

На правах рукописи

Долинный Юрий Юрьевич

**ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ СЕЛЕКЦИИ
ПРОСА В АРИДНЫХ УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА**

Специальность

4.1.2. – Селекция, семеноводство и биотехнология растений

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Ижевск 2022 г.

Диссертационная работа выполнена на кафедре растениеводства, земледелия и селекции федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия» (2015-2018 гг.)

Научный руководитель: **Коконев Сергей Иванович**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор кафедры растениеводства, земледелия и селекции ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА

Официальные оппоненты: **Вертикова Елена Александровна**, доктор сельскохозяйственных наук, профессор кафедры генетики, селекции и семеноводства ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Сокурова Лариса Хасеновна, кандидат сельскохозяйственных наук, ведущий научный сотрудник, заведующая группой селекции и семеноводства проса Института сельского хозяйства – филиала Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный научный центр, Кабардино-Балкарский научный центр Российской академии наук» (ИСХ КБНЦ РАН)

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Воронежский федеральный аграрный научный центр им. В.В. Докучаева (ФГБНУ «Воронежский ФАНЦ им. В.В. Докучаева»

Защита состоится «20» декабря 2022 г. в 13:00 часов на заседании диссертационного совета Д 24.1.258.01 при ФГБНУ «ФНЦ риса» по адресу: 350921, г. Краснодар, пос. Белозерный, 3. Тел.: (861) 205-15-55.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», а также на сайте – <http://vniirice.ru>, с авторефератом – на сайтах ВАК РФ: <http://vak.ed.gov.ru> и ФГБНУ «Федеральный научный центр риса» – <http://vniirice.ru>.

Автореферат разослан « ____ » _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета Д 24.1.258.01
кандидат биологических наук

Л. В. Есаулова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. Просо является ценной продовольственной и кормовой культурой. Благодаря своей скороспелости и засухоустойчивости она более чем какая-либо другая зерновая культура соответствует условиям засушливых районов. Все большее значение приобретает повышение валового сбора и товарности проса (Агафонов Н. П., 1988).

Постоянно растет спрос на новые сорта, обладающие комплексом ценных признаков, адаптированных к разнообразным условиям среды и способных давать при этом стабильные урожаи, с высоким качеством зерна и крупы, устойчивых к поражению пыльной головней и меланозом. Решение поставленных проблем неразрывно связано с расширением и эффективным использованием генетического разнообразия, что в свою очередь дает возможность существенно улучшить селекционные достижения, повышая потенциал продуктивности в условиях изменения климата (Алабушев А. В., 2010; Ващенко В. В., 2004; Никифорова И. Ю., 2015; Рыбась И. А., 2016; Тихонов Н. П., 2018; Сурков А. Ю., 2022).

Посевная площадь проса в 2020 г. составляла в Казахстане 52 868,8 га. При этом более половины этой площади было сосредоточено в Северном Казахстане – Павлодарской области – 27 973,6 га, Костанайской области – 9 267 га и на Западном Казахстане в Актюбинской области – 5 742 га, по посевным и уборным площадям проса.

В Северном Казахстане изучение мировой коллекции сыграло немаловажную роль в создании засухоустойчивых, продуктивных и качественных сортов проса. Однако создать идеальный сорт невозможно, но возможно усилить работы по созданию новых сортов, отвечающих требованиям индустриальных технологий, которые будут обладать высокой экологической пластичностью, устойчивостью к биотическим и абиотическим факторам внешней среды. Также Северный Казахстан, являясь большим производителем зерна в республике, имеет риски потери зерна и его качества от болезней (Койшибаев М.К., 2002). Использование генетического разнообразия при создании сортов позволит снизить темпы распространения новых вредителей и болезней, а значит, уменьшить применение средств защиты растений. В связи с этим создание новых сортов невозможно без научно подобранного и комплексно изученного исходного материала из различных эколого-географических зон.

Степень разработанности. Изучению проса посевного в условиях Северного Казахстана посвящены работы И. Ф. Лошака, Н. Т. Ониськова, В. Д. Красавина, З. П. Лузиной, Э. Г. Бекк, В. П. Кузьмина, Л. Я. Коробкиной, В. И. Коберницкого и др. В них рассматривались вопросы биологии, элементов технологии возделывания, отдельных технологических показателей качества зерна сортов и селекции. Однако вопросам углубленного изучения исходного материала уделено недостаточно внимания.

В связи с этим научные исследования по оценке исходного материала для селекции проса в аридных условиях Северного Казахстана являются актуальными.

Целью работы является комплексная оценка нового исходного материала проса по хозяйственно-ценным признакам и свойствам на Севере Казахстана для дальнейшего использования при создании сортов.

Для осуществления этой цели определены следующие задачи:

- изучить сортообразцы проса различного происхождения по основным хозяйственно-ценным признакам и свойствам;
- изучить реакцию коллекционных образцов проса на абиотические условия;
- научно обосновать результаты урожайности испытываемых коллекционных образцов проса ее структурой;
- рассчитать экономическую оценку по результатам опыта;
- выделить линии проса, характеризующиеся по комплексу признаков и свойств для использования в селекции.

Научная новизна. В условиях Северного Казахстана впервые проведено комплексное испытание исходного материала для селекции проса. С участием новых коллекционных образцов выделены линии проса по комплексу ценных признаков и свойств, обладающие повышенной урожайностью, устойчивостью к болезням и вредителям, засухоустойчивостью, с высокими биохимическими, технологическими и пищевыми достоинствами, в условиях оптимальной агротехники давать высокие и стабильные урожаи зерна высокого качества. Выделенные с участием диссертанта линии проса К-2432, К-2743, К-2790, К-2804, К-2851, К-2867, К-2874, К-3341, К-3985, К-7079, К-8886, К-9132, К-9611, К-9644, К-9698; К-9756, К-9989, К-9994, К-9993, К-9994, К-8544, К-10141, К-10213 переданы селекционерам для использования в целенаправленных скрещиваниях.

Теоретическая и практическая значимость. На основе исследований выявлена разная реакция коллекционных образцов и селекционных номеров проса на абиотические условия Северного Казахстана. Наибольшее влияние абиотические условия оказали на урожайность, семян, сена, густоту стояния растений к уборке, общую длину стебля и высоту метелки. Установленные зависимости между урожайностью проса и хозяйственно-ценными признаками представляют собой ценную информацию для селекции, в решение проблем формирования высокой урожайности и качества семян сортов. Работа выполнена на сортах и селекционных линиях проса казахстанского и зарубежного происхождения, а также на гибридах, полученных с использованием сортообразцов мировой коллекции в Северном Казахстане.

Исследования по изучению исходного материала проса входили в план научно-исследовательской работы ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (номер государственной регистрации АААА-А17-117122040015-0).

Методология и методы исследования. Методология и методы проводимых исследований основаны на анализе научных публикаций, формулировке цели, задач и программы исследований, закладке полевых, лабораторных и производственных опытов, наблюдениях и учетах, статистической обработке экспериментальных данных и анализу полученных результатов.

Положения, выносимые на защиту:

1. Оценка исходного материала проса по хозяйственно-ценным признакам;
2. Оценка устойчивости коллекционных образцов проса на абиотические условия;
3. Биохимические и технологические свойства образцов проса;
4. Динамика нарастания и изменения вегетативной массы и накопления сухого вещества растениями;
5. Экономическая оценка и производственные испытания выделившихся сортов проса.

Степень достоверности и апробация результатов. В основу диссертации были заложены общепринятые методики и ГОСТы, используемые в государственном сортоиспытании сельскохозяйственных культур, в проведении полевых опытов с просом, растениеводстве, биохимии, селекции. Достоверность результатов исследований подтверждена статистической обработкой. Проверка методики закладки и оформления полевых опытов ежегодно осуществлялась научно-методической комиссией по приемке опытов при НПЦЗХ им. А.И. Бараева.

Основные положения диссертации ежегодно докладывались на заседаниях кафедры растениеводства ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (2015-2018 гг.), всероссийских и международных научно-практических конференциях ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА (2017–2019 гг.), ФГБНУ Удмуртский НИИСХ (2016 г.), ТОО НПЦ ЗХ им. А.И. Бараева (2015-2018 гг.), где получили положительную оценку.

Основное содержание диссертационной работы и ее результаты отражены в 16 печатных работах, в том числе 2 работы в изданиях, рекомендованных ВАК Минобрнауки Российской Федерации. Получены 2 патента, 2 авторских свидетельства на сорта проса посевного, зарегистрированные в Республике Казахстан.

В диссертации использованы материалы, полученные в 2015-2018 гг. лично автором, а также данные исследований, проведенные при его непосредственном участии.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ СЕЛЕКЦИИ ПРОСА (обзор литературы)

В первой главе представлен краткий обзор отечественной и зарубежной научной литературы об основных направлениях и достижениях селекции проса, роли сорта в повышении урожайности, реакция на абиотические условия.

2 ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объект исследований – сорта и селекционные образцы проса из мировой коллекции ВИР. Семейство злаки (*Poaceae*), род – просо (*Panicum*), вид – просо обыкновенное (*Panicum miliaceum* L.). В опыте изучали 53 образца из коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения. Полевые опыты закладывали на опытном поле «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» (2015-2018 гг.) по чистому плоскорезному пару, лабораторные исследования – в лаборатории ге-

нетических ресурсов зерновых культур, биохимической лаборатории ТОО «НПЦЗХ им. А.И. Бараева».

Метеорологические условия в 2015 г. и 2017 г. исследований характеризовались как относительно жаркие и засушливые (ГТК 0,7 – 0,3), 2016 г. отличался умеренно-влажным и теплым вегетационным периодом (ГТК – 1,2), 2018 г. влажным и прохладным во второй половине вегетации (ГТК – 1,4), что оказало влияние на формирование продуктивности изучаемых коллекционных образцов проса. Почвы зоны, в основном черноземы южные карбонатные, содержат 3,2 % гумуса в пахотном слое, количество которого с глубиной постепенно снижается. В соответствии с изменением органического вещества происходит снижение количества валового азота. В верхнем слое оно достигает 0,23 %, уменьшаясь с глубиной до 0,07 %. Содержание валового фосфора по генетическим горизонтам довольно равномерное и составляет 0,10-0,12 %. Почвенно-поглощающий комплекс данной почвы насыщен кальцием и магнием с преобладанием кальция – его количество в верхнем горизонте составляет 73 % от суммы поглощенных катионов. Содержание обменного натрия в поглощенном комплексе невысокое и составляет в пахотном слое 0,14-0,17 мг-экв. на 100 г почвы и 0,5-0,6 % от суммы обменных катионов. Реакция почвенного раствора по всему профилю слабощелочная, что связано с большой концентрацией карбонатов кальция. Количество карбонатов по профилю довольно высокое и распределение их по почвенным горизонтам слабо выражено, с глубиной их содержание увеличивается, достигая максимума на глубине 80-100 см.

Опыт полевой, однофакторный. Повторность вариантов двукратная. Расположение вариантов систематическое в последовательном порядке. Учетная площадь делянки – 15 м². Посев широкорядным способом сеялкой ССФК-7 на глубину 2,5-3,0 см, с нормой высева 2,5 млн шт./га всх. семян.

Опыты проводили в соответствии с требованиями методических указаний и методики полевого опыта (Изучение мировой коллекции проса 1988; Доспехов Б. А., 1985). Анализ посевного материала: чистота – ГОСТ 12037-81; энергия прорастания и всхожесть – ГОСТ 12038-84; масса 1000 зерен – ГОСТ 12042-80.

Постановка полевых опытов (Практикум по селекции ..., 2008).

Фенологические наблюдения и учеты проводили согласно методическим указаниям ВИР (1988) и Широкому унифицированному классификатору СЭВ и Международному классификатору СЭВ вида *Panicum Miliaceum L.* (1982). Зараженность болезнями растений проса (Методические рекомендации..., 1988). Фитосанитарная и иммунологическая оценка проса (Методические указания, 1990). Методика оценки селекционного материала проса на холодостойкость (1983).

Химический анализ: содержание жира по ГОСТ 13496.15-97; содержание азота и сырого протеина – ГОСТ 13496.4-93; содержание сырого жира – ГОСТ 13496.15.85; Корма, комбикорма, комбикормовое сырье – ГОСТ 26226-95. Семя. ТУ ГОСТ 4808-87.

Существенность разницы в показателях между вариантами – методом дисперсионного анализа, наличие и тесноту связи – методом корреляционно-регрессионного анализа (Доспехов Б. А., 1985).

Оценка коллекционных образцов по следующим признакам: устойчивость к полеганию, выравненность стеблестоя по высоте, выравненность созревания, устойчивость к осыпанию семян (Методика проведения сортоиспытания..., 2010).

Экономическую оценку возделывания выделившихся сортов и селекционных номеров проса проводили на основании технологических карт (Методические указания..., 1997; Типовые..., 2004). Термины и определения по ГОСТ 20433–75, ГОСТ 16265–89 и ГОСТ Р 52784–2007.

Полученные данные обработаны методом статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции, пакет программ «AGROS 2.11» (Мартынов С. П., 2000).

3 ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРОСА ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

Реакция на формирование урожайности коллекционных образцов проса на абиотические условия в 2015–2018 гг. была неодинаковой. Нами была предпринята попытка установить варьирование продолжительности отдельных межфазных периодов и всего вегетационного периода в целом на примере районированного сорта проса Шортандинское 7 и других сортов, испытывавшихся с 2015 по 2018 г. На основе полученных данных можно заметить, что наиболее подвержен фенотипической изменчивости период от посева до всходов. Наименьшим варьированием характеризуется весь вегетационный период в целом, а также период от выметывания до созревания.

Наибольшее варьирование признака продолжительности периода выметывание – созревание и всего вегетационного периода отмечается в засушливые года и наименьшее – во влажные.

Продолжительность периода всходы – выметывание у наиболее урожайных образцов коллекций за годы исследований колебалась от 48 до 56 дней, периода выметывание – созревание – 28-36 дней. У стандарта Шортандинское 7 эти периоды составили соответственно 49 и 35 дней. Основная часть изучаемых сортообразцов (75 %) имела более продолжительный период от всходов до выметывания в сравнении со среднеспелым районированным сортом Шортандинское 7, и лишь у небольшой группы сортов (23 %) выметывание наступало раньше или одновременно со стандартом. К последним относятся образцы монголо-бурятской, саяно-алтайской, северной, среднеазиатской горной, а также некоторые номера степных экологических групп (табл. 1).

По срокам наступления созревания изучаемые образцы также сильно различались между собой большинство из них созревало позже стандарта.

Продолжительность вегетационного периода образцов коллекции по годам варьировала от 68 до 121 дня. По межфазным периодам колебания были также значительными: посев – всходы – от 7 до 32 дней, всходы – выметывание – 37-74 и выметывание – созревание – 26-47 дней.

Таблица 1 – Характеристика сортообразцов проса различного типа спелости по продолжительности межфазных периодов и урожайности (2015-2018 гг.)

№ по каталогу ВИР	Название или происхождение	Продолжительность периодов, дней			Урожай зерна, в % к стандарту
		всходы - выметывание	выметывание - созревание	всходы - созревание	
Шортандинское 7 (st.)	Казахстан	50	35	85	100,0
Раннеспелые сорта с удлиненным периодом всходы – выметывание					
К-2208	Горный Бадахшан	49	34	82	101,4
К-2790	Саратовская область	47	35	82	118,1
К-3985	Казахстан	47	36	83	118,0
К-9526	Украина	46	36	84	101,9
К-9746	Орловское 707	46	35	83	102,1
Очень ранние сорта с коротким периодом всходы – выметывание					
К-2432	Алтайский край	32	35	67	106,0
К-2743	Самарская область	36	32	69	103,9
К-9548	Иртышское 201	35	36	71	104,1
К-9551	Мироновское 51	33	35	68	108,0
Среднеспелые и среднеранние сорта с удлиненным периодом всходы – выметывание					
К-2790	Саратовская область	54	35	89	118,1
К-2804	Казанское 56	55	38	93	118,9
К-2851	Оренбургская область	58	37	95	120,3
К-2867	Тамбовская область	56	38	93	118,0
К-9993	Кинельское 92	60	36	96	119,9
К-9994	Горлинка	52	38	89	120,2
К-10141	Омское 11	51	37	88	118,0
К-10213	Татарстан	50	35	85	125,0
Среднее		48	36	83	112,3
НСР ₀₅		1,8	2,4	3,1	17,08

Таким образом, в результате проведенной технологической и биохимической оценки коллекционных образцов проса установлен общий уровень качества зерна. Дана характеристика каждой линии по комплексу и отдельным показателям качества, выделены лучшие из них. Коллекционные образцы К-2432 (Алтайский край), К-3985 (Казахстан), К-9989 (Барнаульское 80) по основным технологическим, биохимическим и кулинарным показателям превышают стандартный сорт Шортандинское 7. Выделенные линии проса рекомендуются в качестве ценного исходного материала для дальнейшего использования в селекционном процессе.

При позднем летнем увлажнении, что свойственно местному климату, особое значение для получения высокого урожая проса приобретает и ритм развития растений. Коэффициент корреляции между урожайностью и продолжительностью периода от посева до созревания по коллекции в засушливых условиях 2015, 2017 гг. $r = 0,497; 0,105$; во влажных условиях 2016, 2018 гг. составил $r = 0,576; 0,175$. Большое влияние на продолжительность межфазных и всего вегетационного периода в целом оказывают сроки посева.

Наиболее коротким вегетационным периодом во влажные годы отличались образцы северной, лесостепной, саяно-алтайской, степной поволжской и среднеазиатской горной экологических групп.

Засуха первой половины вегетации в сочетании с недостатком тепла обычно удлиняет период от всходов до выметывания, но длина всего вегетационного периода может быть значительно сокращена при условии оптимального гидротермического режима второй половины вегетации (2015, 2017 гг.). Недостаток тепла в течение всего периода вегетации, прерываемый кратковременной засухой в первой его половине, также несколько удлиняет период от всходов до выметывания, однако при обильном выпадении осадков во второй половине вегетации созревание образцов может затянуться (2016, 2018 г.).

И, наконец, при резком недостатке тепла и влаги на протяжении всего вегетационного периода последний значительно удлиняется. Период от всходов до выметывания в засушливом 2017 г. был значительно продолжительнее, чем во влажном 2016 г.; разница же в продолжительности второго межфазного периода выражена менее ярко в силу удлинения последнего в 2016 г. в связи с обильным выпадением осадков во второй половине вегетации (табл. 2).

Таблица 2 – Засухоустойчивость образцов коллекции проса в разные фазы развития

Название группы	Количество образцов со степенью засухоустойчивости, в баллах								
	2015 г.			2016 г.			2017 г.		
	фаза 4-5 листьев			фаза кущения			фаза трубкования		
	5	7	9	5	7	9	5	7	9
Степная казахстанская	1	4	3	1	2	5	-	-	8
Саяно-алтайская	-	5	-	-	2	-	-	3	5
Степная украинская	1	2	2	1	2	1	-	-	4
Степная поволжская	5	2	1	3	2	3	1	5	2
Среднеазиатская горная	3	-	-	1	2	-	-	3	-
Северная	-	-	-	-	-	-	-	1	2

Поскольку сильного угнетения растений не наблюдалось, в таблице приведена 3-балльная шкала

Лучшими по засухоустойчивости в критический период выделились образцы степных групп, а также среднеазиатской горной притяньшаньской. Кроме того, засухоустойчивость растений с возрастом увеличивается. Так, в фазу трубкования она значительно выше, чем в период всходы – начало кущения. Степень реакции растений на засуху мы определяли по методике ВИР по 9-балльной шкале: 9 – очень высокая (признаков завядания листьев нет, они зеленые и продолжают рост); 7 – высокая (завядание листьев заметно только в нижнем ярусе, а в среднем и верхнем они зеленые и продолжают рост); 5 – средняя (наблюдается завядание всех листьев, зелеными остаются только два верхние листа, нижние желтеют и начинают засыхать); 3 – низкая (растения сильно угнетены, все листья сильно завяли, начинается отмирание листьев в

нижних ярусах, а в верхних наблюдается их пожелтение и начало усыхания); 1 – очень низкая (растения полностью засохли).

В наиболее засушливом 2017 г. среди 30 слабоустойчивых к засухе в начале вегетации образцов большинство относилось к средне- и позднеспелому типу и только 7 образцов – к раннеспелому. Это объясняется тем, что раннеспелые сорта используют влагу осенне-зимнего запаса, а средне- и позднеспелые, в силу их более растянутого первого межфазного периода, не успевают ее использовать и поэтому сильнее страдают от засухи. Таким образом, при ранней и продолжительной засухе скороспелые сорта по этой же причине будут урожайнее позднеспелых.

На Севере Казахстана кратность безморозного периода обусловлена наличием поздних весенних и ранних осенних заморозков. Учитывая большую важность указанных вопросов, были проведены исследования в 2015-2017 гг. по выявлению особенностей онтогенетической устойчивости проса к холоду, а также влиянию пониженных температур на его продуктивность и качество урожая (табл. 3).

Растения проса выращивались в климатической камере в вегетационных сосудах при оптимальном водном и пищевом режиме. В определенные фазы развития (полные всходы, кущение – выметывание, цветение, налив зерна) растения помещались в климатические камеры с регулируемым температурным режимом и освещенностью. После прекращения охлаждения и на дальнейших этапах роста и развития определялось влияние неблагоприятных температур на физиологическое состояние растений, общую и семенную продуктивность, качество урожая. Объектом исследования служили районированные сорта проса Шортандинское 7 и коллекционные образцы К-9658, К-9132, К-3310, К-8789, К-2208. Устойчивость образцов проса к низким температурам проводили по методике ВИР. Оценка повреждаемости определялась по степени видимых повреждений через 3-4 дня после каждого значительного воздействия этого фактора на растения:

9 – устойчивость высокая (листья не повреждены совсем или повреждены только их кончики); 5 – средняя (пожелтели и подсохли многие листья главного стебля, но боковые побеги повреждены слабо); 1 – слабая (надземная часть растений полностью погибла, остался живым лишь узел кущения).

Установлено, что устойчивость проса к низким положительным температурам зависела от многих факторов: генетической природы растения, физиологического состояния и фазы развития растений, продолжительности и интенсивности охлаждения, чередования температурного режима до охлаждения растений и после его прекращения.

Предварительные выводы позволяют утверждать, что степень повреждения и гибель растений резко возрастает по мере увеличения продолжительности действия холода и снижения температуры. Так, при двухсуточном охлаждении погибло более 21,2 % всходов, при четырехсуточном – 37,0 %, а при семисуточном – 41,8 % растений. Дифференциация абсолютных показателей внутри сортов и линий говорит о перспективности отборов генотипов исследуемых образцов на холодостойкость.

Таблица 3 – Изучение устойчивости проса к низким температурам, 2015-2017 гг.

Фаза развития растений в период охлаждения	Сорта, линии	Режим охлаждения		Доля растений, в %			Устойчивость к охлаждению
		продолжительность, суток	температура, °С	погибших	поврежденных	здоровых	
Полные всходы	Шортандинское 7 (st.)	2	2	21,2	32,9	45,8	5
	К-9658	4	2-3	37,0	40,9	22,1	2
	К-9132	7	2-3	41,8	46,3	17,9	2
	К-3310	7	3-4	11,5	47,6	40,8	3
	К-8789	7	6-8	0,6	3,0	96,4	9
	К-2208	7	10-12	0,03	0,7	99,3	9
Среднее				18,7	28,6	53,7	5
НСР ₀₅				1,5	5,0	7,7	0,5
Кущение-выметывание	Шортандинское 7 (st.)	2	3-4	2,9	20,9	76,2	5
	К-9658	4	3-4	3,6	32,9	63,4	5
	К-9132	7	2-3	3,7	48,5	47,9	5
	К-3310	7	3-4	9,3	17,9	72,7	5
	К-8789	7	8-10	0	0,5	99,4	9
	К-2208	7	10-12	0	0,4	99,6	9
Среднее				3,3	20,2	76,5	6
НСР ₀₅				0,6	1,3	1,6	0,7
Цветение	Шортандинское 7 (st.)	7	3-4	3,0	45,2	51,7	5
	К-9658	7	3-4	0	19,3	80,6	7
	К-9132	7	3-4	0	18,6	81,3	7
	К-3310	7	8-10	0	0,3	99,6	9
	К-8789	7	8-10	0	0	100,0	9
	К-2208	7	10-12	0	0	100,0	9
Среднее				0,5	13,9	85,5	8
НСР ₀₅				0,3	2,8	2,9	0,6
Налив зерна	Шортандинское 7 (st.)	7	3-4	0	18,7	84,6	7
	К-9658	7	3-4	0	15,7	84,3	7
	К-9132	7	10-12	0	0,3	99,6	9
	К-3310	7	10-12	0	0,3	99,6	9
	К-8789	7	12-15	0	0,3	99,6	9
	К-2208	7	12-15	0	0	100	9
Среднее				0	5,8	94,6	8
НСР ₀₅					4,3	4,3	0,9

Общая продуктивная кустистость проса является генотипическим свойством, но степень ее проявления часто зависит от внешних условий. В засушливые годы как общая, так и продуктивная кустистость по сортам резко снижается. Например, в 2015-2017 гг. резкое чередование жаркой и прохладной погоды, значительные контрасты в дневной и ночной температуре, высокий уровень увлажнения почвы в начале вегетации, отсутствие условий для

интенсивного кущения проса, и общая, и продуктивная кустистость колебалась в зависимости от сорта от 1,0 до 1,2. В оптимальный по увлажнению год (2016 г.) продуктивная кустистость находилась в широких пределах от 1,0 до 2,8 стебля на растение. 2018 г. хотя и считается влажным, но недостаток тепла в течение всего периода вегетации, и особенно похолодание после появления всходов, заметно ослабили кущение, в результате чего продуктивная кустистость оказалось невысокой от 1,0 до 1,5 стебля на растение

Нами определена степень варьирования отдельных элементов структуры урожая коллекционных образцов проса (табл. 4). Наименьшие колебания отмечены у таких признаков, как выживаемость, высота растений, длина метелки и вес 1000 зерен. Подбор форм по этим признакам может служить в качестве исходного материала для создания высокоурожайных сортов проса.

Таблица 4 – Варьирование некоторых элементов структуры урожая у сортообразцов проса

Показатели	Колебания			Коэффициент вариации, (V), %
	min	max	среднее	
Масса 1000 зерен	5,8	7,0	6,5	15,2
Густота растений перед уборкой	55	307	159	43,3
Продуктивная кустистость	0,9	2,8	1,2	28,2
Выживаемость, %	73	100	93,6	6,5
Длина метелки, см	12,8	34,9	22,2	10,3
Вес зерна с 1 метелки, г	0,28	4,40	1,80	32,4
Урожайность, г/м ²	80	350	145	60,0
Высота растений, см	57	96	82	8,7

Значительного влияния на конечный результат зерна, как мы видим из таблицы, продуктивная кустистость не оказывает. Одним из главных элементов структуры урожая является масса 1000 зерен. Этот морфологический признак у проса варьирует в широких пределах от 5,8 до 7,0 г. Коэффициент корреляции между массой 1000 зерен и урожаем зерна в наших опытах составил $r = +0,67 \pm 0,09$. Этот показатель значительно меньше варьирует по годам, чем урожайность. Коэффициент вариации составил всего $V = 15,2\%$.

Коллекция включает разнообразные по крупности формы. В засушливые годы (2015, 2017) масса 1000 зерен по сортообразцам колебалась от 2,4 до 6,0 г, в оптимальные по увлажнению годы (2016, 2018) – от 2,8 до 6,6 г. Так, в 2018 г. было выделено 15% образцов с высоким весом 1000 зерен от 6,0 до 7,0 г, причем большинство относится к степной казахстанской и степной украинской экологическим группам.

Наиболее крупные из них (6,5 – 7,0 г): стандарт Шортандинское 7 (Казахстан), К-2790 (Саратовская область), К-3985 (Казахстан), К-9526 (Украина), К-9526 (Веселоподольское 828, Украина), К-2874 (Ставропольский край), К-2851 (Оренбургская область), К-8886 (Кустанайская область).

Основная доля в формировании урожая падает на продуктивность метелки, которая, в свою очередь, зависит от длины последней и количества веточек I порядка на ней.

Вес зерна с растения колебался в сухие годы от 1,0 до 2,65 г, а во влажные – от 1,7 до 4,4 г. Высокая продуктивность метелки (свыше 2 г) была отмечена в засушливых условиях у следующих образцов: К-2874 (Ставропольский край), К-2928 (Самарская область), К-8207 (Киргизия), К-8930 (Минская область), К-9132 (Уральское белое, Россия).

В оптимальных условиях увлажнения высокой продуктивностью метелки (свыше 3 г) выделились следующие сортообразцы: стандарт Шортандинское 7 (Казахстан), К-2851 (Оренбургская область), К-8789 (Венгрия), К-3341 (Алтайский край), К-3829 (Воронежское 3985, Россия), К-8544 (Амурское местное, Россия), К-8597 (Югославия), К-8626 (Уильское улучшенное, Казахстан).

Урожайность за годы исследований образцов коллекции варьировала от 12 до 380 г/м². Наиболее устойчивыми по этому признаку которые за годы наблюдений не уступали по продуктивности стандарту были образцы степных групп: К-2790 (Саратовская область), К-3985 (Казахстан), К-9526 (Украина), К-9526 (Веселоподолянское 828, Украина), К-2851 (Оренбургская область), К-2851 (Оренбургская область), К-9644 (Кокчетавское 66, Казахстан), К-9648 (Харьковское 37, Украина). Эти пластичные сортообразцы должны быть широко использованы в селекции на урожайность.

В зоне засушливой степи Северного Казахстана вопрос повышения качества зерна у новых сортов находится в центре внимания селекционеров. Нами была проведена биохимическая оценка образцов. Содержание белка в коллекционных образцах проса было проанализировано лабораторией биохимии в 2015-2018 гг. Таким образом, по результатам проведенного анализа в 2015, 2017 гг. содержание белка было значительно выше, чем в 2016, 2018 гг. Это объясняется разными метеорологическими условиями вегетационного периода этих лет.

В 2015 г. в мае выпало осадков в 2,5 раза больше нормы, но в июле и августе – на 11 и 40 % ниже среднемноголетних значений. В 2016 г. количество выпавших осадков с мая по август было примерно одинаковым, но их распределение по месяцам сложилось для благоприятного развития и роста растений ($НСР_{05} = 0,17\%$). Температурный режим в 2017 г., в период вегетации с мая по август, был выше среднемноголетних значений, а в 2018 г. был близок к оптимальным значениям ($НСР_{05} = 0,17\%$). Таким образом, недостаток влаги в ответственный период развития растений в 2015, 2017 гг. способствовал усиленному оттоку азотных веществ в зерно при замедленном росте стебля (табл. 5).

В засушливых условиях 2015 г. у степной казахстанской (18,5 %), монголо-бурятской, степной поволжской и переднеазиатской (18,3 %) экологических групп ($НСР_{05} = 0,45\%$), а в условиях оптимального увлажнения в 2016 г. высокое содержание белка отмечалось у степной казахстанской (14,1%), северной (14,0 %) и саяно-алтайской (13,9 %) ($НСР_{05} = 0,17\%$). Высокобелковыми (18,8 – 20,1 %) в условиях 2017 г. были отмечены образцы саяно-алтайской (К-2804), северной (К-10213) и дальневосточной (К-8544) групп ($НСР_{05} = 0,19\%$). Повышенным содержанием белка (18,6–20,1 %) в 2018 г. выделились следующие образцы: К-3985, К-8626, К-8886 степной казахстанской, К-2804, К-10213 саяно-алтайской и К-8544 дальневосточной групп ($НСР_{05} = 0,17\%$).

В результате исследований коллекционных образцов зерна проса установлен общий уровень качества зерна для условий 2015-2018 гг., дана характеристика каждой линии по комплексу и отдельным показателям качества, выделены лучшие из них. По результатам технологической оценки зерна проса определены лимитирующие показатели, качество зерна – масса 1000 зерен, пленчатость, цвет каши. Средний показатель по содержанию белка равен 15,23 % (НСР₀₅= 0,64%), уровень натуры зерна селекционных линий составил 742 г/л (НСР₀₅= 29,1 г/л), масса 1000 зерен – 8,06 г (НСР₀₅= 1,41 г), пленчатость – 17,03 % (НСР₀₅= 1,07 %). Показатель выхода ядра в среднем по питомнику составил 83,01 % (НСР₀₅= 1,12 %). Высоким уровнем характеризовались выравненность и крупность зерна. Так, выравненность в среднем по питомнику составила 96,4 % (НСР₀₅= 4,75 %), а крупность с размером отверстий сит 1,9-1,8 мм, что также положительно отразилось на выходе ядра.

Таблица 5 – Содержание белка у коллекционных образцов проса, в % на сухое вещество обрушенного зерна, 2015-2018 гг.

Название группы	Сырой белок в зерне, %				Среднее
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
Шортандинское 7 (st.)	17,0	13,3	17,3	13,8	15,5
Монголо-бурятская	18,3	13,8	18,7	14,1	16,4
Саяно-алтайская	18,0	13,9	18,8	14,0	16,4
Северная	18,2	14,0	19,2	14,6	16,9
Степная казахстанская	18,5	14,1	18,3	14,0	16,1
Степная украинская	18,1	13,7	17,8	13,9	15,8
Степная поволжская	18,3	13,2	18,6	13,6	16,1
Среднеазиатская горная	18,0	13,5	18,2	13,6	15,9
Лесостепная	18,3	13,5	18,6	13,9	16,2
Дальневосточная	18,1	13,9	20,1	14,9	17,5
Восточноазиатская	18,0	13,2	18,1	13,6	15,8
Прочие образцы	17,8	14,0	18,0	14,2	16,1
Среднее	18,05	13,68	18,48	14,09	16,07
НСР ₀₅	0,45	0,17	0,19	0,17	3,6

Выделены образцы, превысившие стандарт по отдельным показателям. В сравнении со стандартом Шортандинское 7 по натуре зерна (729 г/л) выделены линии: К-8544 (736 г/л), К-2764 (735 г/л), К-3341 (734 г/л), К-2432 (733 г/л), К-9648 (732 г/л). По массе 1000 зерен превысили стандарт (7,1 г) сортообразцы: К-2851 (7,5 г), К-2432 (7,3 г), К-2928 (7,3 г), К-2764 (7,2 г).

В результате оценки образцов коллекции проса по содержанию белка и кулинарной оценке выделено 10 сортообразцов (табл. 6).

Наибольшим содержанием белка характеризовались линии проса К-2432 (15,86 %), К-3985 (15,80 %) при уровне стандарта – (14,70 %). Наименьшей пленчатостью в сравнении со стандартным сортом (17,83 %) отмечены следующие образцы: К-7079 (15,93 %), К-3341 (16,53 %), К-9756 (16,80 %), К-9698 (16,93 %). По показателю выравненности стандарт Шортандинское 7 (95,93 %)

превысили следующие образцы: К-3985, К-9989, К-9644, К-3341, К-7079, К-9756, К-9698, К-2928, Шортандинское 11 (96,23 % - 97,87 %).

Изучение кулинарных свойств крупы (коэффициент разваримости, структура, цвет, вкус каши, общая кулинарная оценка) позволило выявить лучшие, в сравнении со стандартным сортом, линии и сорта. По общей кулинарной оценке превысили стандарт (4,4 балла) образцы проса К-9644, К-9698 (4,5 балла). По питомнику общая кулинарная оценка равна 4,4 балла.

Таблица 6 – Образцы проса, выделившиеся по товарно-технологическим и кулинарным свойствам зерна, 2015-2017 гг.

№ по каталогу ВИР	Белок %	Пленчатость, %	Масса 1000 зерен, г	Натура, г/л	Выход ядра, %	Выравненность, %	Общая кулинарная оценка, балл
Шортандинское 7 (st.)	14,70	17,83	7,96	739	82,17	95,93	4,4
К-2432	15,86	17,00	8,16	742	82,93	96,83	4,4
К-3985	15,80	17,47	8,13	744	82,60	96,90	4,1
К-9989	15,56	17,07	8,10	739	82,83	96,13	4,4
К-9644	15,54	17,20	8,16	741	82,73	97,50	4,5
К-3341	15,34	16,53	8,80	743	83,50	97,87	4,4
К-7079	14,89	15,93	8,16	740	84,60	96,83	4,4
К-9756	14,65	16,80	8,06	743	83,57	95,87	4,4
К-9698	14,89	16,93	8,10	751	82,97	97,17	4,5
К-2928	15,21	17,60	8,10	740	82,30	96,23	4,4
Шортандинское 11	14,87	17,03	8,00	743	83,00	96,97	4,3
Среднее	15,23	17,03	8,06	742	83,01	96,74	4,4
НСР ₀₅	0,64	1,07	1,41	29	1,12	4,75	-

Таким образом, в результате проведенной технологической и биохимической оценки коллекционных образцов проса установлен общий уровень качества зерна. Дана характеристика каждой линии по комплексу и отдельным показателям качества, выделены лучшие из них. Коллекционные образцы К-2432 (Алтайский край), К-3985 (Казахстан), К-9989 (Барнаульское 80) по основным технологическим, биохимическим и кулинарным показателям превышают стандартный сорт Шортандинское 7. Выделенные линии проса рекомендуются в качестве ценного исходного материала для дальнейшего использования в селекционном процессе.

По комплексной оценке, в оптимальные по увлажнению годы (2016-2018) из коллекции выделено свыше 23 образцов, превышающих по урожайности стандарт. В прохладные и засушливые годы (2015-2017) количество сортов образцов, превышающих по урожайности стандарт, достигало 35-45. Однако в условиях резко континентального климата Северного Казахстана особый интерес представляют образцы, которые обладают комплексом хозяйственно-ценных признаков в любые по метеоусловиям годы. Это представители в основном степных и северных групп. Они также отличались сравнительной крупнозерностью (масса 1000 зерен свыше 6 г), высокая устойчивость к полеганию стебля и

осыпанию зерна, слабое поражение болезнями, повышенные биохимические и технологические параметры, высокая устойчивость к засухе и сравнительно слабая к заморозкам. К таким образцам относятся: К-2208, К-2291 (Горный Бадахшан), К-2790, К-9756 (Саратовская область), К-2851 (Оренбургская область), К-3985, К-8504, К-9644 (Казахстан), К-8789 (Венгрия) и др. (табл. 7).

Таблица 7 – Комплексная характеристика выделенных образцов проса, 2015-2018 гг.

№ по каталогу ВИР	Урожай- ность, г/м ²	Веgetа- цион- ный пе- риод	Высота расте- ний	Масса 1000 зерен, г	Пора- жение голов- ней, %	Устойчивость в баллах к	
						засухе	поле- ганию
Шортандинское 7 (st.)	160	83	78	5,8	1,9	7,3	7,0
К-10213	196	86	73	6,6	1,9	7,5	7,5
К-2851	190	81	77	6,5	1,4	7,5	8,0
К-9993	190	87	70	6,3	1,9	7,4	7,4
К-9994	190	86	79	6,3	2,0	7,4	7,5
К-89	190	84	77	6,2	1,9	7,3	7,6
К-2867	196	80	72	6,2	1,9	7,5	8,0
К-9611	188	84	75	6,2	1,9	7,4	7,5
К-2804	186	83	78	6,2	2,0	7,3	7,5
К-2790	186	84	77	6,1	2,1	7,0	7,4
К-10141	186	85	75	6,1	1,9	7,2	7,5
К-3985	186	84	80	6,2	1,9	7,3	7,5
Среднее	186	84	79	6,2	1,9	7,3	7,5
НСР ₀₅	17,2	6,3	9,4	0,28	0,09	0,34	0,11

Таким образом, проведенные исследования по изучению коллекционных образцов проса, позволили выявить формы, сочетающие ряд признаков и являющиеся ценным исходным материалом для использования в качестве источников в селекции.

4 МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРОСА

Определение динамики формирования площади листьев в онтогенезе позволяет нам дать сравнительную характеристику культур. Исследования проводились на увлажненном фоне и по стерне. Так как листовая поверхность является одним из главных условий создания высоких урожаев, мы определяли площадь листьев у образцов проса в важнейшие фазы развития. Для определения площади нами были выделены 4 основных этапов онтогенеза коллекции проса:

- 1) 10-15 июля – конец кущения – выход в трубку;
- 2) 25-30 июля – начало выметывания (колошение);
- 3) 16-20 августа – цветение-молочная спелость;
- 4) 2-6 сентября – полная спелость;

Растительные пробы брались в каждую фазу на 10 растениях. Растения брались с учетной делянки площадью 1 м^2 . Для определения площади листовой поверхности мы использовали метод линейных измерений.

На основе этих трех методов проводились измерения площади листовой поверхности на двух разных фонах.

Изучая формирование листового аппарата во все годы исследований, максимальный суточный прирост отмечали у среднеспелых образцов. В различные фазы развития этих культур нарастание листовой поверхности происходило неодинаково. При определении площади листовой поверхности у раннеспелых образцов наблюдался незначительный прирост до фазы начало выметывания (колошения), затем постепенное убывание.

У среднеспелых образцов от фазы конец кушения – выход в трубку до фазы начало выметывания (колошение) наблюдался постепенный прирост ($222,5\text{-}286,1 \text{ см}^2$). Максимальное значение площади листовой поверхности составило $286,1 \text{ см}^2$ и, к фазе полной спелости происходит уменьшение площади листовой поверхности до $204,9 \text{ см}^2$. У позднеспелой группы наблюдался незначительный прирост площади листьев к фазе цветения, молочной спелости, где она составила максимальное значение – $279,9 \text{ см}^2$. Затем происходит уменьшение величины площади до значения, равного в фазу кушения.

По стерневому фону максимальное значение площади листьев у раннеспелых сортообразцов было в фазу выхода в трубку – $168,1 \text{ см}^2$, затем постепенное уменьшение площади до $134,6 \text{ см}^2$ в фазу молочной спелости и резкое ее падение до $129,5 \text{ см}^2$ к фазе полной спелости. Величина площади листовой поверхности у среднеспелых образцов нарастала до фазы начала выметывания, где она достигла максимального значения – $232,2 \text{ см}^2$. Затем к фазе полной спелости площадь постепенно уменьшается до $190,6 \text{ см}^2$. Площадь листовой поверхности позднеспелых образцов увеличивалась и достигла своего максимального значения в фазу начала выметывания $345,3 \text{ см}^2$. К фазе полной спелости площадь листьев уменьшилась до значения $205,0 \text{ см}^2$.

Для изучения динамики изменения урожайности образцов проса и влияния срока скашивания на качество корма в зависимости от условий возделывания проведены три укоса растительной массы на паровом и стерневом предшественниках. Так, по результатам исследований, в первом укосе при испытании по пару, сортообразцы проса распределились по урожайности зеленой массы в следующем порядке: К-9756, К-2851, К-10213 (Россия) – $3493, 3227, 2760 \text{ г/м}^2$, К-9644 (Казахстан) – 2760 г/м^2 , К-9526 (Украина) – 2760 г/м^2 , К-2790, К-2432 (Россия) – $2760, 2493 \text{ г/м}^2$. Во второй срок лучшими по продуктивности были: К-9756, К-10213, К-2851, К-2790 (Россия) – $3253, 2787, 2933, 2560 \text{ г/м}^2$, К-9526 (Украина) – 2547 г/м^2 , К-2432 (Россия) – 2360 г/м^2 , К-89 (Казахстан) – 2333 г/м^2 . В третий срок в фазу полной спелости максимальную урожайность зеленой массы сформировали образцы проса К-2851 (Россия) – 2267 г/м^2 , К-9644 (Казахстан) – 2107 г/м^2 , К-9756 (Россия) – 1987 г/м^2 , К-9526 (Украина) – 1947 г/м^2 , наименьшую массу имел образец из Венгрии (К-8597) 747 г/м^2 .

Наибольшую урожайность зеленой массы в первый срок уборки сформировали следующие образцы: К-2851 (Россия) – 2760 г/м^2 , К-89 (Казахстан) – 2560

г/м², К-2790 (Россия) – 2493 г/м². Во второй срок урожайнее были следующие сорта: К-10213 (Россия) – 2893 г/м², К-9644 (Казахстан) – 2400 г/м², К-2432 (Россия) – 1933 г/м². В третий срок укоса в фазу полной спелости все коллекционные образцы снизили урожайность зеленой массы. Максимальная урожайность была у К-10213, К-2851, К-2790 (Россия) – 1600, 1587, 1573 г/м², К-89 (Казахстан), К-9526 (Украина) – 1547 г/м², остальные образцы снизили урожайность в два раза. Таким образом, в результате трехлетнего изучения образцов проса по двум предшественникам максимальная урожайность зеленой массы по стерне была получена при скашивании растений в первый срок – фаза выметывание.

По результатам трехлетнего изучения было установлено, что выход сухого вещества у коллекционных образцов проса по паровому предшественнику увеличивался с каждым последующим укосом. Так, выход сухого вещества у первого укоса при учете по паровому предшественнику варьировал от 18,4 % до 32,8 %. Во второй срок наибольший выход сухого вещества был у образца К-8597 (Венгрия) – 37,6 %, К-2432 (Россия) – 35,8 %, К-10213 (Россия) – 30,8 % и К-8930 (Беларусь) – 32,8 %. По третьему сроку выход сухого вещества увеличился вдвое в сравнении со вторым сроком. Наивысший процент выхода сухого вещества был у К-8930 (Беларусь) – 61,2 %. По сортообразцам К-9644, К-3985 (Казахстан), К-9526 (Украина) также установлен высокий процент (51,2 %).

По стерневому фону выход сухого вещества в первом укосе варьировал от 24,6 % до 40,4 %. Во второй срок наибольший выход сухого вещества отмечен у образца К-2432 (Россия) – 45,8 %. У других образцов выход сухого вещества находился в пределах от 31,8 % до 36,0 %. В третьем сроке все изучаемые образцы имели высокий выход сухого вещества: К-2432 (Россия) – 72,6 %, К-8930 (Беларусь) – 71,2 %, К-10213, К-9756 (Россия) – 68,8 % и 62,4 %, К-8597 (Венгрия) – 61,6 %, К-9644 (Казахстан) – 56,8 %, К-2790 (Россия) – 54,8 %. Выход сухого вещества увеличивается с каждым последующим укосом по мере созревания культур.

Таким образом, в результате трехлетнего изучения по стерневому фону выход сухого вещества, как и по пару, увеличивался с каждым укосом. Это связано с тем, что по мере созревания культур выход сухого вещества увеличивался.

5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

Одним из главных условий быстрого внедрения в производство новых высокоурожайных качественных сортов является наличие кондиционных семян. Анализ оценки исходного материала образцов проса сопровождается параллельным размножением семян лучших выделившихся сортов.

После проведения видовой и сортовой прополки на сортообразцах отобраны элитные метелки в количестве 4131 шт. После проведения подработки зерна на аспирационных колонках и малогабаритных очистительных машинках заготовлено 9,7 ц семян.

Примерный расчет экономической эффективности возделывания кормовых культур на зерно. При сложившихся в текущем году закупочных ценах на товарное зерно (36 тыс. тенге за 1 тонну) и зерноотходы (18 тыс. тенге за 1 тонну), рыночных ценах на сено (16 тыс. тенге за 1 тонну), горюче-смазочные материалы, запасные части, семена, пестициды и прочие затраты

минимальный условно-чистый доход сельскохозяйственные товаропроизводители могут получить даже при уровне урожайности культур от 8,5-10,0 ц/га по зерну (табл. 8) и 14,3-35,0 ц/га по селу. При этом эффективность производства и заготовки сена в условиях отчетного года значительно выше выращивания зерна, особенно при возделывании новых, более продуктивных сортов, размещенных по чистому пару или по стерне с выдержанной технологией их возделывания.

Таблица 8 – Экономическая эффективность возделывания сортообразцов проса на зерно (среднее 2015-2018 гг.)

№ по каталогу ВИР	Урожайность, ц/га	Зерно после подработки, ц			Стоимость продукции, тенге /га		Общая стоимость продукции с 1 га, тенге	Общие затраты на 1 га посевной площади, тенге.	Условно-чистый доход, тенге/рублей на 1 га***
		товарварное зерно	зерноотходы	мертвые отходы	товарное зерно*	зерно – отходы**			
К-9644	16,5	10,6	4,4	1,0	38 160	7 920	46 080	24 200	21 880/ 4 736
К-2851	41,4	31,7	7,6	2,1	114 120	13 680	127 800	26 750	101 050/ 20 210
К-2432	18,3	12,2	5,0	1,6	43 920	9 000	52 920	26 750	26 170/ 5 234
К-8597	19,8	14,3	3,9	1,6	51 480	7 020	58 500	30 500	28 000/ 5 600

* - средняя закупочная стоимость товарного зерна - 36 000 тенге /т; 7 200 руб./т.
 ** - средняя стоимость фуражного зерна (зерноотходы): – 18 000 тенге /т; 3 600 руб./т
 *** по курсу 1 рубль = 5 тенге

При уровне урожайности зерна образцов 16,5 ц/га, 18,3 ц/га, 19,8 ц/га, условно-чистый доход составил 21,8, 26,1, 28,0 тыс. тенге с 1 га и 101,0 тыс. тенге по овсу с 1 га при урожайности 41,4 ц/га.

Значительная продуктивность зеленой массы (К-2851 - 291,0 ц/га, К-9644 - 262,2 ц/га, К-2790 - 240,9 ц/га, К-2432 - 225,7 ц/га, К-8597 91,8 ц/га) и высокий выход сена (К-8597 - 39,7 ц/га, К-2432 - 37,0 ц/га, К-9644 - 31,8 ц/га, К-2851 - 30,2 ц/га, К-2790 - 29,8 ц/га) обеспечила высокую рентабельность (табл. 9).

Таблица 9 – Экономическая эффективность возделывания на сено (среднее за 2015-2018 гг.)

№ по каталогу ВИР	Урожайность, зеленой массы ц/га	Содержание			Стоимость продукции с 1 га, тенге *	Затраты на 1 га посевной площади, тенге	Условно-чистый доход, тенге/рублей на 1 га**
		выход сена, ц/га	кормовых единиц, кг/кг	переваримый протеин			
К-2851	291,0	30,2	0,602	0,075	483 200	26 750	456 450/ 91 250
К-2432	225,7	37,0	0,606	0,054	592 000	26 750	565 250/113 050
К-9644	262,2	31,8	0,663	0,050	508 800	24 200	484 600/96 920
К-8597	91,8	39,7	0,605	0,058	635 200	30 500	604 700/120 940
К-2790	240,9	29,8	0,582	0,062	476 800	28 700	448 100/89 620

* - средняя рыночная стоимость сена - 16 000 тенге /т; 3200 руб./т
 ** по курсу 1 рубль = 5 тенге

Эффективность производства грубых кормов по всем культурам была выше зернового производства в 2-4 раза. Наиболее рентабельным было производство сена из сортообразца К-2432: условно-чистый доход составил 565 250 тенге с 1 га.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных в 2015-2018 гг. исследований по комплексному изучению исходного материала проса различного эколого-географического происхождения на базе «НПЦЗХ им. А.И. Бараева» были получены следующие результаты:

1. Продуктивность проса в условиях резко континентального климата Северного Казахстана во многом определялся продолжительностью вегетационного периода и его отдельных фаз. Продолжительность периода всходы – выметывание у наиболее урожайных образцов коллекции колебалась от 47 до 65 дней, периода выметывание – созревание от 29 до 35 дней. Наиболее подвержен изменчивости период от посева до всходов (коэффициент вариации составляет $V = 27,1 \%$). Выявлена средняя отрицательная зависимость между урожаем и продолжительностью периода от посева до выметывания, коэффициент корреляции составил ($r = -0,47 \pm 0,15$), а также от посева до созревания ($r = -0,52 \pm 0,06$). Наиболее коротким вегетационным периодом во влажные годы отличались образцы саяно-алтайской (К-2432), лесостепной (К-9551), степной поволжской (К-2743; К-2790) и среднеазиатской горной (К-2208) экологических групп.

2. Урожайность образцов коллекции в годы исследований варьировала от 112 до 196 г/м². Это в основном образцы степных, а также лесостепной, северной, саяно-алтайской и среднеазиатской горной экологических групп. Кроме высокой продуктивности, их отличает крупность (вес 1000 зерен многих образцов достигает 6,0-6,6 г), устойчивость к полеганию, сравнительное слабое поражение пыльной головней, устойчивость к засухе и завяданию.

3. Изучен один из главных элементов структуры урожая – масса 1000 зерен. Этот показатель значительно меньше варьирует по годам, чем урожайность. Коэффициент вариации составил всего $V=15,2 \%$. Коэффициент корреляции между весом 1000 зерен и урожаем зерна в наших опытах составил $r = +0,67 \pm 0,09$. Наиболее крупные из них (6,3 – 6,6 г): К-9993 (Кинельское 92), К-9994 (Горлинка, Россия), К-8544 (Амурское местное, Россия), К-10213 (Казанское кормовое, Татарстан) при стандарте Шортландинское 7 (5,6 г).

4. Изучена устойчивость холодостойкости коллекционных образцов проса. Установлено, что устойчивость проса к низким положительным температурам зависела от многих факторов: генетической природы растения, физиологического состояния и фазы развития растений, продолжительности и интенсивности охлаждения, чередования температурного режима до охлаждения растений и после его прекращения. Предварительные выводы позволяют утверждать, что степень повреждения и гибель растений резко возрастает по мере увеличения продолжительности действия холода и снижения температуры. Так, при двухсуточном охлаждении погибло более 20 % всходов, при четырехсуточном

– 36,8 %, а при семисуточном – 42,3 % растений. Дифференциация абсолютных показателей внутри сортов и линий говорит о перспективности отбора генотипов исследуемых образцов на холодостойкость.

5. На всех этапах изучения исходного материала выделены следующие источники ценных признаков проса:

- продуктивная кустистость 1,3 стебля на растение – раннеспелые образцы (К-2432; К-3341), а также среднеранние образцы К-2743 (Самарская область), К-2790 (Саратовская область), К-2874 (Ставропольский край), К-9989 (Барнаульское 80), К-9994 (Горлинка, Самарская область, Россия);

- масса 1000 зерен (6,3 – 6,6 г): К-9993 (Кинельское 92), К-9994 (Горлинка, Самарская область, Россия), К-8544 (Амурское местное, Россия), К-10213 (Казанское кормовое, Татарстан);

- высокая продуктивность метелки (свыше 2 г) была отмечена у следующих сортообразцов: К-2851 (Оренбургская область), К-2867 (Тамбовская область), К-3985 (Казахстан), К-8886 (Кустанайская область, Казахстан), К-9132 (Уральское белое, Россия), К-10213 (Казанское кормовое, Татарстан);

- высокоурожайные в любые годы (180-200 г/м²), к ним относятся следующие сорта: К-2804 (Казанское 56, Татарстан), К-2851 (Оренбургская область), К-2867 (Тамбовская область), Кормовое 89 (Казахстан), К-9611 (Шортандинское 23, Казахстан), К-9993 (Кинельское 92), К-9994 (Горлинка, Самарская область, Россия), К-10141 (Омское 11, Россия), К-10213 (Казанское кормовое, Татарстан).

6. Выделен следующий исходный материал проса по качеству зерна:

- хорошая выполненность зерна (натура 743-751 г/л) – К-3341, К-9756, К-3985, К-9698;

- пленчатости и выходу ядра – линии К-7079 (15,9%, 84,6%), К-3341 (16,5 %, 83,5 %), К-9756 (16,8 %, 83,6 %), К-9698 (16,9 %, 83,0 %);

- высокое содержание белка (15,0–16,0 %) образцы К-2432 (Алтайский край), К-3985 (Казахстан), К-9989 (Барнаульское 80), К-9644 (Кокчетавское 66, Казахстан), К-3341 (Россия, Алтайский край).

7. Изучено формирование листового аппарата по двум предшественникам (пар, стерня). Максимальный суточный прирост по пару был отмечен у средне-спелых образцов, от фазы конец кущения – выход в трубку до фазы начало выметывания (колошение) наблюдался постепенный прирост (222,5-286,1 см²): К-2764, К-2790, К-2851, К-2874, К-2928 К-3985. По стерневому фону максимальное значение площади листьев сформировали позднеспелые образцы, которые максимального значения достигли в фазу начала выметывания 345,6 см², а к фазе полной спелости площадь листьев уменьшилась до значения 205,0 см²: К-8597, К-8789, К-8930, К-9526, К-9648, К-9658, К-9853.

Выделены лучшие линии, сформировавшие максимальные значения листовой поверхности по двум предшественникам: К-9644 (286,1-232,2 см²): К-2432 (142,5-168,1 см²); К-2790 (279,9-345,6 см²); К-2851 (176,9-177,8 см²); К-8597 (112,2-149,7 см²).

8. Изучена динамика изменения вегетативной массы и накопления сухого вещества образцами проса по фазам развития растений и двум предшественникам (пар, стерня).

По результатам изучения выделены сортообразцы проса по урожайности зеленой массы по двум предшественникам:

- в первый укос: К-2432, К-2851, К-9756, К-10213 (Россия), К-9526 (Украина), К-9644 (Казахстан);

- во второй укос: К-2432, К-2790, К-2851, К-9756, К-10213 (Россия), К-9526 (Украина), К-89 (Казахстан), К-9644 (Казахстан);

- в третий укос: К-2790, К-2851, К-9756, К-10213 (Россия), К-9526 (Украина), К-9644 (Казахстан).

В результате исследований было установлено, что выход сухого вещества у коллекционных образцов проса по двум предшественникам увеличивался с каждым последующим укосом. Так, выход сухого вещества у первого укоса варьировал от 18,4 % до 40,4 %. Во второй срок наибольший выход сухого вещества был у образцов К-2432 (Россия) – 45,8 %, К-8597 (Венгрия) – 37,6 %, К-2432 (Россия) – 35,8 %, К-10213 (Россия) – 30,8 % и К-8930 (Беларусь) – 32,8 %. По третьему сроку выход сухого вещества увеличился вдвое в сравнении со вторым сроком. Наивысший процент выхода сухого вещества был у образцов К-2432 (Россия) – 72,6 %, К-8930 (Беларусь) – 71,2 %, К-10213, К-9756 (Россия) – 68,8 % и 62,4 %, К-8597 (Венгрия) – 61,6%, К-9644 (Казахстан) – 56,8 %, К-2790 (Россия) – 54,8 %.

9. Экономический эффект от возделывания перспективных сортов проса. При уровне урожайности зерна образцов (К-9644, К-2432, К-8597) 16,5 ц/га, 18,3 ц/га, 19,8 ц/га, условно-чистый доход составил 21,8, 26,1, 28,0 тыс. тенге с 1 га, и К-2851 – 101,0 тыс. тенге с 1 га при урожайности 41,4 ц/га. Значительная продуктивность зеленой массы (К-2851 - 291,0 ц/га, К-9644 - 262,2 ц/га, К-2790 - 240,9 ц/га, К-2432 - 225,7 ц/га, К-8597 91,8 ц/га) и высокий выход сена (К-8597 - 39,7 ц/га, К-2432 - 37,0 ц/га, К-9644 - 31,8 ц/га, К-2851 - 30,2 ц/га, К-2790 - 29,8 ц/га) обеспечила высокую рентабельность. Эффективность производства грубых кормов по всем культурам была выше зернового производства в 2-4 раза. Наиболее рентабельным было производство сена из сортообразца К-2432: условно-чистый доход составил 565 250 тенге с 1 га

ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ

Для дальнейшего использования в селекционном процессе сортов проса, адаптированных к условиям Северного Казахстана, предлагаются сорта и линии, не уступившие по некоторым показателям, а по другим превысившие стандарт. В качестве исходного материала использовать следующие носители хозяйственно-ценных признаков:

– высокая продуктивная кустистость – К-2432; К-3341, К-2790;

– высокая масса 1000 зерен – К-2790, К-3985, К-9526, К-9526, К-2874, К-2851, К-8886;

– высокая продуктивность метелки – К-2851, К-8789, К-7079, К-8413, К-8930, К-9526, К-3985;

- высокоурожайные – К-2851, К-8504, К-8626, К-2790, К-9756, К-9132, К-2208, К-2291.
- хорошая выполненность зерна – К-2432, К-3829;
- низкоплечатые с высоким выходом ядра – К-9989, К-2432;
- высокобелковые: К-2804, К-10213, К-8544.
- максимальные значения листовой поверхности: К-9644, К-2432, К-2790, К-2851, К-8597;
- по урожайности зеленой массы: К-2432, К-2851, К-9756, К-10213, К-9526, К-9644;
- по выходу сухого вещества: К-2432, К-2790, К-8597, К-8930, К-9644, К-9756, К-10213.

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в журналах, рекомендованных ВАК РФ

1 **Долинный Ю.Ю.** Оценка коллекционных образцов проса по качественным показателям в условиях Северного Казахстана / Ю.Ю. Долинный, В.И. Коберницкий, С.И. Коконов // Аграрная наука. 2022. № 10. С. 16-20.

2 **Долинный Ю.Ю.** Оценка коллекции проса по структурным элементам урожая в Северном Казахстане / Ю.Ю. Долинный, В.И. Коберницкий, С.И. Коконов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2022. № 5 (97). С. 49-54.

Статьи в журналах, тематических сборниках и материалах конференций

3 Коберницкий В.И. Продуктивность биомассы кормовых культур / В.И. Коберницкий, **Ю.Ю. Долинный**, К.Ж. Баубаева // Повышение продуктивности и устойчивости кормопроизводства – основа аграрной политики развития животноводства Центрального Казахстана: сб. материалов междунар. научно-практической конференции, посв. 70-летию академика НАН РК Е.Ш. Шаханова. - Караганда, 2014. - С. 54-58.

4 Коберницкий В.И. Изучение параметров площади листьев кормовых культур / В.И. Коберницкий, **Ю.Ю. Долинный**, В.А. Волобаева // Повышение продуктивности и устойчивости кормопроизводства – основа аграрной политики развития животноводства Центрального Казахстана: сб. материалов Международной научно-практической конференции, посв. 70-летию академика НАН РК Е.Ш. Шаханова. - Караганда, 2014. - С. 48-53.

5 **Долинный Ю.Ю.** Изучение кормового проса в условиях засушливой зоны Северного Казахстана / Ю.Ю. Долинный, В.И. Коберницкий // Повышение продуктивности и устойчивости кормопроизводства – основа аграрной политики развития животноводства Центрального Казахстана: сб. материалов Международной научно-практической конференции, посв. 70-летию академика НАН РК Е.Ш. Шаханова. - Караганда, 2014. - С. 94-96.

6 Коберницкий В.И. Сорта яровой пшеницы, ячменя, овса, проса и гречихи селекции НПЦ зернового хозяйства им. А.И. Бараева / В.И. Коберницкий, **Ю.Ю. Долинный**, В.А. Волобаева // Каталог. – Астана, 2016. – 40 с.

7 **Долинный Ю.Ю.** Изучение высокоурожайных линий зернового проса в Северном Казахстане // Материалы Международной научно-практической интернет-конференции: «Развитие аграрной науки в XXI веке». – Украина, 2016. – С. 24.

8 **Долинный Ю.Ю.** Изучение однолетних кормовых культур в аридных условиях Северного Казахстана // Разработка и внедрение почвозащитных энергосберегающих технологий – основной путь повышения рентабельности и экологической безопасности растениеводства на современном этапе: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, 7-8 июля 2016 г./ ФГБНУ Удмуртский НИИСХ. – Ижевск: ФГБОУ ВО Ижевская ГСХА, 2016. – 250 с.

9 Долинный Ю.Ю. Качество зерна образцов проса пищевого на севере Казахстана // Материалы Международной научно – практической интернет-конференции: «Современные проблемы и достижения сельского хозяйства в XXI веке». Украина, 2018. – С. 4.

10 Долинный Ю.Ю. Новый сорт проса кормового для Северного Казахстана // Материалы Сеждународной научно-практической интернет-конференции: «Современные проблемы и достижения сельского хозяйства в XXI веке». –Украина, 2018. – С. 14.

11 Долинный Ю.Ю. Каталог мировой коллекции зерновых культур НПЦЗХ им. А.И. Бараева / Ю.Ю. Долинный, Э.И. Фердерер, С.А. Бабкенова, М.У. Утебаев // Каталог. – Шортанды. 2020. – 20 с. ISBN 978-601-7648-13-8.

12 Долинный Ю.Ю. Комплексная оценка коллекционных образцов проса в условиях Северного Казахстана / Ю.Ю. Долинный, В.И. Коберницкий / Научно-практический журнал «Владимирский земледелец». Суздаль, 2022. №1. С. 45-50.

Авторские свидетельства (патенты)

13. ПРОСО ПОСЕВНОЕ (*Panicum miliaceum*). Шортандинское 14. Коберницкий В.И., Долинный Ю.Ю., Баубаева К.Ж., Волобаева В.А. Патент на селекционное достижение 821, 09.04.2018. Заявка от 19.12.2014. (Республика Казахстан).

14. ПРОСО ПОСЕВНОЕ (*Panicum miliaceum*). Кормовое 2014. Коберницкий В.И., Долинный Ю.Ю., Баубаева К.Ж., Волобаева В.А. Патент на селекционное достижение 810, 26.02.2018. Заявка от 19.12.2014. (Республика Казахстан).

15. ПРОСО ПОСЕВНОЕ (*Panicum miliaceum*). Укосное 1. Коберницкий В.И., Долинный Ю.Ю., Илле О.В., Волобаева В.А., Каратаева Р.Д., Дашкевич С.М. Авторское свидетельство 722, 15.05.2020. Заявка от 28.11.2017. (Республика Казахстан).

16. ПРОСО ПОСЕВНОЕ (*Panicum miliaceum*). Экспромт. Коберницкий В.И., Долинный Ю.Ю., Илле О.В., Волобаева В.А., Каратаева Р.Д., Дашкевич С.М. Авторское свидетельство 723, 15.05.2020. Заявка от 28.11.2017. (Республика Казахстан).