



УДК 631.52

Н.А. СУРИН, академик РАН

Красноярский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
660041, Красноярский край, г. Красноярск, пр. Свободный, 66
e-mail: krasniish@list.ru

Р.Р. ЛАМАЖАП, старший научный сотрудник

Тувинский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
667005, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Бухтуева, 4
e-mail: tuv_niish@mail.ru

ЭЛЕМЕНТЫ ПРОДУКТИВНОСТИ СЕЛЕКЦИОННЫХ ЛИНИЙ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ

Представлены экспериментальные данные по изучению коллекционных образцов ярового ячменя. Сортоиспытание по изучению и оценке урожайности коллекционных и селекционных линий ярового ячменя проводили на опытно-экспериментальном поле Тувинского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2012–2014 гг. в условиях резко континентального климата Республики Тыва. Объектами изучения были 24 селекционные линии ярового ячменя. Проанализирована зависимость урожайности и качества зерна от сорта и погодных условий. Выделены лучшие селекционные линии, обладающие рядом хозяйственно ценных признаков, сортообразцы ярового ячменя, наиболее адаптированные к природно-климатическим условиям региона. Установлены линии, показатель элементов продуктивности которых выше трехкратного стандартного отклонения ($X + 3\sigma$) и представляющие интерес для дальнейшего изучения в качестве источников высокой урожайности и устойчивости к биотическим и абиотическим стрессам. Из 24 изученных селекционных линий ярового ячменя высокой продуктивностью обладали два; высокой озерненностью – семь; наибольшей продуктивностью колоса – четыре; высокой массой 1000 зерен – пять. Выделены четыре селекционные линии, характеризующиеся комплексом ценных признаков и свойств. Выявлены различия по количественным элементам: высоте растений, продуктивности колоса, массе зерна с растения, массе 1000 зерен. На основании полученных данных можно выделить двурядную селекционную линию К-23682, характеризующуюся стабильной продуктивностью по годам, высокими показателями слагаемых элементов продуктивности и в качестве перспективной линии включить в схему сортоиспытания.

Ключевые слова: яровой ячмень, коллекционный питомник, селекционная линия, элементы продуктивности.

Научная селекция сельскохозяйственных растений в Сибири насчитывает более 100 лет. Все большие площади засевают высококачественными семенами высоких репродукций. Сорт и семена обеспечивают в среднем около 50 % прироста урожайности. Контрастность почвенно-климатических условий Сибири обуславливает необходимость возделывания на ее территории различных сортов ячменя, способных более эффективно использовать биоклиматические ресурсы регионов [1].

Выделение адаптивных сортов, устойчивых к различным стрессам, остается актуальной задачей, тем более что набор негативных факторов, влияющих на растения, расширяется в связи с глобальным изменением климата.

Получение эффективной информации о продуктивности, адаптивности и стабильности сорта позволяет эффективно использовать его в производстве и в качестве исходного материала для дальнейшей селекции [2].

Ячмень считают культурой всех широт, так как он не знает себе равных по географии распространения. Его выращивают и в условиях высокогорья, и за полярным кругом, и в экваториальной Африке. Яровой ячмень одновременно является пищевой и кормовой культурой, используемой в качестве концентрированного производства круп, пивоварении, хлебопечении, спиртовом производстве. Во всем мире ячмень занимает более 90 млн га. По посевным площадям и валовым сборам зерна он находится на четвертом месте после пшеницы, риса и кукурузы, по урожайности – на третьем, уступая только кукурузе и рису [3].

Нестабильная и невысокая урожайность по годам полностью не удовлетворяет потребности в фуражном и пищевом зерне ячменя. Решение этого вопроса возможно за счет соблюдения и совершенствования технологии его выращивания и внедрения новых высокопродуктивных сортов [4].

С учетом климатических факторов, потребности спроса в настоящее время приоритетными направлениями исследований в селекции ячменя становятся высокая продуктивность, скороспелость, адаптивность к местным природно-климатическим факторам, устойчивость к биотическим и абиотическим стрессорам, качество продукции [5]. Учитывая то, что повышение потенциала урожайности занимает доминирующее место среди селекционных целей, необходимо решение вопроса надежности критериев отбора [6]. Работа по селекции новых сортов ячменя в Республике Тыва ведется с 2001 г. под руководством академика Н.А.Сурина [7].

Цель работы – оценка сортов ячменя в селекционных питомниках испытания по стабильности, пластичности, устойчивости к неблагоприятным условиям вегетации; выделение сорта с наибольшей степенью адаптации к условиям конкретного региона.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Сортоиспытание по изучению и оценке урожайности коллекционных и селекционных линий ярового ячменя проводили на опытно-экспериментальном поле Тувинского научно-исследовательского института сельского хозяйства в 2012–2014 гг. Исследования проходили в условиях резко континентального климата Республики Тыва. Объектами изучения были 24 селекционные линии ячменя. В качестве стандарта принят сорт Донецкий 8, характеризующийся нейтральной фотопериодической реакцией. Опыт осуществлен согласно «Методике полевого опыта» [8].

Исследования проводили по паровому предшественнику. Почвы опытного участка темно-каштановые легкосуглинистые, с нейтральной реакцией почвенного раствора (рН 7), содержанием гумуса по Тюрину 4,5 %. Посев проводили в коллекционном питомнике во II декаде мая. Учетная площадь делянки 1 м², метод сравнения прямой.

Оценку сортов, учет урожая, фенологические наблюдения осуществляли по методике госкомиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Метеорологические условия в 2012–2014 гг. испытаний различались по температурному режиму и количеству выпавших осадков. Так, за период вегетации в 2012 г. выпало 210,3 мм осадков; в 2013 г. – 307,4, в 2014 г. – 226,9 мм при среднемноголетнем показателе 220 мм. По влагообеспеченности 2013 г. оказался более благоприятным для роста и развития растений.

Температурный режим периода вегетации в 2012 г. составил 15,8 °С, превысив среднемноголетние данные на 1,6; в 2013 г. он был в соответствии с нормой – 14,3 °С; в 2014 г. температура оказалась выше нормы на 0,7 °С – 14,9 °С. Таким образом, вегетационный период 2013 г. характеризовался оптимальным температурным режимом, достаточным количеством осадков и был благоприятным для формирования высокого урожая ярового ячменя.

Погодные условия 2012 и 2014 гг. не способствовали формированию высокой продуктивности ячменя. В 2012 г. в основные фазы развития растений (июнь, июль) отмечен дефицит осадков в сочетании с высокой температурой воздуха. В 2014 г. сказалось влияние почвенной и воздушной засухи второй половины лета. Сумма эффективных температур за вегетацию равнялась 762,3 °С. Дефицит осадков за июль составил 43,1 мм, за август – 28,9 мм.

Семена в коллекционном питомнике высевали вручную, глубина заделки 7–8 см. На 1 м² высевали 490 семян, по 70 зерен на один рядок. Уборку осуществляли в фазу восковой спелости. После уборки в лабораторных условиях проводили анализ структуры урожая. Статистическую обработку данных урожайности ярового ячменя провели на компьютере с использованием программы Snedecog в соответствии с общепринятыми методами биометрических расчетов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В коллекционном питомнике в 2012–2014 гг. изучено 24 сорта и селекционных линии, в том числе 12 двурядных и 12 многорядных. Название образцов, происхождение, разновидность, а также средние показатели элементов продуктивности и урожайности представлены в табл. 1.

Накопленный в селекции к настоящему времени фактический материал по влиянию ведущих количественных признаков на формирование урожая весьма противоречив, так как их проявление во многом детерминруется климатическими факторами [9].

При средней высоте стебля 71 см растения изучаемых линий практически не полегли. Наиболее высоким стеблем из двурядных селекционных линий характеризовался К-23682 (78 см), из многорядных – К-4210 (77 см). Короткий стебель отмечен у двурядной селекционной линии К-28150 (63 см), многорядных – К-29188 и К-4363 (по 66 см).

Длина колоса образцов в зависимости от года менялась незначительно. Наиболее развитый колос за годы изучения в 2014 г. сформировали линии К-27737 (12 см), К -22055 (11 см), из многорядных – К-29102 (11 см). В среднем за 2012–2014 гг. наиболее продуктивный колос имели двурядные селекционные линии К-23682, К-26963, К-27737, сорта Адапт, Ача – по 9 см.

Таблица 1

Сорт, селекционная линия	Происхождение	Разновидность	Элементы продуктивности и урожая					Урожайность, г/м ²
			Высота растений, см	Длина колоса, см	Число зерен в колосе	Масса зерна с растений, г	Масса 1000 зерен, г	
Донецкий 8 (стандарт)	Украина	Medicum	71	8	21	1,47	46,90	454
Баган	Новосибирская область	Nutans	72	8	21	1,61	44,05	423
К-23682	Украина	Medicum	78	9	23	1,57	46,72	511
К-28150	Краснодарский край	Nutans	63	7	21	1,38	41,91	241
Адапт	Украина	Medicum	69	9	22	1,62	46,14	440
К-26773	Норвегия	Nutans	67	8	20	1,48	42,95	341
Ача	Новосибирская область	»	67	9	22	1,57	45,96	444
К-26963	Украина	»	68	8	20	1,36	45,60	343
К-22055	Краснодарский край	»	76	9	23	1,58	43,95	361
К-27737	Новосибирская область	»	75	9	23	1,60	43,02	429
К-26286	Московская область	»	68	7	19	1,32	38,92	375
К-29158	Казахстан	»	74	8	24	1,61	40,37	472
К-7974*	Якутия	Pallidum	72	7	49	1,99	36,93	281
К-4967*	Омская область	»	73	8	49	2,03	33,88	246
Омский 89*	»	»	73	8	49	2,01	36,05	263
К-22401*	Мексика	»	68	7	45	1,97	36,27	290
К-10748*	Якутия	»	76	8	53	2,06	33,72	321
К-29188*	Канада	»	66	7	51	1,96	37,52	250
К-8306*	Иркутская область	Ricotense	70	7	46	1,38	34,06	252
К-4210*	Томская область	Pallidum	77	8	51	2,01	36,80	310
К-18530*	Финляндия	»	71	8	49	1,81	39,90	288
К-4363*	Бурятия	»	66	7	48	1,71	36,39	225
К-29102*	Иркутская область	»	68	8	36	1,66	36,49	252
К-16955*	»	»	70	7	49	1,99	36,93	281
Среднее...			71	8	21,5/47,8	1,51/1,85	43,87/36,10	402,8/267,0

*Шестирядные селекционные линии.

Увеличение числа зерен в колосе – реальный резерв повышения продуктивности, особенно во влажные годы. Среднее число зерен в колосе в наших исследованиях по двурядным образцам колебалось по годам от 17,2 в 2012 г. до 25 в 2014 г. В целом по опыту число зерен у двурядных ячменей изменялось от 16 в 2012 г. у пяти двурядных образцов до 29 у К-27737 в 2014 г.

Продуктивность растений – наиболее важный показатель ценности сорта в селекции [10]. В табл. 2 представлены средние показатели основных элементов продуктивности и коэффициент их варьирования по годам.

Среднее стандартное число зерен в колосе (Донецкий 8) составляло 21,5. Образцы, вышедшие за пределы трехкратного стандартного отклонения ($X_{cp} + 3\sigma = 22$), составляли четыре номера. Одинаковый уровень со стандартным показателем выявлен у двух номеров. Среднее число зерен в колосе многорядных ячменей составляло 47,8. Варьирование по годам было от 38,7 в 2012 г. до 52,7 в 2013 г. Наибольшим средним числом зерен характеризовалась линия К-10748 (53). Селекционные линии К-29188, К-4210 сформировали по 51 зерну в колосе. Минимальное число составило 36 – у К-29102. Стандарт для многорядных селекционных линий в опыте отсутствовал (см. табл. 1).

Анализ данных массы зерна с растения в опыте показал, что в засушливом 2012 г. средняя масса зерна колоса варьировала от 0,74 г у многорядных селекционных линий до 0,78 г у двурядных. Средний показатель за годы проведения опыта составил 1,85 г по многорядным линиям и 1,51 г по двурядным. В 2013 г. показатели двурядных и многорядных линий равнялись 1,48 и 2,21 г соответственно, групповые средние варьировали от 1,32 до 1,62 г по двурядным селекционным линиям, от 1,38 до 2,06 г – многорядным. В 2014 г. средняя масса зерна колоса по двурядным селекционным линиям составляла 2,28 г, по многорядным – 2,61 г. Средняя масса стандартного сорта 1,47 г, что ниже среднего показателя (1,51 г). Большинство двурядных селекционных линий за годы исследований имели значения данного признака больше, чем среднее по опыту (2,5 г). У многорядных линий также более половины имеют большее значение, чем среднее по опыту (1,8 г). Среди двурядных линий отмечены образцы, вышедшие за пределы трехкратного стандартного отклонения ($X + 3\sigma = 1,6$ г), – К-29158, Адапт, Баган, К-27737. У многорядных селек-

Таблица 2

Изменчивость и выраженность продуктивности и ее структуры селекционных линий ярового ячменя (среднее за 2012–2014 гг.)

Показатель	Двурядные	Многорядные	Двурядные	Многорядные	Двурядные	Многорядные
	$\bar{X} \pm S_x$		lim		V, %	
Число зерен в колосе	21,5 ± 0,5	47,8 ± 1,7	18,7–24,7	35,7–55,0	8,3	12,6
Масса зерна в колосе, г	1,513 ± 0,04	1,853 ± 0,08	1,29–1,69	1,35–2,31	7,8	12,9
Масса 1000 зерен, г	43,87 ± 0,9	36,10 ± 0,9	37,9–47,6	32,3–43,0	8,1	8,2
Продуктивность, г/м ²	402,7 ± 24,9	267,1 ± 17,8	222–522	186–363	23,7	22,2

ционных линий к образцам, вышедшим за пределы трехкратного стандартного отклонения ($X + 3\sigma = 2,1$ г), относится К-10748.

По массе 1000 зерен можно судить о способности сорта противостоять засухе в период налива зерна [4]. В зависимости от года средняя масса 1000 зерен варьировала от 37,2 г в 2012 г. до 50,7 г в 2013 г. у двурядных линий. У многорядных образцов – от 33,2 г в 2012 г. до 39,4 г в 2014 г. Аномально жаркое сухое лето 2012 г. не позволило селекционным линиям реализовать свой генетический потенциал по этому признаку. Формированию более крупного зерна в 2013, 2014 гг. способствовали своевременное выпадение осадков, а также оптимальная температура воздуха. Средние показатели массы 1000 зерен в 2013 г. по двурядным составляли 37,3 г, в 2014 г. – 39,4 г. Многолетние средние значения массы 1000 зерен имели варьирование по двурядным образцам от 38,9 до 46,7 г, по многорядным – от 33,7 до 39,9 г. Наибольшее варьирование признака проявилось в 2014 г. и у двурядных, и у многорядных селекционных линий ($V_{дв} = 12,6$ %, $V_{мн} = 13,9$ %). Среднее значение массы 1000 зерен в опыте равно 43,9 г по двурядным образцам, 36,1 г – по многорядным. Стандартный сорт Донецкий 8 имел массу 1000 зерен 46,9 г. За пределы трехкратного стандартного отклонения ($X + 3\sigma = 44,2$ г) по двурядным селекционным линиям вышли образцы К-23682 (46,7 г), К-26963 (45,6 г), Адапт (46,1 г), Ача (46,0 г). По многорядным за пределы трехкратного стандартного отклонения ($X + 3\sigma = 38,8$ г) вышел один номер – К-18530 (39,9 г).

В более благоприятном для роста и развития ярового ячменя 2013 г. двурядные образцы сформировали самую высокую урожайность зерна – 709,8 г/м², что практически вдвое выше урожайности многорядных – 374,2 г/м². В 2012 г., наиболее засушливом, двурядные ячмени сформировали практически равную (157,5 г/м²) многорядным (125,2 г/м²) урожайность. В 2014 г., в условиях обильных осадков мая и отсутствия летних дождей, двурядные селекционные линии показали урожайность 340,7 г/м², многорядные – 301,7 г/м². Полученные данные указывают на более высокую выносливость к недостатку влаги двурядных ячменей по сравнению с шестирядными. Из двурядных линий семь образцов сформировали урожайность выше среднего значения по опыту (402,7 г/м²). Из образцов, продуктивность которых больше трехкратного стандартного отклонения ($X + 3\sigma$), т.е. выше 477,4 г/м², интерес для селекции представляет селекционная линия К-23682 (511,0 г/м²). Данная линия характеризуется стабильной продуктивностью по годам, высокими показателями слагаемых элементов продуктивности. Из 12 многорядных селекционных линий три образца сформировали урожайность выше среднего значения по опыту (267,1 г/м²), из которых К-10748 показал продуктивность больше трехкратного стандартного отклонения ($X + \sigma$) – 321 г/м².

Наибольшая изменчивость отмечена по продуктивности как у двурядных (23,7 %), так и у многорядных (22,2 %) ячменей. По массе 1000 зерен двурядные и многорядные сорта и селекционные линии варьировали практически на одном уровне (8,1 и 8,2 % соответственно). По числу зерен в колосе разница вариабельности между двурядными и многорядными селекционными линиями составляет 4,3 % (8,3 и 12,6 % соответственно). По массе зерна с колоса двурядные селекционные линии по варьированию

признака имеют небольшие колебания по сравнению с многорядными (7,8 и 12,9 % соответственно). Таким образом, многорядные селекционные линии по числу зерен и массе колоса подвержены варьированию в большей степени, чем двурядные. По массе 1000 зерен и продуктивности размах варьирования между ними невысокий.

Полученные данные указывают, что формирование количественных элементов продуктивности и урожайности зависит от сортовых особенностей исходных форм, условий выращивания, места проведения исследований. Гены, контролирующие их проявление, в сильной степени модифицируются условиями внешней среды [4].

ВЫВОДЫ

1. Выделены два образца ярового ячменя, обладающие высокой продуктивностью: двурядная селекционная линия К-23682 – 511 г/м², многорядная К-10748 – 321,0 г/м²; четыре двурядных образца с наибольшим числом зерен в колосе: К-23682 – 23, К-29158 – 24, К-22055 – 23, К-27737 – 23, три многорядных образца: К-10748 – 53, К-29188 и К-4210 по 51; четыре двурядных образца с высокой продуктивностью колоса: К-29158, Баган – по 1,61 г, К-27737 – 1,60, Адапт – 1,62 г; четыре двурядных образца с наибольшей крупностью зерна – К-23682 – 46,7 г, К-26963 – 45,6, Адапт – 46,1, Ача – 46,0 г, из многорядных – селекционная линия К-18530 – 39,9 г.

2. По комплексу изученных элементов выделено три перспективные двурядные селекционные линии: К-29158, К-23682, К-27737 и многорядная К-10748.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гончаров П.Л., Гончарова А.В. Оптимизация селекционного процесса // Современные проблемы селекции и семеноводства сельскохозяйственных культур: материалы междунар. науч.-практ. конф. (пос. Краснообск, 18–20 июля 2011 г.). – Новосибирск, 2012. – С. 31–41.
2. Добруцкая Е.Г., Пивоваров В.Ф. Экологическая роль сорта в 21 веке // Селекция и семеноводство. – 2000. – № 1. – С. 30.
3. Аниськов Н.И., Поползухин П.В. Яровой ячмень в Западной Сибири (Селекция, семеноводство, сорта). – Омск: Вариант-Омск, 2010. – 388 с.
4. Кулешов К.Р. Направления и результаты селекции ярового ячменя в Тамбовской области // Инновационные технологии в растениеводстве. – Мичуринск, 2009. – 248 с.
5. Братцева Л.И., Николаев П.Н., Поползухин П.В. Селекция ярового ячменя в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2013. – № 5. – С. 11–13.
6. Аниськов Н.И. Селекция ячменя в Западной Сибири // Достижения науки и техники АПК. – 2009. – № 1 – С. 24–26.
7. Ламажап Р.Р. Оценка сортов и селекционных линий ярового ячменя в условиях Республики Тыва // Сиб. вестн. с.-х. науки. – 2014. – № 3. – С. 25–32.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 416 с.
9. Сурин Н.А. Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес). – Новосибирск, 2011. – 707 с.
10. Сурин Н.А., Зобова Н.В., Ляхова Н.Е. Генетический потенциал и селекционная значимость ячменя Сибири // Вавилов. журн. генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 2. – С. 378–380.

Поступила в редакцию 05.10.2015

N.A. SURIN, Member of the Russian Academy of Sciences

Krasnoyarsk Research Institute of Agriculture

66, Svobodny Ave, Krasnoyarsk, Krasnoyarsk Territory, 660041, Russia

e-mail: krasniish@list.ru

R.R. LAMAZHAP, Senior Researcher

Tuvinian Research Institute of Agriculture

4, Bukhtuyeva St, Kyzyl, Republic of Tuva, 667005, Russia

e-mail: tuv_niish@mail.ru

PRODUCTIVITY ELEMENTS IN BREEDING LINES OF SPRING BARLEY

Data are given from experiments on studying spring barley accessions in 2012–2014. Variety trial on studying and evaluating productivity of collection and breeding lines of spring barley was conducted in the experimental field of the Tuvinian Research Institute of Agriculture in 2012–2014. Investigations were carried out under conditions of sharply continental climate in the Republic of Tuva. The objects of study were 24 breeding lines of spring barley. Productivity and grain quality were analyzed depending on a variety and weather conditions. Based on the study were selected the best breeding lines having a number of economic characters, and variety specimens most adapted to natural-climatic conditions of the region. There were revealed the lines with the index of productivity elements higher three standard deviations ($X + 3\sigma$), which have been of interest for further study as sources of high productivity and resistance to biotic and abiotic stresses. Among the 24 breeding lines of spring barley studied, the two was found to be high-productive; seven have the high grain content; four the maximum ear productivity; five high thousand-kernel weight. The four breeding lines characterized by a complex of valuable traits were selected. There were revealed distinctions as to such quantitative elements as height of the plant, ear productivity, grain weight per plant, thousand-kernel weight. Based on the data obtained, one can distinguish a two-row breeding line K-23682 characterized by stable productivity across years and high indices of productivity elements, which can be included in the variety trial scheme as a promising line.

Keywords: spring barley, collection nursery, breeding line, productivity elements, standard.

