
12. Griffing B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing sistem. *Austral. J. Biol. Sci.*, Vol. 9 (1956): 463–493.

THE CONCEPT OF GENETIC DETERMINANTS OF 1000-GRAIN MASS OF SPRING WHEAT

Mukhordova M. E.

Key words: diallel hybrids, mutation, heritability, combination ability, mass of 1000 grain, soft winter wheat

Abstract. *The paper investigates heritability and concept of genetic parameters in determination of 1000 grain mass of F_1 soft winter wheat hybrids. The article explores variability of kernel grain of soft spring wheat and genetic control of this criterion. The research experiment included 5 varieties and 1 line of soft spring wheat, exactly Zhemchuzhina Povolzhya variety, Yubileynaya 180 variety and Fantasiya $\times$ variety (Donskaya ostistaya $\times$ Mutant 114). The field experiment was conducted at Siberian Research Institute of Agriculture (Omsk) in 2013–2014. The results have shown that genotype, year conditions and interaction of these factors influence mass of 100 grain of diallel hybrids. Variability of this criterion is mostly influenced by environmental conditions. Genetic control has revealed locus overdomination and complementary epistasis. The authors outline possibility to start selection of large-kerneled forms in segregating populations in F_2 , but it should be less strong until genotype mutation to homozygous state (F_4-F_6). The researchers suggest Yubileynaya 180 variety and Zhemchuzhina Povolzhya variety (in the dry period) to be the selective donors for kernel grain.*