

2. Прянишников Д.Н. Азот в жизни растений и в земледелии СССР / Д.Н. Прянишников. – М., Л.: АН СССР, 1945. – 200 с.

3. Бурлакова Л.М. Плодородие Алтайских черноземов в системе агроценоза / Л.М. Бурлакова. – Новосибирск: Наука, 1984. – 200 с.

4. Бурлакова Л.М. Оптимизация минерального питания яровой пшеницы на основе информационно-логической модели урожайности / Л.М. Бурлакова // Разработка систем и технологий применения удобрений, обеспечивающих расширенное воспроизводство почвенного плодородия и получение планируемых урожаев высокого качества: матер. Всесоюз. совещ. межвуз. координац. совета по агрохимии. – Алма-Ата, 1990. – С. 47-51.

5. Бурлакова Л.М. Шкалы обеспеченности почвы подвижными питательными

веществами для расчета оптимизированных доз минеральных удобрений под сахарную свеклу / Л.М. Бурлакова, А.Б. Совриков // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф.: в 3 кн. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – С. 369-371.

6. Пузаченко Ю.Т. Возможности применения информационно-логического анализа при изучении почвы на примере ее влажности / Ю.Т. Пузаченко, Л.О. Карпачевский, Н.А. Взнуздаев // Закономерности пространственного варьирования свойств почв и информационно-статистические методы их изучения. – М.: Наука, 1970. – С. 103-121.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1995. – 351 с.



УДК 633.16.321:631.526.32 (581.9)

**А.Н. Кадычegov,
А.Н. Бородыня**

ОЦЕНКА АДАПТИВНЫХ СВОЙСТВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПО УРОЖАЙНОСТИ И ПОСЕВНЫМ КАЧЕСТВАМ ЗЕРНА В СТЕПНЫХ УСЛОВИЯХ СРЕДНЕЙ СИБИРИ

Ключевые слова: яровой ячмень, степные условия, континентальный климат, коэффициент вариации, показатель гомеостатичности, параметры адаптивности, урожайность зерна, всхожесть, чистота, влажность, масса 1000 семян.

Введение

Современные сорта наряду с высоким проявлением основных хозяйственно полезных признаков должны обладать и стабильностью этих показателей в варьирующих факторах жизни растений.

В настоящее время селекционерам и семеноводам желательно иметь чёткую прогнозируемую величину индивидуальной реакции разных генотипов на окружающие условия. Сложность состоит в том, чтобы суметь оценить эту реакцию в математическом выражении [1]. Ф.М. Стрижова и В.М. Стрижов рекомендуют использовать различные методы

оценки адаптивных свойств, что дает возможность проводить более глубокую и разностороннюю оценку изучаемого материала [2].

Метод Эберхарта и Расселла (S.A. Eberhart, W.A. Russell) основан на расчете двух параметров: коэффициента линейной регрессии (b_i) и дисперсии (σ^2_d). Первый показывает отклик генотипа на улучшение условий выращивания, а второй характеризует стабильность сорта в различных условиях среды [3].

Гомеостаз рассматривается обычно или как свойство отдельного генотипа и группы особей с одним и тем же генотипом, или как свойство популяции, состоящей из разных генотипов. Гомеостаз применительно к отдельно взятому генотипу или же гомеостаз индивидуального развития (онтогенетический, физиологический гомеостаз) понимается как буферность от-

дельного генотипа или группы растений с одним и тем же генотипом [4].

Селекция на повышенный гомеостаз особое значение имеет для регионов с недостаточным увлажнением, каким является и степная зона средней Сибири.

Условия, объекты и методы исследования

В качестве исходного материала взято шесть сортов ярового ячменя. Опыт был заложен на полях Ширинского ГСУ второй культурой после пара по зерновому предшественнику с 2001 по 2009 гг. Почвенный покров опытного участка представлен черноземом обыкновенным малогумусным маломощным среднесуглинистым. Площадь делянки – 25 м², повторность четырехкратная.

Учёты и наблюдения в опыте:

- урожайность определена методом сплошной уборки с перерасчётом на 14%-ную влажность;

- анализ семян на посевные качества осуществлялся по ГОСТам: ГОСТ 12038-84. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести; ГОСТ 12042-80. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян.

Расчет параметров экологической пластичности по методике S.A. Eberhart et W.A. Russell, показатель гомеостатичности – по В.В. Хангильдину, дисперсионный и вариационный анализы – по методике в изложении Б.А. Доспехова, расчёты – с использованием программы, предложенной Д.Н. Акимовым [5-8].

Результаты исследований

Согласно методике S.A. Eberhart et W.A. Russell перед началом расчёта коэффициентов линейной регрессии b_i и

стабильности σd^2 устанавливается факт наличия взаимодействия «генотип x среда» для всей совокупности изучаемых сортов на основе дисперсионного анализа. Доминирующее влияние на общую изменчивость урожайности оказывал фактор «год» – 91,61% (табл. 1) [5]. Это характерно для континентального климата, характеризующегося большими контрастами изменчивости метеорологических показателей по годам и особенно при выращивании культур в богарных условиях.

Методика S.A. Eberhart et W.A. Russell позволяет дать характеристику специфического влияния изучаемых факторов на формирование урожайности в годы исследования на основе индексов условий среды. По результатам расчёта наиболее благоприятные условия для произрастания сортов сложились в 2003 г. ($I_j = +1,5$) и 2007 г. ($I_j = +0,34$) и худшие условия – 2005 г. ($I_j = -1,24$) и 2002 г. ($I_j = -0,77$) [5].

Фактор «сорт» только на 6,01% определял проявление признака. Взаимодействие между факторами достоверно и составляет 2,38%, что позволяет провести расчёт параметров экологической пластичности (табл. 1). Коэффициент линейной регрессии урожайности сортов b_i и стабильности σd^2 представлены в таблице 2.

В выборке изучаемых сортов наиболее отзывчивым на изменение условий выращивания по уровню урожайности за годы исследований был сорт Новосибирский 80 (при повышении уровня урожайности на 1 т/га он увеличивал свой на 1,32). Сорт Соболек наименее отзывчив на улучшение условий выращивания в благоприятные годы: с повышением уровня урожайности в среднем по опыту на 1 т/га он увеличивает свой только на 0,59 т/га.

Таблица 1

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта по признаку «урожайность, т/га»

Дисперсия	Сумма квадрат.	Степени свободы	Средний квадрат	Вклад факторов, %	Fф	F0,5
Общая	134,1	191	-	-	-	-
Повторений	0,0	3	-	-	-	-
Год	112,0	7	16,00	91,61	1003,24	2,10
Сорт	5,3	5	1,05	6,01	65,84	2,30
Взаимодействие	14,5	35	0,41	2,38	26,01	1,48
Остатка (ошибки)	2,2	141	0,02	-	-	-

Таблица 2

Параметры адаптивных свойств ярового ячменя по признаку «урожайность, т/га»

Сорта	Средняя урожайность, т/га	Коэффициент вариации (V)	Показатель гомеостатичности (Hom)	Параметры адаптивности	
				bi	σd^2
Ача	1,85	49,59	3,72	1,10	0,04
Новосибирский 80	1,98	55,99	3,53	1,32	0,08
Сигнал	1,87	53,28	3,49	1,22	0,01
Бахус	1,74	43,0	3,02	0,89	0,03
Вулкан	1,52	48,91	3,12	0,88	0,05
Соболёк	1,56	37,02	4,20	0,59	0,12
Среднее	1,75				

Примечание. НСР₀₅ «годы» – 0,18 т/га; «сорта» – 0,06 т/га; «годы x сорт» – 0,02 т/га.

Практический интерес представляют сорта, у которых сочетаются высокая средняя урожайность и незначительная вариабельность признака по годам. В нашем опыте наиболее низкая вариабельность отмечена по сорту Соболёк (V = 37,02%), но уровень средней урожайности был у него ниже, чем у большинства сортов. Учитывая, что показатель гомеостатичности представляет собой частное от деления квадрата средней урожайности от величины стандартного отклонения, то нет прямой зависимости между уровнем урожайности и величиной показателя гомеостатичности.

Анализ гомеостатичности сортов ярового ячменя позволил установить, что высоким показателем этого параметра выделяется сорт Соболёк (Hom = 4,2).

Масса 1000 зёрен на 45,58% определялась фактором «год» и 48,34% – фактором «сорт». Влияние взаимодействия «год x сорт» составило, 6,08% и было существенно при 5%-ном уровне (табл. 3). Условия формирования массы 1000 семян в годы опыта были отличны друг от друга. Наиболее лучшие условия отмечены в 2004 и 2002 гг. (lj = 3,62 и 2,06 соответственно). Худшие условия отмечены в

2007 и 2001 гг. (lj = -3,77 и -2,35 соответственно).

По степени реакции генотипа сорта можно разделить на три группы:

- сорта, у которых bi больше 1, что говорит о прогрессивном увеличении массы 1000 зёрен под влиянием улучшения условий выращивания [1]. Из чего следует, что сорта Соболёк, Сигнал, Новосибирский 80 требовательны к высокому уровню условий для роста и развития;

- сорта, у которых bi находится в пределах 1, отнесен сорт Ача, у которого имеется соответствие изменения показателя массы 1000 зёрен изменению условиям выращивания;

- сорта, у которых bi меньше 1, реагируют слабее на изменение условий среды, чем в среднем весь набор изучаемых сортов. Такие сорта лучше использовать на экстенсивном фоне, где они дадут максимум отдачи при минимуме затрат [3]. К этой группе отнесены сорта Вулкан и Бахус.

Наименьшее значение по массе 1000 зёрен среднеквадратического отклонения (стабильность) отмечено у сортов Ача и Вулкан (соответственно, $\sigma d^2 = 0,91$ и 1,76).

Таблица 3

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта по признаку «масса 1000 зёрен, г»

Дисперсия	Сумма квадрат.	Степени свободы	Средний квадрат	Вклад факторов, %	Fф	F0,5
Общая	3439,2	191	-	-	-	-
Повторений	0,1	3	-	-	-	-
Год	1417,0	7	202,44	45,58	9301,30	2,10
Сорт	1073,4	5	214,69	48,34	9864,20	2,30
Взаимодействие	945,5	35	27,02	6,08	1241,26	1,48
Остатка (ошибки)	3,1	141	0,02	-	-	-

Таблица 4

Параметры адаптивных свойств ярового ячменя по признаку «масса 1000 зёрен, г»

Сорта	Средняя масса 1000 зёрен, г	Коэффициент вариации (V)	Показатель гомеостатичности (Ном)	Параметры адаптивности	
				bi	σd^2
Ача	44,96	7,27	618,16	1,08	0,91
Новосибирский 80	47,92	9,52	499,58	1,14	11,52
Сигнал	45,11	8,29	544,10	1,18	2,63
Бахус	43,95	8,83	497,80	0,81	11,17
Вулкан	46,68	3,84	1217,33	0,45	1,76
Соболёк	40,36	11,23	359,59	1,34	6,39
Среднее	44,83				

Примечание. НСР₀₅ «годы» – 0,18 г; «сорта» – 0,06 г; «годы x сорт» – 0,02 г.

По показателю гомеостатичности выделился раннеспелый сорт Вулкан (Ном = 1217,33). У сорта Вулкан отмечена как наиболее высокая средняя масса 1000 зёрен, так и низкое варьирование показателя по годам. Соответственно, и у данного сорта наиболее высокая устойчивость массы 1000 зёрен в различных метеорологических условиях.

Результаты дисперсионного анализа показывают значительное влияние на изменчивость всхожести семян как фактора «сорт» – 25,35%, так и фактора «год» – 61,11%. Взаимодействие между факторами достоверно и составляет 13,53%. В данном опыте разности между любыми средними значимы при 5%-ном уровне (табл. 5).

Наиболее благоприятные условия для формирования всхожести семян ячменя сложились в 2001 и 2006 гг., соответственно $I_j = 4,38$ и $3,54$ и худшие условия – в 2002 и 2008 гг., соответственно $I_j = -2,79$ и $-2,96$.

Экологические условия, наблюдавшиеся в пределах каждого года, характеризовались различным сектором взаимодействием экологических факторов, что можно проследить по положительным и отрицательным индексам условий.

По показателям, характеризующих гомеостатичность сортов по всхожести семян выделены сорта, имеющие более низкое значение V и более высокое Ном. К ним отнесены сорта Соболёк и Бахус (табл. 6). Данные сорта отличаются повышенным уровнем гомеостатичности в степных условиях юга средней Сибири по показателю «всхожесть семян, %».

В группе изучаемых сортов по S.A. Eberhart et W.A. Russell, большей отзывчивостью на улучшение условий выращивания, в нашем случае – более благоприятные метеорологические условия, выделились сорта Сигнал ($b_i = 2,25$) и Новосибирский 80 ($b_i = 1,13$) [1]. Наиболее высокая стабильность всхожести семян была у сорта Соболёк, у которого $\sigma d^2 = 0,86$. Из чего следует, что сорт Соболёк сохраняет относительно высокую стабильность всхожести семян в различных условиях среды.

Сопоставляя по годам индексы условий среды урожайности, массы 1000 зёрен и всхожести семян, можно проследить, что нет однозначной реакции по данным показателям на улучшение или ухудшение условий выращивания.

Таблица 5

Результаты дисперсионного анализа двухфакторного опыта по признаку «всхожесть семян, %»

Дисперсия	Сумма квадрат.	Степени свободы	Средний квадрат	Вклад факторов, %	Fф	F0,5
Общая	3248,4	191	-	-	-	-
Повторений	0,7	3	-	-	-	-
Год	1332,8	7	190,40	61,11	609,22	-
Сорт	395,0	5	78,99	25,35	252,75	2,10
Взаимодействие	1475,8	35	42,17	13,53	134,92	2,30
Остатка (ошибки)	44,1	141	0,31	-	-	1,48

Таблица 6

Параметры адаптивных свойств ярового ячменя по признаку «всхожесть семян, %»

Сорта	Средняя всхожесть семян, %	Коэффициент вариации (V)	Показатель гомеостатичности (Hom)	Параметры адаптивности	
				bi	σd^2
Ача	92,88	4.55	2044.2	1,02	11,26
Новосибирский 80	93,00	4.26	2184.1	1,13	6,67
Сигнал	90,88	7.54	1205.7	2,25	8,83
Бахус	93,75	2.43	3616.9	0,61	3,55
Вулкан	95,13	3.25	2928.7	0,67	7,11
Соболёк	91,13	1.37	6643.7	0,32	0,86
Среднее	92,79				

Примечание. НСР₀₅ «годы» – 0,79%; «сорта» – 0,28%; «годы x сорта» – 0,12%.

Так, лучшие условия для формирования урожайности были в 2003 г., массы 1000 зёрен – 2004 и всхожести семян – 2001 г. Из этого следует, что данные показатели контролируются различными генами и их формирование идет независимо друг от друга. Высокая урожайность не всегда обеспечивает максимальную массу 1000 зёрен и повышенную всхожесть семян. Для получения семенного зерна следует учитывать индивидуальную реакцию сорта на улучшение условий выращивания по различным признакам.

Выводы

1. Результаты дисперсионного анализа позволили установить доминирующее влияние на изменчивость урожайности и всхожести семян фактора «год». Это характерно для континентального климата, характеризующегося большими контрастами изменчивости метеорологических показателей по годам и особенно при выращивании культур в богарных условиях.

2. В выборке изучаемых сортов большей отзывчивостью на улучшение условий выращивания по урожайности был сорт Новосибирский 80, по массе 1000 зёрен – Соболёк, Сигнал и Новосибирский 80 и по всхожести семян – сорта Сигнал и Новосибирский 80.

Наиболее стабильными сортами в различных условиях среды по массе 1000 зёрен – Ача и Вулкан, по всхожести семян – сорт Соболёк.

3. Анализ гомеостатичности сортов ярового ячменя позволил установить, что высоким показателем этого параметра по урожайности выделяется сорт Соболёк, по массе 1000 зёрен – сорт Вулкан и всхожести семян – сорта Соболёк и Бахус.

4. Сопоставляя индексы условий среды по урожайности, массе 1000 зёрен и всхожести семян, можно проследить, что нет однозначной реакции по данным по-

казателям на улучшение или ухудшение условий выращивания. Для стабильного получения семенного зерна высоких категорий следует учитывать индивидуальную реакцию сорта на улучшение условий выращивания.

Библиографический список

1. Аниськов Н.И. Голозерный ячмень в Западной Сибири / Н.И. Аниськов, Н.А. Калашник, Г.Я. Козлова, П.В. Поползухин. – Омск: Сфере, 2007. – 158 с.

2. Стрижова Ф.М. Оценка адаптивных свойств яровой пшеницы по качеству зерна с использованием математика – статистических методов / Ф.М. Стрижова, В.М. Стрижов // Аграрная наука – сельскому хозяйству: матер. IV Междунар. науч.-практ. конф. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – Кн. 2. – С. 3-6.

3. Зыкин В.А. Параметры экологической пластичности сельскохозяйственных растений, их расчет и анализ: метод. рекомендации / В.А. Зыкин, В.В. Мешков, В.А. Сапега. – Новосибирск, 1984. – 24 с.

4. Косяненко Л.П. Серые хлеба в Восточной Сибири / Л.П. Косяненко. – Красноярск: Красноярский гос. аграр. ун-т, 2008. – 300 с.

5. Eberhart S.A. Stability parameters for comparing varieties / S.A. Eberhart et W.A. Russell // Jorp Sci. – 1966. – V. 6. – № 1. – P. 36-40.

6. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа / В.В. Хангильдин // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 111-116.

7. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.

8. Акимов Д.Н. Программа обработки данных полевого опыта FieldExpert vl.3 Pro. – [Электронный ресурс]. – Приклад. программа (728 Кб) / Д.Н. Акимов // ФГНУ «Государственный координацион-

ный центр информационных технологий», Отраслевой фонд алгоритмов и программ, номер ФАП 9455 от 14.11.2007. –

1 электрон. диск (CD-ROM). – Системные требования: MS Excel 2003 или выше; диск-код CD-ROM; – Загл. с этикетки диска.



УДК 635.654:631.53.04(571.15)

В.Н. Чернышков

ВЛИЯНИЕ СРОКОВ ПОСЕВА НА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД ОВОЩНОГО ГОРОХА В УСЛОВИЯХ АЛТАЙСКОГО ПРИОБЬЯ

Ключевые слова: овощной горох, срок посева, вегетационный период, фенологические наблюдения, всходы, цветение, созревание, температура воздуха, осадки.

Введение

Овощной горох занимает особое место среди других овощных культур. Довольно широкий ареал его возделывания в мире определяется высокой пищевой и диетической ценностью, биологическими ценностями культуры, позволяющими возделывать ее в разных почвенно-климатических зонах земного шара.

Без преувеличения можно сказать, что горох – растение как будто специально, по заказу, созданное природой для Сибири. У него короткий вегетационный период, высокая холодостойкость, повышенная устойчивость к вредителям и болезням, а при надлежащей агротехнике – высокая продуктивность.

Горох, как и другие бобовые, повышает питательную ценность потребляемых продуктов. По многочисленным исследованиям профессора Кондо (Япония), повседневное употребление гороха и овощей предотвращает старение организма и увеличивает продолжительность жизни людей [1]. Одним из основных биологических свойств гороха является вегетационный период, который определяет пригодность растения к той или иной зоне возделывания.

По мнению Л.П. Ужинцовой (1987), вегетационный период гороха – один из наиболее важных факторов, определяющих степень продуктивности растений, ка-

чество зерна, поражаемость болезнями, поэтому сокращение длины вегетационного периода и создание скороспелых форм в настоящее время продолжает оставаться важной проблемой [2].

Л.В. Кукреш, Н.П. Лукашевич (1988) указывают на необходимость возделывания скороспелых сортов гороха. Это позволит снизить потери при уборке и приблизить фактическую урожайность культуры к потенциальной, которая составляет нередко даже при среднем уровне агротехники 30 ц/га и более [3].

Для сложных агроклиматических условий Сибири необходимо выбирать такие сорта, уборка которых приходится на благоприятный период погоды.

Развитие растений гороха от посева до уборки разные исследователи разбивают на разное количество этапов. Иногда при более подробном изучении фенологических особенностей культуры вегетационный период разбивают на 10-16 фаз, включая, например, такие как фаза простых листьев, сложных листьев, зеленых бутонов, белых бутонов и т.д. [4].

Однако для определения пригодности сорта к местным условиям или влияния технологических приемов на развитие растений достаточно изучения трех важных этапов: посев – всходы, всходы – цветение, цветение – созревание [5-7].

Н.И. Васякин (2002) в своих опытах установил, что период посев – всходы зависит от крупности семян. Так, в среднем за 5 лет (1962-1967 гг.) период посев – всходы у мелкосемянных сортов зернового гороха от 8 до 14 дней, у крупносемянных