

УДК 633.16:631.52(571.12)

В. А. Сапега, доктор сельскохозяйственных наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Тюменский индустриальный университет»
(625000, г. Тюмень, ул. Володарского, 38;
тел. 89612081610, email: sapegavalerii@rambler.ru)

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ПАРАМЕТРЫ ИНТЕНСИВНОСТИ И СТАБИЛЬНОСТИ СОРТОВ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Приведены результаты оценки допущенных к использованию в 10 (Западно-Сибирском) регионе перспективных сортов ярового ячменя по урожайности, интенсивности и стабильности при их испытании в двух контрастных природно-климатических зонах Тюменской области. Установлена средняя изменчивость продолжительности вегетационного периода и высоты растений: средняя – в зоне подтайги и слабая – в южной лесостепи. Выявлена слабая вариабельность массы 1000 зерен независимо от природно-климатической зоны. Лучшим сортом по средней урожайности независимо от природно-климатической зоны является Ворсинский 2. Ранги большинства сортов по величине средней урожайности не совпадают при их сравнении в зонах испытания, что указывает на наличие генотип-средового взаимодействия. Изменчивость урожайности определена как сильная независимо от природно-климатической зоны. По уровню интенсивности выделено три группы сортов: экстенсивные, полуинтенсивные и интенсивные. Независимо от природно-климатической зоны все сорта ярового ячменя характеризуются средними значениями показателя стабильности. Наибольшая величина генотипического эффекта выявлена у сортов Ворсинский 2 (подтайга, южная лесостепь), Абалак (подтайга) и Салаир (южная лесостепь). Исходя из комплексной оценки сортов по урожайности и параметрам адаптивности, независимо от природно-климатической зоны лучшим сортом признан Ворсинский 2.

Ключевые слова: яровой ячмень, сорт, высота растений, масса 1000 зерен, урожайность, изменчивость, интенсивность, стабильность.

V.A. Sapega, Doctor of Agricultural Sciences, professor,
FSBEI HE 'Tumen Industrial University'
(625000, Tumen, Volodarsky Str., 38; tel.: 8(961)2081610; email:
sapegavalerii@rambler.ru)

PRODUCTIVITY AND PARAMETERS OF INTENSITY AND STABILITY OF SPRING BARLEY VARIETIES

The article presents the study results of the promising spring barley varieties approved to use in the 10th region (West-Siberian) due to their high productivity and stability shown during the trials under two contrast climate zones of the Tyumen region. The variability of the duration of the vegetation period was average; the plant height was medium in the zone of pod-taiga and low in the southern forestry steppe area. The trait '1000-seed weight' slightly varied and didn't depend on the nature-climate zone. The variety 'Vorsinsky 2' turned to be the best one in average productivity independent from the nature-climate zone. The average productivity of the most varieties grown in different areas does not coincide, and that shows dependence between a genotype and environment. The changeability of productivity has been determined as strong irrespective of the nature-climate zone. According to the intensity there have been formed three groups of varieties: extensive, half-intensive and intensive. Irrespectively of the nature-climate zone all varieties of spring barley are characterized with medium indexes of stability. The largest index of the genotype effect has been shown by the varieties 'Vorsinsky 2' (pod-taiga, southern forestry-steppe), 'Abalak' (pod-taiga) and 'Salair' (southern forestry-steppe). According to the complex assessment of productivity and parameters of adaptive ability irrespective of the nature-climate zone the variety 'Vorsinsky 2' has been determined as the best one.

Keywords: *spring barley, variety, plant height, 1000-seed weight, productivity, variability, intensity, stability.*

Введение. Яровой ячмень – сельскохозяйственная культура разностороннего использования. В первую очередь он является надежным и ценным источником продовольственного и фуражного зерна.

В настоящее время возрастает потребность в сортах ярового ячменя интенсивного типа в связи с общим повышением культуры земледелия и заметным изменением климата [1].

Дальнейший рост урожайности в значительной степени обусловлен оптимизацией взаимодействия в системе «генотип – среда». В связи с этим при создании и оценке сортов значительное внимание уделяется их адаптивной способности, экологической пластичности и стабильности, т.е. параметрам, обеспечивающим как повышение продуктивности, так и их экологическую устойчивость [2,3,4]. Это особенно актуально для регионов с жесткими метеорологическими условиями вегетационного периода, их значительной вариабельностью во времени и пространстве, что характерно, в частности, для Западной Сибири.

Цель исследования – оценка продуктивности, уровня интенсивности и стабильности сортов ярового ячменя в различных природно – климатических зонах Северного Зауралья.

Материалы и методы. В качестве материала исследования использовали данные урожайности сортов ярового ячменя по результатам их испытания за 2012-2014 гг. в двух контрастных природно-климатических зонах Тюменской области – подтайге (II зона, Нижне - Тавдинский ГСУ) и южной лесостепи (IV зона, Бердюжский ГСУ). Предшественник в годы испытания – яровая пшеница. Учетная площадь деланки – 25 м², повторность – четырехкратная, размещение сортов в опыте – рендомизированное. Изучали 5 сортов ярового ячменя, в том числе три допущенных к использованию в 10 (Западно-Сибирском регионе) – Ача, Челябинский 99, Ворсинский 2 и два перспективных – Абалак, Салаир.

Метеорологические условия были жесткими в 2012 г. Среднесуточная температура воздуха за июнь-август в зоне подтайги составила 17,6°С, южной лесостепи – 19,4°С, что выше среднемноголетних значений соответственно на 1,0 и 1,8°С. Сумма осадков за тот же период составила 49 мм (подтайга) и 51 мм (южная лесостепь), что меньше среднемноголетних значений соответственно по зонам на 19 и 10 мм. В 2013 и 2014 гг. метеорологические параметры периода вегетации сортов характеризовались как благоприятные (за исключением суммы осадков в 2013 г. в южной лесостепи и в 2014 г. в подтайге) и были соответственно близки и превышали среднемноголетние значения. Так, в 2013 г. среднесуточная температура воздуха за июнь-август составила 17,3°С и 17,6°С (соответственно подтайга и южная лесостепь) при среднемноголетних значениях 16,6°С (подтайга) и 17,6°С (южная лесостепь). Сумма осадков составила 53,7 мм (подтайга) и 34,7 мм (южная лесостепь) при среднемноголетних значениях соответственно 68 и 61 мм.

В 2014 г. среднесуточная температура воздуха за июнь-август в зоне подтайги составила 16,0°С, в южной лесостепи – 17,1°С, а сумма осадков – соответственно 46,3 и 58,0 мм.

Изменчивость (коэффициент вариации) урожайности, высоты растений и массы 1000 зерен сортов определяли по методике Б.А. Доспехова [5], а показатель интенсивности и относительной стабильности – соответственно по методике Р.А. Удачина, А.П. Головоченко [6] и Н.А. Соболева [7]. Генотипический эффект сортов ярового ячменя определяли по методическим указаниям по экологическому сортоиспытанию зерновых культур [8].

Результаты. Анализ изученных признаков сортов ярового ячменя показал, что среднесортная величина продолжительности вегетационного периода находится на одном уровне как в подтайге, так и южной лесостепи.

Минимальной за годы исследования, а также наименьшей средней продолжительностью вегетационного периода независимо от природно-климатической зоны характеризовался сорт Ача, а максимальной и наибольшей средней – Челябинский 99 (табл.1).

Вариабельность продолжительности вегетационного периода в целом по сортам ярового ячменя характеризовалась более значительной величиной в условиях подтайги, где она находилась на уровне средних значений (табл.1). Это относится также к сортам Абалак и Салаир в южной лесостепи. Остальные сорта в условиях вышеотмеченной зоны характеризовались слабой изменчивостью продолжительности вегетационного периода. Наименьшее значение коэффициента вариации данного признака независимо от природно-климатической зоны отмечено у сорта Ворсинский 2 (11,8 % – подтайга; 4,6 % – южная лесостепь).

1. Характеристика количественных признаков сортов ярового ячменя

(2012-2014 гг.)

Сорт	Год допуска к использованию	Вегетационный период, сут				Высота растений, см				Масса 1000 зерен, г			
		min	max	\bar{x}	cv,%	min	max	\bar{x}	cv,%	min	max	\bar{x}	cv,%
Подтайга (II зона, Нижне-Тавдинский ГСУ)													
Ача	2001	63	87	72	18,2	59	71	64	10,0	44,2	47,9	46,4	11,8
Челябинский 99	2004	70	88	77	12,8	66	90	79	15,3	45,5	48,0	46,7	11,8
Ворсинский 2	2011	68	84	74	11,8	58	77	67	14,3	47,4	49,9	48,9	11,8
Абалак	-	63	87	73	17,3	58	70	65	9,4	48,8	49,9	49,4	11,8
Салаир	-	68	87	75	13,6	60	87	70	21,1	45,1	49,9	47,5	11,8
\bar{x}				74				69				47,8	
Южная лесостепь (IV зона, Бердюжский ГСУ)													
Ача	2001	65	79	72	9,8	46	52	49	6,2	42,8	47,6	45,0	4,6
Челябинский 99	2004	74	83	78	5,8	56	66	60	9,2	39,7	43,8	41,8	4,6
Ворсинский 2	2011	74	81	77	4,6	55	60	58	5,0	44,7	48,6	46,2	4,6

ский 2												
Абалак	-	65	83	76	12,4	54	60	58	5,5	42,0	47,8	45,2
Салаир	-	65	81	74	11,2	61	67	63	5,1	41,6	44,0	43,1
– х				75				58				44,3

Более высокорослые растения у сортов ярового ячменя, по данным среднесортowych значений, отмечены в условиях подтайги, в первую очередь благодаря достаточному уровню влагообеспеченности, а в условиях южной лесостепи высота растений была меньше, поскольку характер агрометеорологических условий был более жесткий (табл.1). В условиях подтайги минимальной высотой растений характеризовались сорта Ача и Абалак, а в южной лесостепи – Ача. Наименьшая средняя высота растений независимо от природно-климатической зоны отмечена у сорта Ача (64 и 49 см соответственно). Максимальной высотой растений, а также наибольшей средней ее величиной в условиях подтайги характеризовался сорт Челябинский 99, а в условиях южной лесостепи – Салаир.

Отмечена слабая изменчивость высоты растений у большинства сортов ярового ячменя, за исключением трех сортов в зоне подтайги (Челябинский 99, Ворсинский 2, Салаир), где она находится на уровне средних значений. Наименьшей вариабельностью высоты растений в зоне подтайги характеризовался сорт Абалак (9,4 %), а в зоне южной лесостепи – Ворсинский 2 (5,0 %) (табл. 1).

Среднесортовая величина массы 1000 зерен характеризовалась большей величиной в зоне подтайги (табл.1). Минимальная, а также наименьшая средняя масса 1000 зерен в условиях подтайги отмечена у сорта Ача, а в южной лесостепи – у сорта Челябинский 99. Максимальным значением данного признака в зоне подтайги характеризовались сорта Ворсинский 2, Абалак и Салаир (у всех сортов 49,9 г соответственно), а в южной лесостепи – Ворсинский 2 (48,6 г). Наибольшая средняя величина массы 1000 зерен отмечена у сортов Абалак (49,4 г – подтайга) и Ворсинский 2 (46,2 г – южная лесостепь).

Выявлена слабая изменчивость массы 1000 зерен у всех сортов независимо от природно-климатической зоны. Наименьшей ее величиной в зоне подтайги характеризовался сорт Абалак (1,2 %), а в южной лесостепи – Салаир (3,0 %).

Во временной динамике допуска сортов к использованию у большинства из них выявлена тенденция повышения показателей средних значений изученных признаков при их сравнении с сортом Ача, который допущен к использованию в 2001 г. Такое повышение, в частности массы 1000 зерен, способствует росту урожайности сортов. Увеличение же продолжительности вегетационного периода и высоты растений в условиях данного региона нежелательно, если исходить из проблемы короткого

безморозного периода и устойчивости к полеганию как лимитирующих факторов роста урожайности в условиях отдельных лет.

Среднесортная урожайность, а также ее минимальные и максимальные уровни у сортов ярового ячменя значительно выше в зоне подтайги по сравнению с южной лесостепной зоной (табл.2).

2. Урожайность и параметры адаптивности сортов ярового ячменя (2012-2014 гг.)

Сорт	Год допуска к использованию	Урожайность				Ранг сорта по средней урожайности	Cv,%	Показатель		Генотипический эффект (E _i)
		min, ц/га	max, ц/га	— x				интенсивности (И,%)	относительной стабильности (st ²)	
				ц/га	*%					
Подтайга (II зона, Нижне-Тавдинский ГСУ)										
Ача	2001	35,0	58,1	43,8	-	5	28,7	49,5	0,92	-2,9
Челябинский 99	2004	29,9	62,7	46,2	105,5	3	35,5	70,2	0,87	-0,5
Ворсинский 2	2011	31,4	66,3	49,3	112,6	1	35,4	74,7	0,87	2,6
Абалак	-	32,7	70,1	49,1	112,1	2	38,8	80,1	0,85	2,4
Салаир	-	27,9	62,5	45,0	102,7	4	38,4	74,1	0,85	-1,7
— x				46,7						
Южная лесостепь (IV зона, Бердюжский ГСУ)										
Ача	2001	19,6	33,1	28,5	-	4	26,9	45,8	0,93	-1,0
Челябинский 99	2004	14,9	39,7	28,0	98,2	5	44,5	84,1	0,80	-1,5
Ворсинский	2011	19,7	39,3	31,6	110,9	1	33,1	66,4	0,89	2,1

2										
Абалак	-	18,4	34,7	29,2	102,4	3	32,0	55,2	0,90	-0,3
Салаир	-	19,0	40,9	30,1	105,6	2	36,4	74,2	0,87	0,6
— х				29,5						

* к сорту Ача

Самая низкая (минимальная) урожайность за годы исследования в условиях подтайги отмечена у сорта Салаир (27,9 ц/га), а в южной лесостепи – у сорта Челябинский 99 (14,9 ц/га).

Сорта ярового ячменя характеризовались высоким потенциалом урожайности, особенно в условиях подтайги (от 58,1 ц/га у сорта Ача до 70,1 ц/га у сорта Абалак).

В среднем за 2012-2014 гг. лучшим сортом по урожайности независимо от природно-климатической зоны признан Ворсинский 2 (49,3 ц/га – подтайга, 31,6 ц/га – южная лесостепь). Во временной динамике допуска сортов к использованию отмечено повышение уровня урожайности, что указывает на эффективность работы селекционных учреждений региона в направлении создания высокопродуктивных сортов данной культуры.

Так, в условиях подтайги сорт Ворсинский 2 (допущен к использованию в 2011 г.) превышал по средней урожайности сорт Ача (допущен к использованию в 2001 г.) на 5,5 ц/га (табл.2).

Ранги большинства сортов по величине средней урожайности при их сравнении в зонах испытания не совпадают, что указывает на наличие различного характера взаимодействия в системе «генотип-среда» (табл.2). Одинаковым рангом по величине средней урожайности характеризуется только сорт Ворсинский 2. Это позволяет ему формировать высокий уровень урожайности в рассматриваемых природно-климатических зонах как за счет генетической защиты в отношении отрицательного действия стрессовых факторов, так и путем максимального использования почвенно-климатических ресурсов зоны.

Изменчивость урожайности сортов ярового ячменя сильная независимо от природно-климатической зоны и особенно в зоне подтайги (табл.2). Наименьшей вариабельностью урожайности характеризовался сорт Ача (28,7 % – подтайга, 26,9 % – южная лесостепь), у которого также установлен самый низкий уровень средней урожайности. Повышение потенциала урожайности сортов, допущенных к использованию после 2001 г., а также перспективных сортов сопровождается ростом вариабельности их урожайности. Это согласуется с

высказыванием А.А.Жученко [2] о снижении экологической устойчивости создаваемых в последние годы сортов при одновременном повышении уровня их интенсивности.

Согласно методике Р.А. Удачина, А.П. Головоченко [6] нами выделено три группы сортов ярового ячменя по уровню интенсивности: экстенсивные, полуинтенсивные и интенсивные.

К экстенсивным независимо от природно-климатической зоны относятся сорта Ача, а также Абалак (южная лесостепь). Данные сорта характеризуются сравнительно низкой урожайностью, но, вместе с тем, и более низкой ее вариабельностью. При возделывании в производственных условиях их можно размещать по низким агрофонам, а также в зонах с жестким характером агрометеорологических условий периода вегетации в связи с повышенным уровнем экологической устойчивости.

Сорта Челябинский 99 (подтайга) и Ворсинский 2 (южная лесостепь) относятся к группе полуинтенсивных. Это сорта для средних по уровню интенсивности агрофонов.

К интенсивным сортам, по результатам наших исследований, в зоне подтайги относятся Ворсинский 2 (74,7 %), Абалак (80,1 %) и Салаир (74,1 %), а в зоне южной лесостепи – Челябинский 99 (84,1 %) и Салаир (74,2 %). Место их размещения в производственных условиях – высокие агрофоны и зоны или экониши в пределах зон с благоприятным комплексом природно-климатических условий, где они за счет высокой отзывчивости и реализации генетического потенциала будут формировать высокий уровень урожайности. Но, вместе с тем, из-за своей сравнительно низкой адаптивности данные сорта можно характеризовать как сорта локального типа.

Важной характеристикой сортов наряду с их потенциалом и средней урожайностью является ее стабильность. В процессе оценки сортов, их внедрения в производство, при равной средней урожайности преимущество будут иметь сорта с более высоким уровнем ее стабильности.

Проведенные исследования показали, что сорта ярового ячменя в зонах их испытания в целом характеризуются средней величиной показателя стабильности, который снижается по мере повышения уровня интенсивности сортов (табл.2). Наибольшие значения данного параметра отмечены у сорта Ача (0,92 – подтайга, 0,93 – южная лесостепь), а у допущенных после 2001 г. – сортов Челябинский 99, Ворсинский 2 (подтайга) и Абалак (южная лесостепь).

Оценку потенциала урожайности сортов позволяет дать величина их генотипического эффекта. Наибольшие его значения выявлены нами в условиях подтайги у сортов Ворсинский 2 (2,6) и Абалак (2,4), а в южной лесостепи – только у сорта Ворсинский 2

(2,1) (табл.2). Средняя урожайность данных сортов выше среднесортовой (средней урожайности в опыте), что и подтверждает высокий уровень их потенциала.

На основе комплексной оценки сортов ярового ячменя по параметрам продуктивности и адаптивности лучшим сортом независимо от природно-климатической зоны признан Ворсинский 2.

Выводы

1. В зависимости от природно-климатической зоны у сортов ярового ячменя не выявлено различий в продолжительности вегетационного периода, а по высоте растений и массе 1000 зерен более высокие значения отмечены у сортов в условиях подтайги.

2. Изученные признаки (вегетационный период, высота растений, масса 1000 зерен) как в подтайге, так и южной лесостепи характеризуются слабой и средней изменчивостью, а урожайность зерна – сильной.

3. Наибольшим уровнем урожайности сорта ярового ячменя характеризуются в условиях подтайги.

4. По уровню интенсивности выделено три группы сортов: эктенсивные – Ача, Абалак (южная лесостепь), полуинтенсивные – Челябинский 99 (подтайга), Ворсинский 2 (южная лесостепь) и интенсивные – Ворсинский 2, Абалак, Салаир (подтайга) и Челябинский 99, Салаир (южная лесостепь).

5. Все сорта ярового ячменя независимо от природно-климатической зоны характеризовались средней величиной показателя относительной стабильности.

6. Лучшим сортом независимо от природно-климатической зоны по параметрам продуктивности и адаптивности признан Ворсинский 2.

Литература

1. Сурин, Н.А. Создание высокопродуктивных сортов ячменя Восточно-Сибирской селекции в условиях глобального изменения климата / Н.А. Сурин, Н.Е. Ляхова, С.А. Герасимов, А.Г. Липшин / Достижения науки и техники АПК. – 2014. – № 6. – С.3-6.

2. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – М.: Издательство РУДН, 2001. – Т.1. – 780 с.

3. Гончаренко, А.А. Оценка экологической стабильности и пластичности инбредных линий озимой ржи / А.А. Гончаренко, А.В. Макаров, С.А. Ермаков, Т.В. Семенова, В.Н. Точилин / Российская сельскохозяйственная наука. – 2015. – № 1-2. – С.3-9.

4. Сапега, В.А. Характеристика основных параметров среды, урожайность и адаптивная способность сортов ярового ячменя / В.А. Сапега, Г.Ш. Турсумбекова // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – Т.29. – № 2. – С.17-20.
5. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта / Б.А.Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351с.
6. Удачин, Р.А. Методика оценки экологической пластичности сортов пшеницы / Р.А. Удачин, А.П. Головоchenko // Селекция и семеноводство. – 1990. – № 5. – С.2-6.
7. Соболев, Н.А. Проблемы отбора и оценки селекционного материала / Н.А. Соболев / Селекция и семеноводство. – Киев, 1980. – С.100-106.
8. Джелали, Н.И. Методические указания по экологическому сортоиспытанию зерновых культур / Н.И. Джелали. – М.: ВАСХНИЛ, 1980. – 36 с.

Literature

1. Surin, N.A. The development of highly productive barley varieties of East-Siberian breeding under global warming conditions / N.A. Surin, N.E. Lyakhova, S.A. Gerasimov, A.G. Lipshin // Achievements of science and techniques in AIC. – 2014. – № 6. – PP.3-6.
2. Zhuchenko, A.A. Adaptive system of plant breeding (ecologic-genetic basis) / A.A. Zhuchenko. – М.: Publishing of RUFN, 2001. – V.1. – 780 p.
3. Goncharenko, A.A. The assessment of ecologic stability and plasticity of the inbred lines of winter rye / A.A. Goncharenko, A.V. Makarov, S.A. Ermakov, T.V. Semenova, V.N. Tochilin // Russian Agricultural Science. – 2015. – № 1-2. – PP.3-9.
4. Sapega, V.A. Characteristics of the main parameters of the environment, productivity and adaptive ability of spring barley varieties / V.A. Sapega, G.Sh. Tursumbekova // Achievements of science and techniques in AIC. – 2015. – V.29. – № 2. – PP.17-20.
5. Dospikhov, B.A. Methodology of a field trial / B.A. Dospikhov. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351p.
6. Udachin, R.A. Methodology of the assessment of ecological plasticity of wheat varieties / R.A. Udachin, A.P. Golovochenko // Plant-breeding and seed-growing. – 1990. – № 5. – PP.2-6.
7. Sobolev, N.A. The problems of selection and evaluation of the breeding material / N.A. Sobolev // Plant-breeding and seed-growing. – Kiev, 1980. – PP.100-106.
8. Dzhelali, N.A. Methodical recommendations for ecological variety-testing of grain crops /N.A. Dzhelali. – М.: VAARI, 1980. – 36 p.