

УДК 633.171

**В.И. Кадычегова, А.Н. Бородыня, А.Н. Кадычegov**  
**V.I. Kadychegova, A.N. Borodynya, A.N. Kadychegov**

## СОРТОВОЙ ПОТЕНЦИАЛ ПРОСА В СТЕПНОЙ ЗОНЕ РЕСПУБЛИКИ ХАКАСИЯ

### VARIETAL POTENTIAL OF MILLET IN THE STEPPE ZONE OF THE REPUBLIC OF KHAKASSIA

**Ключевые слова:** просо, сорта, урожайность, вклад факторов, адаптивность, степная зона.

Цель исследования – оценка сортового потенциала проса в экологических условиях степной зоны Республики Хакасии. Сортоиспытание проса проведено на Ширинском ГСУ в два временных отрезка. Первый охватывал 2001-2005 гг., второй – 2009-2012 гг. Конкурсное сортоиспытание проведено по пару. Размещение делянок рендомизированное, двухярусное. Площадь учётных делянок 25 м<sup>2</sup>. Защитная полоса 15 м. Повторность – четырехкратная. Посев проводили в третьей декаде мая с учётом зональной технологии. Сорта Абаканское кормовое, Крупноскорое и Быстрое проходили испытание в течение 9 лет. Используя результаты сортоиспытания по данным сортам, был рассчитан вклад фактора «год» в общую изменчивость урожайности и определены экологическая пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов Абаканское кормовое, Крупноскорое и Быстрое. Статистическая обработка данных проведена по методике Б.А. Доспехова с помощью пакета программ FieldExpert Д.Н. Акимова. Показатель гомеостатичности рассчитан по В.В. Хангильдину, параметры экологической пластичности – по методике С.А. Eberhart, W.A. Russell. В целом по опыту максимальный урожай получен по сорту Барнаульское 98-2,75 т/га, что указывает на высокий потенциал проса в степной зоне Хакасии. Сорта Абаканское кормовое, Крупноскорое Быстрое и Саратовское жёлтое не имеют больших различий по урожайности. Вклад сортовых различий в общую изменчивость составил всего 6%. Доминирующий вклад в изменчивость признака вносил фактор «год». Внедрение адаптивных сортов и технологий позволит снизить зависимость урожайности от метеорологических условий.

**Keywords:** millet, varieties, yielding capacity, factors' contribution, adaptability index, steppe zone.

The research goal was the evaluation of the varietal potential of millet in the steppe zone of the Republic of Khakassia. The millet varieties were tested at the Shirinskiy Variety Testing Station in two time periods: 2001-2005 and 2009-2012. A fallow field was used as a forecrop. The trial plots, 25 m<sup>2</sup> each, were designed in two stripes, randomized way, with four replicates. The crop was sown in the third ten-days of May. The varieties Abakanskoye kormovoye, Krupnoskoroye and Bystroye were studied for nine years. The following was evaluated: the contribution of "year" factor in the general variability of yield, and ecological plasticity, stability and homeostatic parameters of the above varieties. The statistical processing of the experimental data was performed according to B.A. Dospekhov (1985) using the software package Field Expert (D.N. Akimov, 2007). The homeostatic indices were calculated according to V.V. Khangildin (1978), and ecological plasticity indices according to S.A. Eberhart and W.A. Russell (1966). The maximum yield in the trials was obtained from the variety Barnaulskoye 98 (2.75 t ha), and that was indicative of millet potential in the steppe zone of the Republic of Khakassia. The varieties Abakanskoye kormovoye, Krupnoskoroye, Bystroye and Saratovskoye did not differ much by their yields. The contribution of the genotype into the general yield variability made 6% only. The "year" factor dominated in yield variability of the crop. The introduction of adaptive varieties and technologies of millet growing will enable to decrease the dependence of yields on the weather conditions.

**Кадычегова Валентина Ивановна**, к.с.-х.н., доцент, каф. агрономии, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. Тел.: (39032) 25500; 961-897-4230. E-mail: kadychegov@mail.ru.

**Бородыня Александр Николаевич**, к.с.-х.н., заведующий, Ширинский сортоиспытательный участок, ФГБУ «Госсорткомиссия» по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва. Тел. (39035) 95699. E-mail: nikolaenko\_sport@mail.ru.

**Кадычegov Алексей Николаевич**, к.с.-х.н., доцент, каф. агрономии, Хакасский государственный университет им. Н.Ф. Катанова, г. Абакан. Тел.: (39032) 25500; 906-953-1908. E-mail: kadychegov@mail.ru.

**Kadychegova Valentina Ivanovna**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan. Ph.: (39032) 25500. E-mail: kadychegov@mail.ru.

**Borodynya Aleksandr Nikolayevich**, Cand. Agr. Sci., Head, Shirinskiy Variety Testing Station, FGBU «Gossortkomissiya» in the Krasnoyarsk Region, Republic of Khakassia and Republic of Tuva. Ph.: (39035) 95699. E-mail: nikolaenko\_sport@mail.ru.

**Kadychegov Aleksey Nikolayevich**, Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Chair of Agronomy, Khakass State University named after N.F. Katanov, Abakan. Ph.: (39032) 25500; 906-953-1908. E-mail: kadychegov@mail.ru.

Просо выращивали в Тыве, сопредельная территория с Хакасией, уже за 2700 лет до н.э., так как биология данной культуры позволяет её выращивать в резко континентальных условиях региона. В сравнении с пшеницей, овсом и ячменём, просо отличается скороспелостью, засухоустойчивостью, дает хорошие урожаи и при поздних сроках посева, что позволяет очистить почву от сорняков и сократить до минимума работы по уничтожению сорняков в период ухода за растениями. Просо хорошо использует для роста и развития поздние летние осадки, которые являются климатической нормой для степной зоны Восточной Сибири.

Крупа, полученная из семян проса, отличается хорошей переваримостью и усвояемостью, содержит до 12% белка и 5,5% жира [1]. На основании исследований установлено, что в степной зоне Хакасии просо посеянное при посеве 25 мая является самой продуктивной культурой по выходу кормовой массы, кормовых единиц и переваримого протеина [2].

Однако посевные площади проса на зерно в Республике Хакасия неуклонно снижаются. Если эту культуру в 80-е годы прошлого столетия выращивали на площади до 11 тыс. га, то в 2013 г. просо уже отсутствовало в структуре посевов.

Это объясняется многими причинами, среди которых – недостаточное внимание агрономического корпуса к новым сортам, которые прошли государственное сортоиспытание с учётом зональных климатических условий.

*Цель исследования* – оценка сортового потенциала проса в экологических условиях степной зоны Республики Хакасии.

*Задачи:* 1) определить сортовой потенциал применительно к степной зоне Республики Хакасия; 2) изучить влияние метеорологических условий на формирование урожайности; 3) установить влияние генотипических различий сортов в изменчивость урожайности; 4) выявить адаптивные свойства сортов проса.

### Условия

#### и методика проведения исследования

Степной Ширинско-Богградский агроландшафтный район характеризуется суммой положительных температур выше 10°C в пределах 1639°C, суммой годовых осадков – 312 мм и суммой осадков за апрель-сентябрь – 280 мм. Ширинская степь охватывает степные, холмисто-сопочные, эрозионно-опасные территории. Основные почвы – черноземы южные и обыкновенные суглинистые на красноцветных породах [3].

В районе проведения опытов весна бывает продолжительная, засушливая, ветреная. Переход среднесуточной температуры через 0°C происходит 8-11 апреля, через 5°C – в

среднем 24-26 апреля, через 10°C – 11-14 мая. Осадки составляют всего 15-20% годовой нормы. Лето характеризуется большими тепловыми ресурсами, значительной продолжительностью солнечного сияния, высокой температурой воздуха и частым дефицитом почвенной влаги. На лето приходится до 60% годовых осадков. Наиболее дождливые месяцы – июль и август [4].

Согласно результатам анализов почвенных образцов (взятых из разреза) и морфологическому описанию, почвенный покров опытного участка пункта «Шира» представлен черноземом обыкновенным малогумусным маломощным среднесуглинистым. Результаты агрохимического анализа почвенных образцов показали, что почва по содержанию подвижных элементов питания характеризуется средним содержанием подвижного (нитратного) азота (7-8,8 мг/кг), средней обеспеченностью подвижным фосфором (48-141 мг/кг) и средним уровнем обеспеченности обменным калием (141-175 мг/кг) по Мачигину.

Сопоставляя суммы осадков в период посев – восковая спелость в годы исследования, можно заключить, что более засушливыми были 2001, 2005 гг., хорошо увлажненными – 2003, 2004 и 2008 гг.

Опыты закладывались по методике государственного сортоиспытания, утвержденной Государственной комиссией Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений.

Сортоиспытание проса проведено на Ширинском ГСУ в два временных отрезка. Первый охватывал 2001-2005 гг., второй – 2009-2012 гг. Конкурсное сортоиспытание проведено по пару. Размещение делянок рендомизированное, двухъярусное. Площадь учётных делянок 25 м<sup>2</sup>. Защитная полоса 15 м. Повторность – четырехкратная. Посев проводили в третьей декаде мая с учётом зональной технологии.

Сорта Абаканское кормовое, Крупноскорое и Быстрое проходили испытание в течение 9 лет. Используя результаты сортоиспытания по данным сортам, был рассчитан вклад фактора «год» в общую изменчивость урожайности и определены экологическая пластичность, стабильность и гомеостатичность сортов Абаканское кормовое, Крупноскорое и Быстрое.

Статистическая обработка данных проведена по методике Б.А. Доспехова [5] с помощью пакета программ FieldExpert Д.Н. Акимова [6]. Показатель гомеостатичности рассчитан по В.В. Хангильдину [7], параметры экологической пластичности – по методике Эберхарта и Расселла (S.A. Eberhart, W.A. Russell) [8].

**Результаты исследования**

Оценка проса, в связи со спецификой сортоиспытания на государственном сортоиспытательном участке, проведена с учётом постоянно меняющейся выборки сортов в годы исследования. В качестве стандартов использованы сорта Абаканское кормовое, Крупноскорое и Быстрое, которые находились в испытании в течение всех лет опыта. Оценку других сортов проводили по отношению к стандарту по усредненным показателям только за годы, в которые испытывался сорт.

Сорта Абаканское кормовое, Крупноскорое Быстрое и Саратовское жёлтое включены в Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию по 11-му региону, куда входит и Республика Хакасия.

Сорт Барнаульское 98 проходил испытание в 2003-2004 гг. За два года испытания по данному сорту отмечена средняя урожайность 1,92 т/га и у сортов Абаканское кормовое, Крупноскорое и Быстрое – соответственно, 1,43; 1,69 и 1,65 т/га.

В 2003-2005 гг. сорт Саратовское 12 показал среднюю урожайность – около 1,10 т/га, сорт НУР – около 1,57 т/га, соответственно, у сортов Абаканское кормовое, Крупноскорое – 1,12; 1,28 и 1,26 т/га.

В 2009-2012 гг. испытание прошел сорт проса Саратовское жёлтое, который в годы испытания имел среднюю урожайность 1,20 т/га, сорта Абаканское кормовое, Крупноскорое и Быстрое – соответственно, 1,00; 1,10 и 1,11 т/га.

Особый интерес представляет потенциал изучаемых сортов в благоприятные годы для формирования урожая. Сорта Абаканское кормовое, Крупноскорое, Барнаульское 98, НУР и Саратовское 12 имели наиболее высокую продуктивность в 2003 г., которая, соответственно, составила 1,75; 2,08; 2,75; 2,5 и 1,92 т/га. Сорт Быстрое в 2009 г. сформировал

урожайность 2,00 т/га, сорт Саратовское жёлтое в 2010 г. – 1,86 т/га.

В целом по опыту максимальный урожай получен по сорту Барнаульское 98 – 2,75 т/га, что указывает на высокий потенциал проса в степной зоне Хакасии.

Оценка сортов Абаканское кормовое, Крупноскорое и Быстрое в 2001-2005 гг. и 2009-2012 гг. позволяет методом дисперсионного анализа выявить вклад фактора «год» в общую изменчивость урожайности проса в степных условиях Республики Хакасия.

Определив роль указанного фактора, можно охарактеризовать влияние в целом метеорологических, почвенных и других неучтенных в опыте условий на формирование урожайности (табл., рис.).

Вклад фактора «год» в изменчивость урожайности составил 84%, что свидетельствует о крайней нестабильности урожайности проса в степных условиях Республики Хакасия.

Наиболее низкая урожайность в целом по опыту была в 2001 г. и составила 0,42 т/га и наиболее высокая – в 2003 г. и находилась на уровне 1,77 т/га (табл.).

Сортовые различия по признаку «урожайность» только на 6% определяли проявление признака.

Средняя урожайность сортов Абаканское кормовое, Крупноскорое и Быстрое составила, соответственно, 0,95; 1,09 и 1,08 т/га ( $HC_{P_{05}} = 0,03$  т/га).

Отмечено специфическое взаимодействие «год x сорт», которое внесло вклад в общую изменчивость урожайности около 10% (рис.). Полученные результаты на основе дисперсионного анализа устанавливают факт наличия взаимодействия «генотип x среда» для всей совокупности изучаемых сортов и позволяют провести расчёт коэффициентов линейной регрессии  $b_i$  и стабильности  $\sigma_d^2$ , согласно методике S.A. Eberhart et W.A. Russell [8].

Таблица

**Основные статистические показатели по признаку «урожайность»**

Годы	Урожайность, т/га			lj
	Абаканское кормовое	Крупноскорое	Быстрое	
2001	0,31	0,46	0,50	-0,58
2002	0,98	1,20	1,00	0,07
2003	1,75	2,08	1,50	0,44
2004	1,12	1,30	1,80	0,41
2005	0,50	0,45	0,48	-0,52
2009	0,88	1,69	2,00	0,52
2010	0,80	0,96	0,45	-0,26
2011	0,74	0,61	0,81	-0,28
2012	1,47	1,02	1,16	0,22
$b_i$	0,80	1,11	1,09	
$\sigma_d^2$	0,06	0,03	0,08	
Hom	2,00	2,16	2,01	

Примечание.  $HC_{P_{05}}$  «годы» – 0,06 т/га; «сорта» – 0,03 т/га; «годы x сорта» – 0,02 т/га.

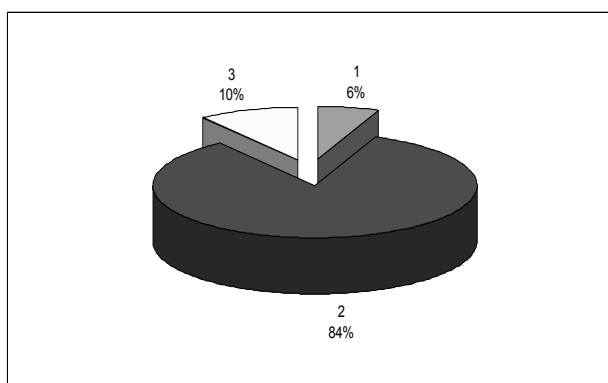


Рис. Вклад факторов в изменчивость урожайности, %:  
1 – сорт; 2 – год; 3 – год x сорт

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 2009 г. ( $I_j = +0,52$ ) и 2003 г. ( $I_j = +0,44$ ) и худшие условия в 2001 г. ( $I_j = -0,58$ ) и 2005 г. ( $I_j = -0,52$ ) (табл.).

В выборке трёх сортов проса наиболее отзывчивым на благоприятные условия выращивания был сорт Крупноскорое (при повышении уровня урожайности в целом по опыту на 1 т/га он увеличивал свою урожайность на 1,11 т/га). Сорт Абаканское кормовое наименее отзывчив на улучшение условий выращивания: с повышением уровня урожайности в среднем по опыту на 1 т/га увеличивает свою урожайность только на 0,80 т/га (табл.).

Оценку различий по стабильности урожайности  $\sigma^2_d$  сорта можно получить с помощью F-критерия.

Как показывают результаты сравнения по F-критерию, различия по величине показателя стабильности  $\sigma^2_d$  между сортами незначительны ( $F_f < F_{05}$ ), нет сортов, устойчивость урожайности которых была бы специфической, т.е. генетически обусловленной сортом, достоверно превышающей изменчивость средней всего набора. Таким образом, вся изменчивость этих сортов вызвана только влиянием условий внешней среды, а не их генетическими особенностями [9].

Практический интерес представляют сорта, у которых сочетаются высокая средняя урожайность и незначительная вариабельность признака по годам. Эти показатели являются составляющими для расчета гомеостатичности сортов.

Анализ гомеостатичности позволил установить, что наиболее высоким показателем данного параметра выделяется сорт проса Крупноскорое ( $Hom = 2,16$ ).

### Выводы

1. В целом по опыту максимальный урожай получен по сорту Барнаульское 98 2,75 т/га, что указывает на высокий потенциал проса в степной зоне Хакасии.

2. Сорта Абаканское кормовое, Крупноскорое Быстрое и Саратовское жёлтое не имеют больших различий по урожайности. Вклад сортовых различий в общую изменчивость составил всего 6%.

3. Доминирующий вклад в изменчивость признака вносил фактор «год». Внедрение адаптивных сортов и технологий позволит снизить зависимость урожайности от метеорологических условий.

Работа выполнялась в рамках договора между ХГУ им. Н.Ф. Катанова и инспектурой ГК по сортоиспытанию и охране селекционных достижений по Красноярскому краю, Республике Хакасия и Республике Тыва.

### Библиографический список

1. Дмитриев В.Е., Ведров Н.Г. Истоки и современность земледельческой культуры. – Красноярск, 2003. – 153 с.
2. Карпенко Е.Г. Технология возделывания просовидных культур // Концепция и технологии земледелия в аридной зоне Алтае – Саянского субрегиона. – РАСХН, Сиб. отделение, НИИ аграрных проблем Хакасии, Бурятский НИИ сельского хозяйства, Горно-Алтайский НИИ сельского хозяйства, Тувинский НИИ сельского хозяйства, Монгольская академия сельскохозяйственных наук, НИИ растениеводства и земледелия. – Абакан: ООО «Март», 2009. – С. 180-184.
3. Чебочаков Е.Я. Совершенствование почвозащитного степного земледелия Хакасии / РАСХН, Сиб. отделение, ГНУ НИИ аграрных проблем Хакасии. – Абакан, 2003. – 296 с.
4. Донская О.Л., Николаева З.Н. Экологическая оценка агроэкосистем юга Средней Сибири. – Абакан: Изд-во Хакасского государственного университета им. Н.Ф. Катанова, 2008. – 176 с.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 352 с.
6. Акимов Д.Н. Обработка экспериментальных данных полевого опыта с помощью пакета данных полевого опыта с помощью пакета программ Field Expert // Фестиваль исследовательских и творческих работ учащихся «Портфолио»: сборник описаний работ (2006-2007 учебный год). Кн. 2. – М.: ООО «Чистые пруды», 2007. – С. 379.
7. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков сельскохозяйственных растений. – М.: Наука, 1978. – С. 111-116.

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

9. Методика расчёта и оценка параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов. – Уфа: Изд-во Башкирского государственного аграрного университета, 2005. – 44 с.

#### References

1. Dmitriev V.E., Vedrov N.G. Istoki i sovremennost' zemledel'cheskoi kul'tury. – Krasnoyarsk, 2003. – 153 s.

2. Karpenko E.G. Tekhnologiya vozdevaniya prosovidnykh kul'tur // Kontseptsiya i tekhnologii zemledeliya v aridnoi zone Altae-Sayanskogo subregiona. RASKhN, Sib. otd-nie, NII agrarnykh problem Khakasii, Buryatskii NII sel'skogo khozyaistva, Gorno-Altayskii NII sel'skogo khozyaistva, Tuvinskii NII sel'skogo khozyaistva, Mongol'skaya akademiya sel'skokhozyaystvennykh nauk, NII rasteniyevodstva i zemledeliya. – Abakan: Tipografiya OOO «Mart», 2009. – S. 180-184.

3. Chebochakov E.Ya. Sovershenstvovanie pochvozashchitnogo stepnogo zemledeliya Khakasii. – RASKhN, Sib. otd-ie, GNU NII agrarnykh problem Khakasii. – Abakan, 2003. – 296 s.

4. Donskaya O.L., Nikolaeva Z.N. Ekologicheskaya otsenka agroekosistem yuga Srednei Sibiri. – Abakan: Izd-vo Khakasskogo gosudarstvennogo universiteta im. N.F. Kata-nova, 2008. – 176 s.

5. Dospekhov B.A. Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 352 s.

6. Akimov D.N. Obrabotka eksperimental'nykh dannykh polevogo opyta s pomoshch'yu paketa dannykh polevogo opyta s pomoshch'yu paketa programm Field Expert // Festival' issledovatel'skikh i tvorcheskikh rabot uchashchikhsya «Portfolio». Sbornik opisaniy rabot. 2006-2007 uchebnyi god: Kn. 2. – M.: OOO «Chistye prudy», 2007. – S. 379.

7. Khangil'din V.V. O printsipakh modelirovaniya sortov intensivnogo tipa // Genetika kolichestvennykh priznakov sel'skokhozyaystvennykh rastenii. – M.: Nauka, 1978. – S. 111-116.

8. Eberhart S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Crop Sci.* – 1966. – Vol. 6. – No. 1. – P. 36-40.

9. Metodika rascheta i otsenka parametrov ekologicheskoi plastichnosti sel'skokhozyaystvennykh rastenii / sost. V.A. Zykin, I.A. Belan, V.S. Yusov. – Ufa: Izd-vo Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2005. – 44 s.

