

ЭКОЛОГО-ГЕНЕТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ПРОСА ПОСЕВНОГО НА КРУПНОЗЁРНСТЬ

Н.П. Тихонов, кандидат с.-х. наук, Т.В. Тихонова

ФГБНУ «ФАНЦ Юго-Востока», г. Саратов
E-mail: alex_druzhin@mail.ru

Кратко проанализированы селекционно-генетические и экологические аспекты селекции проса посевного на крупность зерна. Представлены фрагментарные результаты сравнительного изучения массы 1000 зёрен (далее - МТЗ) у различных сортов проса селекции НИУ России в условиях Саратова. На гибридном материале показаны особенности рекомбинационных процессов при формировании крупности зерна у конкретных гибридных комбинаций через МТЗ отобранных из них индивидуальных растений проса. Сделано заключение о важности соблюдения селекционного оптимума по крупности зерна при создании новых сортов с перспективой их возделывания в соответствующем прососеющем регионе.

Ключевые слова: сорт, просо, крупность зерна, масса 1000 зёрен, экология, генетика, селекция, селекционный оптимум по признаку.

Для цитирования: Тихонов Н.П., Тихонова Т.В. Эколого-генетические аспекты и результаты селекции проса посевного на крупнозёрность. *Зернобобовые и крупяные культуры*. 2022; 1(41):82-89. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-82-89

ECOLOGICAL AND GENETIC ASPECTS AND RESULTS OF BREEDING OF COMMON MILLET FOR COARSE GRAIN

N.P. Tikhonov, T.V. Tikhonova

FSBSI «FEDERAL CENTER OF AGRICULTURE RESEARCH OF THE SOUTH-EAST
REGION»

E-mail: alex_druzhin@mail.ru

***Abstract:** Breeding, genetic and ecological aspects of breeding of common millet for grain coarseness are briefly analyzed. The fragmentary results of the comparative study of 1000 grains weight (hereinafter referred to as TGW) in different varieties of millet bred by Research Institutions of Russia under the conditions of Saratov are presented. The hybrid material shows the features of recombination processes during the formation of grain size in specific hybrid combinations through TGW of individual millet plants selected from them. The conclusion about the importance of observing the "breeding optimum" in terms of grain size when creating new varieties with the prospect of their cultivation in the corresponding millet sowing region was made.*

Keywords: variety, millet, grain size, weight of 1000 grains, ecology, genetics, breeding, breeding optimum by trait.

Повышение крупнозёрности у многих возделываемых культур – одна из главных целей селекционной работы [1, 2, 3, 4]. Безусловно, в комплексе признаков каждого конкретного сорта решающее значение имеет высокая и стабильная продуктивность его растений. Однако в регионах с неустойчивой и недостаточной влагообеспеченностью генетически обусловленная крупнозёрность имеет важное значение не только для получения хороших

всходов, но и при благоприятных условиях зачастую служит существенным фактором прибавки урожая зерна [2, 4, 5].

Методика исследований

Исследовали проблемы и достижения селекции на крупнозёрность у различных культур по опубликованным работам. Изучали сорта проса соответствующих НИУ и разных лет селекции по ряду признаков (высота растений, длина и форма метёлки, масса 1000 зёрен, желтизна ядра. Анализировали собственные многолетние экспериментальные данные, полученные на полях ФАНЦ Юго-Востока.

Массу 1000 зёрен определяли путём отсчёта, взвешивания и вычисления средней (с перерасчётом на 1000): в КСИ, КП – по 250 типичных зёрен в 4-х повторностях; в СП-2 – по 250 зёрен в 2-х повторностях; в СП-1 – по 250 зёрен; у индивидуальных отборов из гибридных популяций – путём отсчёта и взвешивания 100 типичных зёрен с переводом на 1000.

Результаты исследований

Исследование в условиях Саратова рекомендованных к возделыванию сортов проса и сортообразцов из видового фонда показывает, что имеют место существенные различия (в т.ч. между генотипами селекции одного и того же НИУ) практически по всем морфогенетическим и хозяйственно ценным признакам, включая крупность зерна, высоту растений, форму метёлки (табл. 1). Метеоусловия в 2019 г. были сложными для большинства сортообразцов проса: в результате запоздавших осадков совпали 2 фазы развития – образование вторичной корневой системы и вымётывание. У растений скороспелых генотипов вымётывание происходило без вторичного укоренения, что привело к разной степени изреживания посевов и даже гибели некоторых из инорайонных сортообразцов. Однако налив зерна и проявление генетических особенностей признаков (включая массу 1000 зёрен) происходили в относительно благоприятных условиях. У рекомендованных к возделыванию сортов достаточно отчётливо проявилась дифференциация по базовым параметрам, включая МТЗ, показатели качества зерна [6] и другие признаки. Среди стародавних сортов в 2019 г. хорошие результаты по качеству зерна показал сорт жёлтозёрное Ростовское 29. Однако его адаптивность к условиям вегетации следующего 2020 года оказалась заметно слабее.

Полученные результаты (табл. 1) показывают, что по МТЗ новые сорта в ряде случаев уступают «старым» генотипам. В этой связи, очевидно, что крупнозёрность среди комплекса селективируемых признаков проса выглядит как явно второстепенный признак. Аналогичная картина просматривается и по степени проявления меланоза зерна. Оценка сортов на устойчивость (степень восприимчивости) к подплёчному поражению зерна (второй по вредности болезни культуры) в полевых условиях имеет важное практическое значение [7]. Совершенно устойчивые сорта, по-прежнему, не выявлены. Однако следует подчеркнуть, что различия между сортами проса по степени относительной устойчивости (восприимчивости) к меланозу 2019 г. не связаны ни с крупностью зерна, ни с его окраской, поскольку среди наиболее поражённых имеются и мелкозёрные (Альба, Благодатное, Омское 11 и др.), и крупнозёрные (например, Саратовское 2). Минимальное количество меланозных ядер (в выборке 250 зёрен) обнаружено в 2019 г. у нескольких сортов: у краснозёрного Нура и четырёх жёлтозёрных сортов с различной массой 1000 зёрен – у Золотистого (9,2 г.), Сарбина (9,2 г.), Ростовского 29 (8,4 г.) и Харьковского 57 (7,2 г.) (табл. 1). Большинство изученных генотипов имеют среднюю степень подплёчного поражения зерна, в т. ч. и самые крупнозёрные – Россиянка, Вельсовское, Саратовское 10. Последний (среди приведённых в таблице 1) имеет наиболее высокий балл по желтизне ядра.

Таблица 1

**Проявление некоторых признаков у различных сортов проса
(Саратов, 2019 г.*)**

Сорт проса	Год включения в Госреестр	Окраска зерна (ЦП)	Высота растений (см) **	Длина метёлки (см.) **	Масса 1000 зёрен, г.	Желтизна ядра (балл)	Поражение меланозом, (%***)
1. Рекомендованные к возделыванию сорта проса (Госреестр СД РФ, 2020 г.):							
Саратовское 3	1981	красная	83,5	21,1	8,0	2,5	0,8-0,8-0,4
Благодатное	1992	красная	73,8	23,6	7,4	3,0	0,8-2,0-2,0
Саратовское 10	1999	красная	87,2	20,9	9,0	4,0	0,4-0,8-0,4
Нур	2002	красная	81,4	25,6	7,9	3,5	0,0-0,4-0,0
Россиянка	2011	красная	84,6	21,2	9,9	2,0	0,4-0,8-0,0
Альба ****	2012	бело-крас-новатая	70,8	16,6	6,5	1,5	1,2-1,2-1,6
Данила	2012	красная	81,4	25,6	8,5	2,5	0,0-0,4-0,4
Мироновское 51	1973	жёлтая	96,2	31,2	8,0	3,0	0,8-1,6-0,0
Камское	1978	жёлтая	80,0	19,5	7,3	1,5	0,0-0,8-0,0
Харьковское 57	1987	жёлтая	92,6	28,4	7,2	3,0	0,0-0,4-0,0
Золотистое	2001	жёлтая	91,8	21,5	9,2	3,5	0,4-0,0-0,0
Сарбин	2020	жёлтая	88,2	21,2	9,2	3,5	0,4-0,0-0,0
2. Сорта из генофонда проса посевного:							
Отрадо-Кубанское 210		красная	73,2	14,4	7,8	3,5	1,2-0,4-0,0
Вельсовское		красная	85,0	21,2	9,2	2,0	0,4-0,8-0,4
Горьковское16		красная	75,2	20,6	5,0	3,5	0,8-0,0-0,0
Казанское 176		красная	74,2	22,0	6,3	2,0	1,6-0,8-0,4
Казанское 506		жёлтая	109,2	33,0	7,5	3,0	0,8-0,4-0,4
Кусарское		жёлтая	121,8	35,2	7,0	1,5	0,4-0,8-0,4
Омское 11		жёлтая	77,5	24,5	7,6	<1,0	1,6-1,2-1,2
Оренбургское 3		жёлтая	83,0	20,2	8,1	1,5	0,4-0,8-0,4
Ростовское 29		жёлтая	102,6	25,4	8,4	3,5	0,4-0,4- 0,0
Саратовское 2		жёлтая	93,8	23,8	8,7	2,5	0,8-2,4-1,2
НСР0,5			8,5	2,2	0,3	0,1	

Примечания: * – однорядковые посеы сортов (1,8 м; междурядья = 30 см) в СП-1; ** – средние данные 5-ти типичных растений; *** – доля (в %) слабо-, средне- и сильнопоражённых ядер: 0,4 – 1 меланозное ядро из 250 просмотренных; 0,8 – два; 1,2 – три меланозных ядра и т.д.; **** – «окраска» зерна – белая, с красноватым основанием внутренней цветковой плёнки (т.е. имеет место почти полное отсутствие красного пигмента в клетках и слоях цветковых плёнок).

Логично, что крупность зерна у проса имеет важное значение, прежде всего, в засушливых регионах: при недостатке влаги во время посева требуется более глубокая заделка семян (до 8-12 см – феноменальная биологическая особенность культуры при её относительной мелкозёрности), и для получения полноценных всходов в таких условиях необходим немалый запас пластических веществ в зерновке. По данным В.А. Ильина [5] крупное зерно проса обеспечивает лучшую всхожесть, (особенно при его глубокой заделке) и первый лист у проростка обычно крупнее, что важно при начальном фотосинтезе. Однако

при этом автор заострял внимание на негативных сторонах увеличения крупности зерна: 1 – снижается стекловидность ядра (в т.ч. увеличивается доля мучнистых ядер); 2 – увеличивается содержание меланозных ядер. Мучнистые ядра при выработке пшена гораздо сильнее разрушаются по сравнению со стекловидными и тем самым увеличивают потери и ухудшают качество крупы. Поэтому селекция на повышение стекловидности и снижение доли мучнистых зёрен проса следует рассматривать не только как улучшение потребительских свойств крупы, но и как фактор повышения его полезного урожая. В то же время крупное зерно проса (особенно шаровидной формы) легче освобождается от плёнок (т.е. улучшается обрушиваемость зерна), что имеет важное значение при выработке крупы [5].

Наряду с этим практический опыт возделывания семенных посевов проса в регионах распространения сорнополевого проса отчётливо показывает преимущество крупнозёрных сортов: в процессе сортировки зерна (в т.ч. путём подбора решёт) удаётся полностью избавиться от семян этого трудноискоренимого сорняка, в большинстве своём представленного мелко- и среднезёрными формами.

Отдельный и важный вопрос – ранжирование сортов проса по крупности зерна. В соответствии с общепринятой внутривидовой дифференциацией генофонда проса посевного крупность зерна оценивается сходом с сит 1,8x20 мм: 3 балла – низкая (< 60%), 5 баллов – средняя (60-80%) и 7 баллов – высокая (> 80,0%) [8]. Однако составители данного классификатора не учитывали при этом форму зерна: крупное зерно сплюснутой формы при решётном анализе нередко имеет сход (с указанного решета) ниже, чем генотипы со средним по крупности зерном, но округлой формы. В этой связи масса 1000 зёрен (МТЗ) точнее (объективнее) отражает крупность зерна конкретных сортов и селекционного материала. По МТЗ у проса посевного приняты следующие градации (в баллах): 1 – очень мелкое (< 5,0 г.) 3 – мелкое ($\leq 5,0 \dots 6,0$ г), 5 – среднее (6,1...7,0 г), 7 – крупное (7,1...8,0 г) и очень крупное (> 8,0 г) [8]. В более позднем варианте классификатора (издание 2009 г.) данная шкала оставлена, к сожалению, без изменений [9]. Однако, перечисленные выше градации давно не соответствуют внутривидовому размаху изменчивости по МТЗ и очевидным фенотипическим различиям между сортообразцами из видового генофонда проса (включая селекционный материал НИУ России), не говоря уже об октоплоидных формах. Например, первый сорт саратовской селекции – Саратовское 853 (с крупным и/или очень крупным зерном – 7,8...8,6 г) значительно отличается от уже обычных селекционных форм (в т.ч. и возделываемых сортов – таблица 1) с массой 1000 зёрен 8,5...10,0 г. и более. Очевидно несоответствие существующей шкалы по МТЗ селекционному сдвигу по признаку и его различия внутри интервала от очень мелкого (< 5,0 г.) до очень крупного (> 8,0 г) составляют (всего) $\geq 3,0$ г., а все остальные значения – от > 8,0 г до 10...12 г и более (т.е. 2...4 г и более) – надо описывать как очень крупное зерно. В этой связи мы предлагаем к применению другую шкалу (табл. 2).

Таблица 2

Внутривидовое ранжирование сортообразцов проса посевного по крупности зерна

	Масса 1000 зёрен (г) у сортообразцов проса посевного в соответствующей градации по крупности зерна:				
	очень мелкое	мелкое	среднее	крупное	очень крупное
Принятая шкала [1, 4]	<5,0	$\leq 5,0 \dots 6,0$	6,1...7,0	7,1...8,0	> 8,0
Предлагаемая шкала*	$\leq 5,0$	5,1...7,5	7,6...8,5	8,6...9,5	$\geq 9,6$

*Примечания: * – предлагаемая к применению с учётом МТЗ у «районированных» сортов и созданного перспективного селекционного материала НИУ России.*

Разумеется, признаковая шкала позволяет ранжировать результаты оценки сортообразцов и селекционного материала по крупности зерна, полученные в конкретных почвенно-климатических условиях. Нередки случаи, когда крупность зерна у конкретного

сорта в разные по влагообеспеченности годы «переходит» из одной категории в соседние. Например, у первого сорта саратовской селекции в 2010 г. МТЗ соответствовала группе средней крупности, в 2021 г. – крупному, а в 2013 г. и в среднем за 21 год – очень крупному зерну (табл. 3). Большинство саратовских сортов проса (за исключением Саратовского 853) имеют сравнительно крупное зерно округлой формы (табл. 3). Опыт работы нашей лаборатории по целенаправленной селекции на крупнозёрность показывает, что индивидуальные отборы из гибридных популяций с МТЗ $\leq 8,5$ г. в большинстве своём необходимо выбраковывать (за редким исключением). Обусловлено это тем, что крупность зерна у проса, как и у других культур, относительно строго контролируемый сортовой (генотипический) признак, несмотря на его экологическую зависимость, поскольку в большинстве случаев межсортовая иерархия по крупности зерна сохраняется даже в экстремальных условиях (табл. 1, 3).

Таблица 3

Масса 1000 зёрен у сортов проса селекции НИИСХ Юго-Востока
(2001-2021 г.; по результатам конкурсного испытания)

Сорта проса	Масса 1000 зёрен, г. *				Коэффициент вариации
	2010 г *	2013 г *	2021 г *	Средняя за 21 год	
Саратовское 853	6,9	8,6	7,7	8,1	21,0
Саратовское 6	7,0	9,0	8,2	8,5	23,5
Саратовское 10	7,2	9,3	8,5	8,6	24,4
Саратовское 12	7,6	9,6	8,7	8,9	22,5
Золотистое	7,2	9,2	8,4	8,8	22,7
Саратовское жёлтое	7,1	9,3	8,4	8,5	25,9

Примечание: * – масса 1000 зёрен, соответственно, в острозасушливых (2010 г.), относительно благоприятных (2013 г.) и засушливых (2021 г.) условиях вегетации растений

Важный вопрос – исследование селекционно-генетических и экологических аспектов проявления крупнозёрности при создании и оценке гибридного материала. Практическим путём установлено, что при скрещивании сортообразцов проса посевного с разной крупностью зерна в первом поколении гибридов МТЗ имеет, как правило, промежуточные значения [10]. Во втором и последующих поколениях происходит относительно сложное расщепление по данному признаку. В этой связи В.А. Ильиным [5] были сделаны важные для селекции выводы, в целом подтверждающихся при работе с разнообразным гибридным материалом в течение многих лет: 1 – крупность зерна обусловлена взаимодействием доминантных и рецессивных генов: первые уменьшают признак «крупность зерна»; накопление вторых, наоборот, ведёт к его увеличению; 2 – при скрещивании сортообразцов проса с разной крупностью зерна в F₂ и последующих поколениях выщепляются генотипы с более крупным зерном, чем у родительских форм; 3 – отбор в гибридных популяциях наиболее крупнозёрных генотипов, как правило, обуславливает и обеспечивает стабильность проявления признака в последующих поколениях. Во втором пункте цитируемый автор, видимо, из-за «нацеленности» на крупнозёрность не отметил важную деталь: в F₂ и последующих поколениях выщепляются генотипы не только с более крупным зерном, но и с более мелким, чем у родительских форм.

Работа с многочисленными гибридами на протяжении десятилетий (первый соавтор публикации работает с просом более 40 лет) подтверждает перечисленные закономерности. Однако при анализе фактических результатов рекомбинационных процессов в межсортовых гибридных популяциях проса имеют место и некоторые отклонения от общих правил, вроде не ожидаемой (с генетической точки зрения) реверсии относительной мелкозёрности при скрещивании сравнительно крупнозёрных родительских сортов (табл. 4). Из приведённых в данной таблице трёх гибридных комбинаций на основании МТЗ у отцовских форм во втором случае следовало бы ожидать и наиболее крупнозёрные индивидуальные отборы (и.о.). Однако реальная картина сложилась несколько иначе: в первой комбинации явно

преобладали положительные трансгрессии; во второй – против ожидаемого - очевиден уклон в мелкозёрность (в минус-трансгрессии) в сочетании с невысокой долей плюс-трансгрессий; в третьей комбинации оба процесса примерно равнозначны. Следовательно, при подборе родительских форм для гибридизации, в т. ч. для увеличения крупнозёрности у нового материала, необходимо использовать (неудачных) рекомбинационных результатов.

Таблица 4

Результаты оценки индивидуальных растений (отборов) из некоторых гибридных F₃-популяций проса посевного, 2019 г.

Гибридная комбинация	Взято и.о.*:		Масса 1000 зёрен, г :			
	в полевых условиях 2019 г.	в посев 2020 г	родит.форм*	у жёлто-зёрных и.о.	у красно-зёрных и.о.	средняя у и.о.
566-19 (F ₃): У1,3 СС 42-15 / У1,4А 215-15	<u>23</u> (15:8)**	<u>23</u> (15:8)**	♀= 9,0 ♂= 9,2	<u>9,5</u> *** (9,1...9,8)	<u>9,3***</u> (9,1...9,5)	<u>9,4</u> *** (9,1...9,8)
567-19 (F ₃): У1,3 СС 42-15 / У1,4А 55-15	<u>26</u> (11:14)	<u>16</u> (8:8)	♀= 9,0 ♂= 9,4	<u>9,0</u> (8,5...9,6)	<u>8,7</u> (8,3...9,2)	<u>8,8</u> (8,3...9,2)
568-19 (F ₃): У1,3 СС 42-15 / У1,4А 219-15	<u>25</u> (20:5)	<u>18</u> (16:2)	♀= 9,0 ♂= 9,1	<u>9,0</u> (8,3...9,6)	<u>8,7</u> (8,3...9,2)	<u>8,9</u> (8,3...9,6)

Примечания: * – приведена масса 1000 зёрен (МТЗ) у родительских сортообразцов в 2015 г. – год проведения гибридизации), имеющих константную дигенную устойчивость к соответствующим расам возбудителя головни; ** – соотношение жёлто- и краснозёрных и.о.; *** – в числителе – средняя МТЗ, в знаменателе – варьирование МТЗ у отобранных индивидуальных растений.

Очевидно, что вовлекаемые в гибридизацию генотипы имеют свои индивидуальные (скрытые) особенности, которые впоследствии и проявляются в гибридном и константном материале. И, тем не менее, крупность зерна на фоне других признаков даже в сравнительно контрастные по влагообеспеченности годы проявляется достаточно стабильно (в т.ч. и в гибридных популяциях), в большинстве случаев в соответствии с генетическими особенностями родительских форм (табл. 5).

Таблица 5

Результаты оценки и браковки индивидуальных растений (и.о.) из некоторых гибридных F₃-популяций проса посевного (2020-2021 г.)

Гибридная комбинация	Взято и.о.*:		Масса 1000 зёрен, г :		Желтизна ядра, балл:	
	в полевых условиях	в посев следующ. года	у жёлто-зёрных и.о.	у красно-зёрных и.о.	у жёлто-зёрных и.о.	у красно-зёрных и.о.
562-20 (F ₃): У1,4 С 5-18 / У1,4А 237-18	<u>25</u> (17:8)**	<u>17</u> (12:5)**	<u>8,8</u> *** (8,2...9,1)	<u>8***</u> (8,5...9,0)	<u>2,1</u> *** (1,5...2,5)	<u>3,4***</u> (2,5...4,0)
570-21 (F ₃): У1,4 С 5-18 / У1,4А 237-18	<u>57</u> (34:23)	<u>45</u> (25:20)	<u>8,9</u> (8,4...9,4)	<u>8,7</u> (8,4...9,2)	<u>2,8</u> (1,5...4,0)	<u>4,4</u> (3,0...5,0)
563-20 (F ₃): У1,4 С 5-18 / А 2228/1-18	<u>26</u> (12:14)	<u>22</u> (10:12)	<u>8,9</u> (8,7...9,3)	<u>8,9</u> (8,6...9,4)	<u>2,7</u> (2,0...3,0)	<u>3,8</u> (3,0...4,5)
571-21 (F ₃): У1,4 С 5-18 / А 2228/1-18	<u>35</u> (28:7)	<u>15</u> (11:4)	<u>8,9</u> (8,7...9,3)	<u>8,9</u> (8,6...9,4)	<u>3,0</u> (1,0...4,0)	<u>4,6</u> (4,0...≥5,0)

Примечания: * – индивидуальные отборы из гибридных популяций; ** – соотношение жёлто- и краснозёрных и.о.; *** – в числителе – соответственно, средняя масса 1000 зёрен и желтизна ядра (по 5-балльной шкале), в знаменателе – варьирование признака у отобранных индивидуальных растений.

Например, в 2020 г. в начале августа – т.е. в налив зерна – прошёл дождь около (15 мм), а в 2021 г. в эту же фазу продолжилась июльская засуха. Результаты оценки и браковки индивидуальных отборов из одного и того же гибрида в эти годы заметно различались по важнейшим селективируемым признакам. Однако по МТЗ (как средние данные, так и интервал - минимум-максимум) имели место минимальные изменения. Гораздо контрастнее выглядят, например, оценки по желтизне ядра: жаркая и сухая погода, как известно, способствует более интенсивному синтезу каротиноидных пигментов (табл. 5).

По итогам многолетнего опыта работы с гибридным и константным селекционным материалом следует подчеркнуть, что крупность зерна у проса посевного, наиболее точно выражаемая через массу 1000 зёрен, имеет отчётливый сортоспецифический характер и минимальное (в сравнении с другими хозяйственно ценными признаками) варьирование под воздействием климатических факторов.

Выводы

1. При исследовании рекомендованных к возделыванию сортов проса посевного по комплексу признаков (в т.ч. селекции одного и того же НИУ) отчётливо видно, что они существенно различаются по крупности зерна – от мелкозёрных до крунозёрных, что указывает на второстепенность данного признака при создании новых сортов.

2. Гены, уменьшающие или, наоборот, увеличивающие крупность зерна у проса, не сцеплены с генами, контролирующими жёлтую и красную окраски цветковых плёнок (и их морфогенетические варианты). Основываясь на опыте работы с многочисленными сортообразцами проса из видового генофонда, предполагаем отсутствие сцепления генов крупнозёрности и с другими базовыми окрасками: коричневой, бронзовой и серой.

3. Гены, уменьшающие или, наоборот, увеличивающие крупность зерна у проса, не сцеплены с генами, контролирующими синтез каротиноидных пигментов, устойчивость к меланозу, морфологические особенности растений культуры.

Литература

1. Германцева Н.И., Селезнёва Т.В. Селекция нута на крупность семян // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018, – № 2 (19). – С. 6-8.
2. Зинченко В.И. Масса 1000 зёрен в селекции на продуктивность яровой мягкой пшеницы // Пути увеличения производства и улучшения качества сельскохозяйственной продукции в Казахстане / Тезисы докладов Республиканской. научно-практич. конф., посвященной 35-летию Актюбинской ГОСХОС; март 1992 г. Актюбинск, – 1992. – С. 33-34.
3. Зотиков В.И., Варлахова Л.Н., Бобков С.В. Качество зерна сортообразцов гороха, гречихи и проса // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2010, – № 1 (4). – С. 26-28.
4. Ильин А.В. Селекция ярового ячменя на повышение устойчивости продуктивности и связанных с ней количественных признаков // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018, – № 2 (19). – С 9-10.
5. Ильин В.А. Избранные труды / РАСХН; НИИСХ Юго-Востока НПО «Элита Поволжья». Саратов, – 1984. – С. 60-68.
6. Красавин В.Д., Ониськов Н.Т. Особенности формирования качества зерна и крупы проса в условиях Северного Казахстана // Селекция и семеноводство проса / Науч. тр. ВАСХНИЛ. – М., Колос, – 1976. – С. 116-123.
7. Тихонов Н.П. Особенности и результаты селекции проса посевного на устойчивость к меланозу зерна // Зернобобовые и крупяные культуры», – 2014. – № 2 (10). – С. 60-63.
8. Агафонов Н.П., Курцева А.Ф., Корнейчук В.А. и др. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ вида *Panicum miliaceum* L. // Ленинград, СССР, 1982. – 25 с.
9. Григорашенко Л.В., Холод С.Г., Рудник О.И. та ін. Широкий уніфікований класифікатор проса (*Panicum miliaceum* L.). – Харків, –2009. – С. 37.
10. Вельсовский В.П. Некоторые вопросы наследования биологических и хозяйственных признаков у гибридов проса в условиях Павлодарской области // Селекция и семеноводство проса / Научные труды ВАСХНИЛ. – М., Колос, – 1973. – С. 113-122.

References

1. Germantseva N.I., Selezneva T.V. Seleksiya nuta na krupnost' semyan. [Breeding chickpeas for seed size] *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*. 2018, no. 2 (19), pp. 6-8. (In Russian)
2. Zinchenko V.I. Massa 1000 zeren v seleksii na produktivnost' yarovoi myagkoi pshenitsy. Puti uvelicheniya proizvodstva i uluchsheniya kachestva sel'skokhozyaistvennoi produktsii v Kazakhstane. [Weight of 1000 grains in breeding for productivity of spring soft wheat. Ways to increase production and improve the quality of agricultural products in Kazakhstan.] *Tezisy dokl. Respublikanskoi. nauchno-praktich. konf., posvyashchennoi 35-letiyu*

- Aktyubinskoi Gos. s.-kh. opytnoi stantsii [Theses of the reports of the Republican Scientific-Practical Conference dedicated to the 35th anniversary of the Aktobe State Experimental Station]; 1992, Aktyubinsk, 1992, pp. 33-34. (In Russian)
3. Zotikov V.I., Varlakhova L.N., Bobkov S.V. Kachestvo zerna sortobraztsov gorokha, grechikhi i prosa [Grain quality of pea, buckwheat and millet varieties]. *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*. 2010, № 1 (4), pp. 26-28. (In Russian)
 4. Il'in A.V. Seleksiya yarovogo yachmenya na povyshenie ustoichivosti produktivnosti i svyazannykh s nei kolichestvennykh priznakov. [Spring barley breeding for increasing sustainability of productivity and related quantitative traits] *Agrarnyi vestnik Yugo-Vostoka*, 2018, no. 2 (19), pp. 9-10. (In Russian)
 5. Il'in V.A. Izbrannye trudy. RASKhN; NIISKh Yugo-Vostoka. [Selected Works. RAAS; Research Institute of Agriculture of the South-East.] *NPO «Elita Povolzh'ya» Publ. Saratov*, 1984, pp. 60-68. (In Russian)
 6. Krasavin V.D., Onis'kov N.T. Osobennosti formirovaniya kachestva zerna i krupy prosa v usloviyakh Severnogo Kazakhstana. Seleksiya i semenovodstvo prosa. Nauchnye trudy VASKhNIL. [Features of the formation of the quality of grain and millet groats in the conditions of Northern Kazakhstan. Breeding and seed production of millet. Scientific works of VASKHNIL] Moscow, *Kolos Publ.*, 1976, pp. 116-123. (In Russian)
 7. Tikhonov N.P. Osobennosti i rezul'taty seleksii prosa posevnogo na ustoichivost' k melanozu zerna. [Peculiarities and results of breeding millet for resistance to grain melanosis] *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2014, no. 2 (10), pp. 60-63. (In Russian)
 8. Agafonov N.P., Kurtseva A.F., Korneichuk V.A. et al. Shirokii unifikirovannyi klassifikator SEV i mezhdunarodnyi klassifikator SEV vida *Panicum miliaceum* L. [The wide unified CMEA classifier and the international CMEA classifier of the species *Panicum miliaceum* L.] Leningrad, USSR, 1982, 25 p. (In Russian)
 9. Grigorashchenko L.V., Kholod S.G., Rudnik O.I. et al. Shirokii unifikovaniy klasifikator prosa (*Panicum miliaceum* L.) [Broad classifier of millet (*Panicum miliaceum* L.)], Khar'kov, 2009, p. 37. (in Ukrainian)
 10. Vel'sovskii V.P. Nekotorye voprosy nasledovaniya biologicheskikh i khozyaistvennykh priznakov u gibridov prosa v usloviyakh Pavlodarskoi oblasti. Seleksiya i semenovodstvo prosa. [Some issues of inheritance of biological and economic traits in millet hybrids in the conditions of Pavlodar region. Breeding and seed production of millet.] Nauchnye trudy VASKhNIL. [Scientific works of VASKHNIL] Moscow, *Kolos*, 1973, pp. 113-122. (In Russian)