

ОЦЕНКА АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦИАЛА СОРТОВ ЯЧМЕНЯ В КАНСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

В результате исследований выявлено, что в условиях Канской лесостепи Красноярского края наибольшим адаптивным потенциалом среди скороспелой группы сортов ячменя обладают Абалак и Омский 96, среди среднеспелой группы – Владук, Омский 95 и Т 12. Наибольший адаптивный потенциал среди голозерных сортов имеет Омский голозерный 1.

Ключевые слова: адаптивный потенциал, сорт, ячмень, скороспелый, среднеспелый, голозерный.

L.P. Baikalova, Y.I. Serebrennikov

THE ASSESSMENT OF THE BARLEY SORT ADAPTIVE CAPACITY IN THE KANSK FOREST- STEPPE

As a result of research it is revealed that in the conditions of the Kansk forest-steppe in the Krasnoyarsk Territory the following sorts have the greatest adaptive capacity: Abalak and Omsk 96 among the precocious sort groups, Vladuk, Omsk 95 and T 12 among the mid-season sort groups. Omsk hull-less 1 has the greatest adaptive capacity among the hull-less sorts.

Key words: adaptive capacity, sort, barley, precocious, mid-season, hull-less.

Введение. Н.И. Вавилов [3] неоднократно подчеркивал важность приспособленности вида к конкретным условиям среды, а также различное их поведение в агроклиматических зонах. Способность живых систем к адаптациям – их основное отличительное свойство, поэтому не случайно проблема адаптации занимала центральное место в сельском хозяйстве.

Для свойства адаптивности (приспособленности), отражающей все многообразие отношений с окружающей средой, характерно единство таких противоположностей, как пластичность (изменчивость) и стабильность (устойчивость). В связи с этим термины «адаптивность», «экологическая пластичность», «экологическая устойчивость» могут заменять, а чаще дополнять друг друга.

Механизмы и структуры, обуславливающие состояние адаптивности и процессы адаптации, находятся под генетическим контролем, а свойство адаптироваться обладает универсальностью, поскольку присуще любой саморегулирующейся системе [7, 8, 16, 17]. Под адаптивным потенциалом высших растений понимается их способность к выживанию, воспроизведению и саморазвитию в постоянно изменяющихся условиях внешней среды [2].

Понятие "стабильность" также является синонимом пластичности и рассматривается в качестве основных приспособительных свойств живых организмов. В целом, статистически достоверно снижение стабильности в странах с более высокой урожайностью. С ростом потенциальной продуктивности сортов снижается их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды, что оказывает влияние на фактическую урожайность этих сортов – она снижается [1, 10, 11].

Урожайность и ее стабильность определяются в значительной мере условиями окружающей среды, многие компоненты которой являются нерегулируемыми. Большая изменчивость условий среды во времени и в пространстве, невозможность их контролировать и регулировать обуславливают высокую вариабельность урожайности и ее качества. Немаловажное значение имеет и качество высеваемых семян с позиции их урожайных свойств [12].

В настоящее время недостаточно сведений по оценке адаптивного потенциала современных сортов ячменя, что обуславливает высокую актуальность темы исследования.

Цель работы. Выявление резервов повышения урожайности ячменя путем оценки адаптивного потенциала современных сортов, возделываемых в условиях лесостепи Красноярского края.

В связи с этим были поставлены **задачи:**

1. Оценить адаптивный потенциал сортов ячменя по показателям пластичности и стабильности.
2. Выявить сорта, наиболее адаптированные к условиям произрастания региона.

Методика исследования. Для оценки адаптивного потенциала сортов ячменя на Канском государственном сортоучастке в условиях Канской лесостепи Красноярского края в 2002–2013 гг. проведены полевые исследования.

Метеорологические условия лет исследований отличались друг от друга и от средней многолетней величины. Температура воздуха в годы исследований почти в каждом месяце была выше среднемноголетней на 0,2–5,3 °С. При этом в мае 2002, июне 2003, 2004, 2006, 2008, 2010 и 2011 гг., а также в июле 2005 и 2007 гг. температура была выше более чем на 3,0 °С. В августе 2004, мае и августе 2006, июне 2007 и июне и сентябре 2009 гг., мае и сентябре 2013 г. температура не превышала среднемноголетние показатели. В мае 2006 г. и июне 2007 г., июне и июле 2013 г. температура воздуха соответствовала среднемноголетней. В 2009 г. отклонение в обе стороны не превысило 1,5 °С.

Максимальное отклонение месячной суммы осадков от среднемноголетних данных в 2002 г. отмечено в мае (5,2 %), июне (171,9 %) и сентябре (35,4 %). Отклонения 2003 г. характеризуются следующими цифрами: май – 46,7 % и август – 27,0 %; 2005 г.: июль – 290,3 % и август – 52,2 %; 2006 г.: май – 34,8 %, июль – 163,6 % и сентябрь – 48,9 %; август 2007 г. – 214,4 %; июнь 2008 г. – 58,9 %; 2009 г.: май – 175,2 %, июль – 245,8 % и июль – 27,4 %; сентябрь 2010 г. – 54,5 %; 2011 г.: июль – 150,3 % и сентябрь – 22,0 % от среднемноголетних данных. Май 2013 г. характеризуется избыточным увлажнением (283,5%), остальные месяцы периода вегетации – недостаточным (от 74,2% в июле до 99,7% в августе). Засуха была отмечена в 2003 и 2011 гг.

Почва опытного участка представлена черноземом выщелоченным. Предшественник – культура сплошного сева (пшеница). Обработка почвы осуществлялась согласно общепринятым рекомендациям для зоны. Опыты закладывались в четырехкратной повторности, учетная площадь делянок – 25 м², размещение – методом рендомизированных повторений. Закладка опытов и наблюдения на них проводились в соответствии с методикой государственного сортоиспытания [14]. Коэффициент высева – 5,0 млн всх. з/га. Для исследований были взяты 22 сорта ячменя: скороспелые, среднеспелые и голозерные. В роли стандарта скороспелой группы выступает сорт Биом, в среднеспелой группе – Ача, в группе голозерных сортов – Оскар [4].

Оценка адаптивного потенциала сортов ячменя была сделана по большому ряду показателей, характеризующих пластичность и стабильность. Использование большого количества методов оценки адаптивного потенциала позволяет всесторонне изучить исследуемые сорта, получить сведения высокой степени точности и наиболее объективно охарактеризовать пластичность и стабильность их урожайности.

Коэффициент линейной регрессии (b_i) рассчитывали по методу Эберхарта-Рассела [18] в изложении О.С. Корзуна, А.С. Бруйло [9], индекс стабильности и коэффициент вариации – по А.А. Грязнову [6], показатель уровня стабильности урожайности сорта (ПУСС) – по Э.Д. Неттевичу, А.И. Моргунову, М.И. Максименко [13].

Уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания ($Y_2 - Y_1$) – по А.А. Гончаренко [5], показатель гомеостатичности (H_{om}) вычисляли по В. В. Хангильдину [15].

Результаты исследования. Самый высокий индекс экологической пластичности отмечен у сортов Омский 95 (1,18), Т 12 (1,14), Абалак (1,11), Ача (1,08), Татум (1,07), а самый низкий – у сортов Вибке (0,77), Арат и Оскар (по 0,84 у каждого) (табл. 1, 2). Использование индекса экологической пластичности (ИЭП) позволяет легко сравнить между собой абстрактные величины и судить об отношении сортов к комплексу экологических факторов, присущих каждому из фонов. За точку отсчёта принимается единица. Чем выше показатель, тем более ценен сорт.

Уровень устойчивости сортов к стрессовым условиям произрастания отражает разность между максимальной и минимальной урожайностью ($Y_2 - Y_1$), которая имеет отрицательный знак. Чем меньше разрыв между минимальной и максимальной урожайностью, тем выше стрессоустойчивость сорта и шире диапазон его приспособительных возможностей. Стрессоустойчивость самая высокая у сортов Абалак (-7,2), Омский 96 (-7,3), Владук (-7,7). А самая низкая – у сортов Биом (-29,2), Вулкан (-27,3), Красноярский 80 (-25,5), Бахус (-24,4). Следовательно, сорта Абалак, Омский 96 и Владук способны формировать урожайность в различных условиях среды, характеризуются способностью к общей адаптации (табл. 1).

Таблица 1

Показатели экологической пластичности ячменя скороспелой группы (2002–2013 гг.)

Сорт	ИЭП	$Y_2 - Y_1$	b_i	$V, \%$
Биом (стандарт)	1,00	-29,2	0,97	19,64
Абалак	1,11	-7,2	0,38	5,84
Вибке	0,77	-21,8	1,41	23,47
Вулкан	1,03	-27,3	0,96	16,70
Омский 96	0,95	-7,3	0,21	6,85

Коэффициент линейной регрессии (b_i) показывает реакцию исходного материала на изменение условий выращивания. Он может принимать значения больше и меньше единицы, а также быть равным единице. Чем выше значение коэффициента $b > 1$, тем большей отзывчивостью обладает сорт. В случае $b_i < 1$ сорт реагирует слабее на изменение условий среды. При условии $b_i = 1$ имеется полное соответствие изменения урожайности изменению условий выращивания. Сорта Вибке, Арат и Тулеевский – наиболее отзывчивы на улучшение условий выращивания и не приспособлены к их ухудшению. Сорта Владук, Соболек и Абалак – наиболее устойчивы к ухудшению условий.

Коэффициент вариации (V) – стандартное отклонение, выраженное в процентах к средней арифметической данной совокупности. Это относительный показатель количественной изменчивости. Изменчивость принято считать незначительной, если коэффициент вариации до 10 %; средней – 10–20 %; значительной – более 20 %. Самый маленький этот коэффициент у сортов Абалак (5,84 %), Омский 96 (6,85 %), Владук (7,98 %), а самый большой – у сортов Арат (26,13 %), Вибке (23,47 %), Биом (19,64 %) (табл. 1, 2).

В среднеспелой группе сортов ячменя при средней урожайности (X_i) сорта Ача, взятого за стандарт, 2,84 т/га большую урожайность показал лишь сорт Татум – 2,98 т/га. Самая низкая минимальная урожайность у данной группы сортов была у Арата, самая большая максимальная – 3,95 т/га – у Татума. Показатель $Y_1+Y_2/2$, характеризующий адаптивные способности сорта, был максимальным у Татума – 2,89 т/га; Ачи – 2,78; Т 12 и Омского 95 – 2,76 т/га.

Таблица 2

Показатели экологической пластичности ярового ячменя среднеспелой группы (2002–2013 гг.)

Сорт	ИЭП	Y_2-Y_1	b_i	$V, \%$
Ача (стандарт)	1,08	-22,6	0,92	13,84
Арат	0,84	-21,3	1,35	26,13
Бахус	1,01	-24,4	0,99	15,52
Буян	0,99	-18,7	0,96	18,31
Владук	0,92	-7,7	0,45	7,98
Зенит	1,04	-15,7	0,69	15,81
Кедр	1,00	-22,2	0,96	17,30
Красноярский 80	1,00	-25,5	0,94	15,86
Оленёк	0,94	-17,8	1,16	17,19
Омский 95	1,18	-11,5	0,67	9,68
Соболек	0,95	-22,0	0,45	13,96
Т 12	1,14	-12,3	1,06	11,63
Татум	1,07	-21,2	1,16	16,95
Тулеевский	0,95	-18,5	1,23	18,99

По показателям средней урожайности (X_i) и минимальной урожайности (Y_2 (min)) в группе голозерных сортов выделился Омский голозерный 1 – 26,6 и 16,6 т/га соответственно. По максимальной урожайности и адаптивным способностям сортов ($(Y_1+Y_2)/2$) изучаемые голозерные сорта превосходили стандарт Оскар. Адаптивные способности Омского голозерного 1 и Омского голозерного 2 были близки между собой с небольшим превосходством Омского голозерного 2.

Оценка экологической пластичности голозерного ячменя приведена в таблице 3. Наиболее высокий индекс экологической пластичности и наименьшее варьирование урожайности имеет Омский голозерный 1, он же отличается минимальным коэффициентом линейной регрессии, что свидетельствует об его слабой реакции на изменение условий окружающей среды.

Таблица 3

Показатели экологической пластичности голозёрного ярового ячменя (2002–2013 гг.)

Сорт	ИЭП	Y_2-Y_1	b_i	$V, \%$
Оскар (стандарт)	0,84	-21,6	1,04	19,54
Омский голозёрный 1	1,05	-17,5	0,82	13,53
Омский голозёрный 2	0,92	-19,1	0,83	14,57

L' – индекс стабильности – рассчитывают путём деления средней урожайности на коэффициент вариации. Чем он выше, тем стабильнее сорт. Индекс стабильности самый высокий у сортов Абалак (5,07), Омский 96 (3,20), Владук (3,10), а самый низкий – у сортов Оскар (1,12), Вибке (0,94), Арат (0,85).

Таблица 4

Показатели стабильности скороспелого и голозерного ячменя

Группа	Сорт	L'	S^2d	ПУСС	Ном
Скороспелая	Биом (стандарт)	1,26	35,05	31,12	2,09
	Абалак	5,07	2,37	150,07	12,17
	Вибке	0,94	10,94	20,87	2,26
	Вулкан	1,62	20,07	43,74	4,50
	Омский 96	3,20	6,59	70,08	6,95
Голозерная	Оскар (стандарт)	1,12	12,90	24,42	2,81
	Омский голозёрный 1	1,97	11,51	52,40	4,09
	Омский голозёрный 2	1,70	12,06	41,99	3,19

Мера стабильности сорта (S^2d) показывает отклонение фактических урожаев от теоретических, рассчитанных на основе средней урожайности сорта и индекса среды. Чем меньше отклонение, тем стабильнее сорт. Депрессия S^2d стремится к нулю. Самый низкий показатель S^2d у сортов Т 12 (2,21), Абалак (2,37), Омский 95 (3,12), а самый высокий – у сортов Зенит (29,49), Биом (35,05), Татум (59,41). Уменьшение S^2d свидетельствует о большей стабильности сорта, что является не признаком его интенсивности, а фактом лучшей приспособленности (выносливости) сорта к ухудшению условий выращивания. Исходя из этого утверждения, можно сделать вывод, что сорта Т 12, Абалак и Омский 95 – наиболее приспособленные к ухудшению условий выращивания (табл. 4, 5).

Согласно градации А.А. Грязнова [6], все исследуемые сорта – нестабильные. Вибке, Арат, Оленёк, Т 12, Татум, Тулеевский, Оскар – имеют лучшие результаты в благоприятных условиях. Эти сорта продемонстрировали самую высокую отзывчивость на изменение условий. Оставшиеся 15 имеют лучшие результаты в неблагоприятных условиях. Они оказались менее отзывчивыми на изменение условий выращивания.

Таблица 5

Показатели стабильности ярового ячменя среднеспелой группы

Сорт	L'	S^2d	ПУСС	Ном
Ача (стандарт)	2,05	6,22	58,22	3,57
Арат	0,85	5,18	18,87	2,31
Бахус	1,74	5,05	46,98	2,99
Буян	1,35	14,09	33,48	4,43
Владук	3,10	3,72	76,57	9,11
Зенит	1,48	29,49	34,63	3,49
Кедр	1,50	23,14	38,85	3,67
Красноярский 80	1,68	11,43	44,69	3,54
Оленёк	1,53	16,83	40,24	4,58
Омский 95	2,87	3,12	79,79	6,84
Соболёк	1,83	17,96	46,66	2,96
Т 12	2,26	2,21	59,44	5,62
Татум	1,76	59,41	52,45	6,63
Тулеевский	1,36	4,24	35,09	3,80

Из показателей гомеостатичности ПУСС является комплексным, поскольку позволяет одновременно учитывать уровень и стабильность урожайности и характеризует способность отзываться на улучшение условий выращивания, а при их ухудшении поддерживать достаточно высокий уровень продуктивности. ПУСС получают умножением средней урожайности сорта (X_i) на индекс стабильности (L'). Чем он больше,

тем сорт лучше. Наибольший он у сортов Абалак (150,07), Омский 95 (79,79), Владук (76,57), а наименьший – у сортов Оскар (24,42), Вибке (20,87), Арат (18,87) (см. табл. 4, 5).

Высокогемостатичным сортам свойственна высокая стабильность урожайности. Наивысший показатель гомеостатичности (Ном) был у сортов Абалак (12,1), Владук (9,1), Омский 96 (6,9), а наименьший – у сортов Арат (2,3), Вибке (2,3), Биом (2,1). Соответственно сорта Абалак, Владук и Омский 96 являются более адаптированными к изменению внешнего воздействия. Их можно использовать при ухудшении условий возделывания. А сорта Арат, Вибке и Биом – наименее приспособленные к такого рода изменениям и сильно реагируют на ухудшение условий (см. табл. 4, 5).

Выводы. Комплексная оценка экологической пластичности скороспелых сортов ячменя позволила установить, что лучшими являются Абалак и Омский 96. Наибольшую пластичность среди среднеспелой группы показали Владук, Омский 95 и Т 12. Лучшие показатели экологической пластичности в голозерной группе имеет Омский голозерный 1. Данные сорта имеют наибольшую пластичность. В условиях Канской лесостепи Красноярского края более пластичные сорта ячменя обладают лучшей приспособленностью к условиям произрастания, о чем свидетельствуют показатели стабильности.

Между величиной линейной регрессии и показателем стабильности сорта существует обратно пропорциональная зависимость: чем выше показатель b_i , тем выше коэффициент вариации урожайности и ниже ее стабильность.

Самые низкие коэффициент линейной регрессии были у Абалака, Омского 96, Владука, Омского 95, Т 12 и Омского голозерного 1, что позволяет отнести их к широкоадаптивным сортам. Соответствие уровня урожайности изменению условий выращивания отмечено у сортов Биом, Вулкан, Бахус, Буян, Кедр, Т 12 и Оскар. Высокой отзывчивостью на изменения условий выращивания обладают сорта Вибке и Арат.

Литература

1. Байкалова Л.П. Серые хлеба в Восточной Сибири. – М., 2013. – 300 с.
2. Бутковская Л.К. Адаптивный потенциал сельскохозяйственных культур и сортов, возделываемых в Красноярском крае // Адаптивные технологии в современной земледелии Восточной Сибири. – Улан-Удэ, 2005. – С. 90–95.
3. Вавилов Н.И. Селекция как наука // Изб. произведения. – Л.: Наука, 1967. – Т.1. – С. 328–342.
4. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по Красноярскому краю на 2013 год.
5. Гончаренко А.А. Об адаптивности и экологической устойчивости сортов зерновых культур // Вестник РАСХН. – 2005. – № 6. – С. 49–53.
6. Грязнов А.А. Селекция ячменя в Северном Казахстане // Селекция и семеноводство. – 2000. – № 4. – С. 2–8.
7. Жученко А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы): в 2 т. Т. 1. – М.: Изд-во Рос. ун-та дружбы народов, 2001. – 782 с.
8. Жученко А.А. Ресурсный потенциал производства зерна в России (теория и практика). – М.: Агрорус, 2004. – 1107 с.
9. Корзун О.С., Бруйло А.С. Адаптивные особенности селекции и семеноводства сельскохозяйственных растений: учеб. пособие. – Гродно: Изд-во ГГАУ, 2011. – 140 с.
10. Косяненко Л.П. Агроэкологическое обоснование повышения адаптивного потенциала пленчатых и голозерных серых хлебов в Приенисейской Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Красноярск, 2008. – 342 с.
11. Косяненко Л.П., Серебренников Ю.И. Влияние метеоусловий на урожайность сортов ячменя в лесостепи Красноярского края // Вестник КрасГАУ. – 2011. – № 12. – С. 101–104.
12. Ларионов Ю.С. Вопросы семеноводства зерновых культур. – М.: Колос, 1992. – 162 с.
13. Неттевич Э.Д., Моргунов А.И., Максименко М.И. Повышение эффективности отбора яровой пшеницы на стабильность урожайности и качества зерна // Вестник с.-х. науки. – 1985. – № 1. – С. 66–73.
14. Федин М.А. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Общая часть. Вып. I. – М., 1985. – 267 с.
15. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений: сб. науч. тр.; АН СССР. Сиб. отд-ние. – М., 1978. – С. 111–115.
16. Allard R.W., Bradshan A.D. Implications of genotype – environment interactions in applied plant Breeding. Crop Sci. – 1964. – № 4. – P. 503–507.

17. Comstock K.E., Moll K.E. Genotype – environment interactions // Symposium on Statistical genetics and Plant Breeding. NAS-NRS Pub. 982, 1963. – P. 164–196.
18. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // Crop. sci. – 1996. – Vol. 6, № 1. – P. 36–40.



УДК 635. 9 (476)

Г.А. Зueva, А.Б. Князева

ИЗУЧЕНИЕ РОСТА И РАЗВИТИЯ ДЕКОРАТИВНЫХ ЗЛАКОВ ДЛЯ ВВЕДЕНИЯ В КУЛЬТУРУ

В статье представлены результаты изучения роста и развития семи образцов декоративных злаков в культуре. Выявлено, что все злаки характеризуются высокой полевой всхожестью. Опытные образцы активно развиваются и прошли все фазы развития. Несмотря на неблагоприятные погодные условия, декоративность растений оставалась высокой.

Ключевые слова: декоративные злаки, фенологические наблюдения, энергия прорастания, морфологический анализ, ассортимент, ландшафтный дизайн.

G.A. Zueva, A.B. Knyazeva

THE STUDY OF THE DECORATIVE CEREAL GROWTH AND DEVELOPMENT FOR THE INTRODUCTION IN TO THE CULTURE

The research results of the seven samples decorative cereal growth and development of in the culture are presented in the article. It is revealed that all the cereals are characterized by the high field germination. The experimental samples develop actively and have passed through all the development phases. Despite the unfavorable weather conditions, the decorative characteristics of plants remained high.

Key words: decorative cereal, phenological observations, germination energy, morphological analysis, assortment, landscape design.

Введение. В ландшафтной архитектуре всё более популярны декоративные злаковые травы. Биологические особенности декоративных злаков позволяют широко использовать их в озеленении. Благодаря разнообразию жизненных форм они используются как почвопокровные, фоновые растения, элементы микс-бордеров, рокариев и солитеров, а также в цветниках, на альпийских горках, на открытых местах и в тенистых садах [1]. Они могут произрастать на сухих и заболоченных почвах, у водоёмов, в тени. При создании природных садов травы составляют неотъемлемую часть композиций, придавая ей естественность.

Исследования по введению в культуру видов декоративных злаков особенно актуальны в нашем регионе, так как ассортимент культур нуждается в дальнейшем пополнении высокодекоративными и устойчивыми в местных условиях видами. В связи с этим **цель** нашего **исследования** заключалась в изучении эколого-биологических особенностей некоторых декоративных злаков для введения их в культуру.

Объектами изучения были декоративные злаковые травы из семейства мятликовых (*Poaceae*): зайцевостник яйцевидный – *Lagurus ovatus*, канареечник канарский – *Phalaris canariensis*, овёс посевной – *Avena sativa*, просо обыкновенное – *Panicum miliaceum*, сорго чёрное – *Sorghum nigrum*, трясунка средняя – *Brizamedia*, щетинник итальянский – *Setaria italica*.

Исследовательская работа проводилась на интродукционном участке газонных и декоративных злаков (ЦСБС СО РАН, г. Новосибирск) в течение вегетационного периода 2012 года.

Однолетние растения – *Lagurus ovatus*, *Phalaris canariensis*, *Panicum miliaceum*, *Sorghum nigrum* *Setaria italica* – были посеяны 15 мая. *Avena sativa* – 7 июня. Многолетнее растение *Brizamedia* второго года жизни уже произрастало на участке.

Фенологические наблюдения проводились по Методике фенологических наблюдений в ботанических садах СССР [2]. Отмечались основные фенологические фазы: всходы, отрастание, трубкование, вымётывание, колосение, цветение, плодоношение. Статистическую обработку полученных результатов проводили по