

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ИЖЕВСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»

УДК633.172:631.52(574.2)

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

Диссертация на соискание учёной степени

кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор С. И. Коконов

Ижевск 2022

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА (обзор литературы)	7
1.1 История возникновения и происхождения проса посевного <i>Panicum miliaceum</i>	7
1.2 История развития селекции проса на севере Казахстана.....	9
1.3 Основные направления селекции проса.....	11
1.3.1 Селекция на создание экологически пластичных сортов проса.....	18
1.3.2 Селекция на повышение качества зерна и устойчивость к болезням...	25
2 ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ..	29
2.1 Объект исследований.....	29
2.2 Методика проведения исследований.....	29
2.3 Условия проведения опытов.....	32
2.3.1 Почвенно-климатические условия.....	32
2.3.2 Почвенные условия места проведения исследований.....	35
2.3.3 Метеорологические условия.....	36
2.4 Технология выращивания проса в опыте.....	40
3 ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРОСА ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ.....	41
3.1 Продолжительность вегетационного периода и межфазных периодов в зависимости от метеорологических факторов.....	41
3.2 Устойчивость проса к засухе и завяданию.....	49
3.3 Изучение холодостойкости коллекционных образцов проса.....	57
3.4 Устойчивость коллекционных образцов проса к болезням.....	60
3.5 Структурный анализ урожая.....	65
3.6 Биохимические и технологические качества образцов проса.....	71
3.7 Характеристика образцов проса по комплексу признаков.....	79
4 МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРОСА.....	81
4.1 Динамика нарастания вегетативной массы в процессе онтогенеза.....	81
4.2 Динамика изменения вегетативной массы и накопления сухого вещества растениями.....	92
5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ.....	101
5.1 Производство семян и экономическая эффективность возделывания рас- тений проса.....	101
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	104
ПРЕДЛОЖЕНИЯ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ РАБОТЫ.....	108
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	109
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	136

ВВЕДЕНИЕ

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 году составляла в Казахстане 52 тысячи 868,8 гектара. 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 распро-

странения новых вредителей и болезней, а значит, уменьшить применение средств защиты растений. Создание новых сортов не возможно без научно подобранного и комплексно изученного исходного материала из различных эколого-географических зон.

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, обладающих 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.

Целью исследований 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 её структурой;
- рассчитать экономическую оценку по результатам опыта;
- выделить линии проса, характеризующиеся по комплексу признаков и свойств для использования в селекции.

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 решении 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.

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

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

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

Основные положения и материалы диссертации опубликованы 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.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация изложена на 152 страницах компьютерного текста. Состоит из введения, 5 глав, заключения, предложений для селекционной работы, включает 23 таблицы, 24 рисунка, 10 приложений. Список литературы содержит 252 источника, в т.ч. 38 иностранных авторов.

1 СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОПРОСА

(обзор литературы)

1.1 История возникновения и происхождения проса посевного *Panicum miliaceum*L.

Просо обыкновенное (посевное, настоящее, метельчатое) впервые было введено в культуру свыше 5000 лет тому назад в древнем Китае, об этом свидетельствуют древнейшие памятники письменности. В Китае и смежных с ним Маньчжурии, Монголии и Юго-Восточном Казахстане найдено наибольшее многообразие разновидностей проса (Корнилов А. А., 1960; Агафонов Н. П., 1971; M'Ribu H. K, 1994; Ну, Y. G., 2008; Ну, X., 2009).

В Китае просо считается одной из самых старых зерновых культур в мире и занимает второе место в полном мировом производстве проса, обеспечивая шесть миллионов тонн зерна для людей, проживающих в областях юга Европы и в Азии (Li and Wu, 1996; Yang et al., 2012). Это одна из главных продовольственных зерновых культур в областях сухого севера Китая (Wang et al., 2012).

В бронзовый век племена, обитающие на территории от р. Енисей до р. Урал, занимались скотоводством, и только постепенно, в связи с переселением в степные районы Казахстана русского населения, вновь стало развиваться оседлое земледелие, основными культурами которого были ячмень и просо (Большая Советская Энциклопедия, т. 19, 1953).

К концу XVIII века посевные площади проса в России составляли около 250 тыс. гектаров. Урожайность его была невысокой, а потому пшено считалось самой дорогой крупой на русском рынке (Рубинштейн Н. А., 1957, цит. по Корнилову А. А., 1960).

За годы Советской власти посевы под этой культурой значительно возросли: если в 1913 году в России просом было занято 3,5 млн гектаров, то в 1940 г. — 5,9 млн га. В Казахстане в 1972 г. посевные площади под ним составили 725 тыс.

гектаров (Посевные площади зерновых, зернобобовых и технических культур во всех категориях хозяйств по областям, краям АССР, том II, ЦСУ СССР, М., 1973).

Исторически коллекция мирового разнообразия проса ВИР – основа для проведения фундаментальных и прикладных исследований в России. Так, И. В. Поповым (1924-1929) разработана схема внутривидовой классификации проса обыкновенного как итог изучения первых 800 образцов коллекции и ревизии результатов исследований Ф. Алефельда (1866), Ф. Кернике (1885) г, А. Ф. Баталина (1887), А. Н. Сабанина (1902), М. Г. Сириусова (1914), Б. М. Арнольда (1929) и других. Впоследствии в результате дальнейшего анализа ботанического состава образцов коллекции классификация была усовершенствована сотрудником ВИР В. Н. Лысовым (1968, 1975). В соответствии с этой классификацией по сравнительно четким, хорошо наследуемым признакам, обуславливающим тип метелки в составе *P. miliaceum* L., выделено пять подвидов: 1) *subsp. patentissimum* (I.Pop.) Luss. – раскидистое; 2) *subsp. miliaceum* – развесистое; 3) *subsp. contractum* (Alef.) Arn. – сжатое; 4) *subsp. compactum* (Koern.) Arn. – комовое; 5) *subsp. ovatum* (I.Pop.) Luss. – овальное (Курцева А. Ф., 2012).

На просторах Центральной Азии, Казахстана, Монголии просо длительное время было единственной культурой, оно продвинулось из Азии в Европу вместе с кочевыми народами, привлекая тем, что может высеваться поздно, в разные периоды, не отягощая заботами кочевника. Для посева на единицу площади требуется мало семян, просо транспортабельно, обладает высокой жаростойкостью и засухоустойчивостью, поэтому оно являлось атрибутом кочевого хозяйства степных и полупустынных районов Казахстана. По данным переписи 1881 года, просо в основном сеяли в степях юго-востока России и в регионах Казахстана. По посевным площадям оно занимало четвертое место после яровой пшеницы, озимой ржи, овса и составляло около 10 % посевов. Среди казахского населения встречались примеры, когда семьи засевали просом по 100–200 десятин. Одна десятина посевов проса прокармливала целую семью. Путешественник Семенов-Тянь-Шанский писал, что «просо у казахов играет такую же роль, как полба у крестьян Поволжья». При посеве на гектар 12–14 кг семян проса крестьяне собирали уро-

жай чистого зерна 5–8 ц. С освоением целинных земель в Казахстане площади посевов проса достигли 1,7 млн га. Наибольшие площади под посевы этой культуры были отведены в прососеющих областях: Павлодарской, Акмолинской, Актюбинской, Западно-Казахстанской (Уральской), Костанайской (Гавриленко И. А., 2021).

Также широко просо возделывается в Индии, Непале, Западной Бирме, Шри-Ланке, Пакистане и странах Юго-Восточной Азии (Habiyaemye C., 2017; Trivedi A. K., 2015; Wang R., 2016; Minxuan Liu, 2016; Chander S., 2017).

По данным FAOSTAT, ежегодные посевные площади под просовыми культурами (Millets) составляют 33 млн га, на долю проса африканского (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br.) Pearl millet приходится 85 % всех площадей или 28 млн га, проса итальянского Foxtail millet (4,5 %) – 1,5 млн га, проса посевного Proso millet (3 %) – 1 млн га, проса японского (пайзы) Barnyard millet (1,5 %) – 0,5 млн га и около 2 млн га (6 %) на остальные виды просовых культур. Кроме того, как минимум 100 млн га занимают естественные многолетние и однолетние виды (в саваннах и т.д.). Ежегодный мировой валовой сбор зерна составляет около 30 млн тонн и около 250 млн тонн абсолютно сухого вещества (биомассы). Основными странами-производителями Pearl millet является Индия (11 млн га и 9,5 млн т зерна), а также Центральная, Северо-Восточная и Западная Африка: Нигерия, Нигер, Мали, Судан, Буркина-Фасо, Эфиопия, Сенегал, Чад (16 млн га и 13,3 млн т зерна). Основные производители Foxtail millet – Китай и Индия, Proso millet – Россия, Китай, США и Индия, Barnyard millet – Индия, Япония, Корея и Китай. Главная страна-производитель просовых культур – Индия (12 млн га, 10,9 млн т зерна при средней урожайности 0,91 т/га); в России ежегодно высевают Proso millet 0,3-0,7 млн га, собирают – 0,5-1,0 млн тонн зерна (Sidorenko V. S., 2012).

1.2 История развития селекции проса на севере Казахстана

Селекционная работа по культуре проса на севере Казахстана была начата в основном после организации Шортандинской, Карабалыкской и Карагандинской

сельскохозяйственных опытных станций в 1935-1937 гг. Главным направлением в этой работе было изучение географического распространения, хозяйственного значения и селекционной ценности местных форм.

В результате изучения выяснилось, что в процессе продвижения из старых земледельческих районов в суровые условия севера Казахстана зерновые культуры, в том числе и просо, сильно обеднялись по ботаническому составу. Так, просо более чем на 90 % было представлено только разновидностями флявум и субфлявум – развесистой группы (Кузьмин В. П., 1971).

Однако жесткие условия местного климата привели к отбору форм более выносливых к засухе и холоду, болезням, вредителям и другим неблагоприятным факторам. Некоторые селекционные сорта, полученные из местного материала непосредственным отбором, были районированы и рекомендованы для производства. К таким относятся сорта Долинское 31 и Долинское 86, выведенные на Карагандинской опытной станции.

Просо издавна занимало большие площади в Казахстане. В 1953 г. посевы проса занимали 560 тыс. га. После освоения целинных земель в 1954 г. они составили 704 тыс., в 1955 г. – 1700 тыс. га. В 1970-1980-х годах посевная площадь под просом в областях Западного Казахстана (Актюбинская, Уральская – Западно-Казахстанская) составляла по 120-130 тыс. га в каждой из них; в Павлодарской области она достигала 250-300 тыс. га (Цыганков И. Г., 2006; Буянкин В. И., 1989; Гуз Г. В., 2005; Цыганков И. Г., 2006, 2007).

В Научно-производственном центре зернового хозяйства имени А. И. Бараева ведется селекция проса по комплексу признаков: на устойчивость к засухе и весенним похолоданиям, на высокобелковость и высокие технологические качества, а также кормовые достоинства.

Наиболее характерной особенностью направления селекционной работы на севере Казахстана, по мнению В. П. Кузьмина (1971), является повышение у растений способности максимального усвоения и продуктивного использования органических ресурсов влаги, которые к тому же крайне неравномерны и непостоянны во времени. «Требуется, - отмечает В. П. Кузьмин, - углубление селекции в

сторону использования ряда экологических, физиологических, анатомо-морфологических, иммунологических и других свойств растений, направленных в засушливой зоне на более полное и продуктивное использование влаги».

Непостоянство климата требует от селекционеров создания особо пластичных сортов. В годы с недостаточным количеством тепла, поздними весенними и ранними осенними заморозками просо уступает по урожаю пшенице и ячменю, так как при весенних возвратах холодов частично погибают всходы, при осенних заморозках повреждаются верхние междоузлия, отчего стебель переламывается, и метелки теряются при уборке (В. П. Кузьмин, 1965).

В связи с этим перед селекционерами Северного Казахстана стоит задача выведения более скороспелых сортов проса с сохранением высоких урожайных качеств.

1.3 Основные направления селекции проса

В сельскохозяйственном производстве и системе государственного сортоиспытания имеется весьма скудный сортимент культуры проса, создание новых адаптированных сортов к условиям Северного Казахстана является актуальной задачей для селекционеров республики.

В селекции проса основная задача – создание сортов и гибридов, способных в условиях оптимальной агротехники давать высокие и стабильные урожаи зерна высокого качества. Увеличение урожайности зерна проса в дальнейшем предусматривается за счет подъема культуры земледелия, а также создания и внедрения новых сортов. Успешное решение данной задачи в значительной степени определяется наличием соответствующего исходного материала с последующим включением его в селекционный процесс. Выявление, подбор и создание нового исходного материала лежат в основе успешной селекции проса. Исследователи придают большое значение необходимости целенаправленного поиска исходного материала среди эколого-географических групп проса, так как для них характерна неодинаковая реакция на изменение условий внешней среды. Повышение крупно-

зёрности у многих возделываемых культур – одна из главных целей селекционной работы. 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 (Германцева Н. И., 2018; Зинченко В. И., 1992; Зотиков В. И., 2010; Ильин А. В., 2018; Ильин В. А. 1984).

Селекция проса начинается с изучения исходного материала – коллекции сортов и гибридов. Проблема поиска исходного материала постепенно возрастает в связи с увеличением требований, предъявляемых к создаваемым сортам. При этом по мере создания все более урожайных сортов, увеличения знаний о биологической природе признаков, усложнения задач селекции и по ряду других причин меняются требования и к самому исходному материалу (Мережко А. Ф., 1994).

В результате дифференцированного ботанико-географического изучения культурных растений Н. И. Вавилов открыл центр первичного формообразования и происхождения проса обыкновенного – Юго-Восточная Азия, включая горные районы Китая, Японию, Непал и сопредельные с ними страны. В этих странах им было обнаружено максимальное разнообразие форм, установлен весь спектр разновидностей и расовый состав линнеевского вида *Panicum miliaceum* L. с большим числом эндемичных, неизвестных в Европе сортообразцов: с лёгкой осыпаемостью зерна (сорнополевые формы), различной продолжительностью вегетации, сильно развесистой метёлкой, тонкоплёнкатыми, с тонкими, легко обрушивающимися цветочными плёнками, соответствующими голозёрным овсам и ячменям (Сидоренко В. С., 2003; Цыганков И. Г., 2006; Яшовский И. В., 1987).

Повышение урожайности и качества сельскохозяйственных культур – ключевая проблема биологической и сельскохозяйственной науки. Значительная роль в решении этой проблемы отводится генетическим ресурсам растений. Просо как урожайная, засухоустойчивая, жаростойкая культура позволит расширить ареал

крупяных культур, являясь источником высококачественного растительного белка (10-18 %) и витаминов (в частности каротина) в рационе человека. Таким образом, в Национальном центре генетических ресурсов растений Украины Института растениеводства им. В. Я. Юрьева значительное разнообразие образцов национальной коллекции проса (продолжительность вегетационного периода от 50 до 130 дней; масса 1000 зерен – от 4,0 до 12,0 г; пленчатость – 3-24 % и др.) является основной предпосылкой для успешной селекции этой культуры (Кобызева Л. Н., 2014).

Высокая кормовая урожайность и потенциал зародышевой плазмы *Pennisetum glaucum* и низкая интенсивность коллекции в отдельных странах указывают на необходимость запуска миссии сбора и создания зародышевой плазмы, исключительно для диких родственников проса африканского, чтобы заполнить таксономии и географические пробелы в коллекции (Upadhyaya H. D., 2014).

Просо также является ценной кормовой культурой для всех видов животных и особенно для птицы. Скармливание проса повышает яйценоскость кур. Отходы переработки проса содержат до 16 % белка, 22 % жиров, 28 % крахмала. Просяная солома и мякина содержат большое количество переваримых питательных веществ и по кормовым достоинствам превосходят пшеничную и овсяную солому и приближаются к селу среднего качества. Солома проса при уборке остается зеленой и содержит витамина А больше, чем солома других хлебов. В 1 ц просяной соломы содержится 42 кормовые единицы, в соломе яровой пшеницы и озимой ржи – 20-21 кормовая единица, ячменя – 36 кормовых единиц. По содержанию переваримого протеина просяная солома в 1,5-2,0 раза превосходит солому яровой пшеницы. Хорошим кормом являются отходы, получаемые при производстве пшена: мучень, мезга, остряк, сечка. Зеленая масса проса превосходит по качеству зеленую массу кукурузы, сорго и суданки (Сидоренко В. С., 2003; Яшовский И. В., 1987; Елагин И. Н., 1987; Лысов В. Н., 1968; Титков В. И., 1994; Сидоренко В. С., 2010; Гуринович С. О., 2020).

Для повышения урожайности зерна проса в условиях обострившейся экологической и экономической обстановки его можно выращивать не только в зерно-

паровых севооборотах с внесением навоза, что довольно дорого, но и в звеньях с занятым паром донником, который оставляет после себя богатые азотом пожнив-ные и корневые остатки, фиксирует азот за счет деятельности клубеньковых бак-терий. Кроме того, можно запахивать второй укос донника на сидерат (Василев-ская Т. А., 2010).

На продуктивность культур значительное влияние оказывают и способы по-сева. Изучение прямого посева полевых культур в степной зоне Поволжья показа-ло, что применение прямого посева позволяет поддерживать оптимальную плот-ность почвы, сохранять агрономически ценную структуру и содержание гумуса, рациональнее использовать влагу и элементы питания. Урожайность культур при применении прямого посева и посева по отвальной вспашке практически равная. В то же время при прямом посеве урожайность была значительно ниже, чем при посеве по отвальной вспашке (Нарушен В. Б., 2013).

По данным Муханова Н. К. (2017), на мелкоделяночном опыте при ороше-нии в Казахском агротехническом университете (г. Астана) с оптимальными по-казателями нормы высева 2 млн/га, сроком посева 3 декада мая – 1 декада июня при широкорядном посеве с междурядьями 30 см получена самая высокая уро-жайность зерна сорта Согур – 7,4-7,6 т/га, а без орошения – 3,1-5,9 т/га (Зотиков В. И., 2018).

В условиях неустойчивого увлажнения южной части Правобережной лесос-тепи формированию наивысшего уровня урожайных и посевных качеств семян проса посевного способствует срок уборки, когда 75–80 % семян в метелках нахо-дится в фазе полной спелости. Существенно высшую продуктивность обеспечил третий срок уборки урожая семеноводческих посевов проса, когда 65–70 % семян в метелках находилось в фазе полной спелости – 3,95 т/га. Предыдущие к нему первый (25-30 %) и второй (65–70 %) сроки стали причиной недобора урожая со-ответственно 0,62 и 0,37 т/га, а увеличение продолжительности вегетации до ре-комендованного времени наступления 85–90 % спелости семян в метелках за годы исследований привели к потерям на уровне 0,19–0,29 т/га. 2. Наибольшей озер-ненностью и индивидуальной продуктивностью характеризовались растения,

продолжительность вегетации которых ограничивалась третьим сроком уборки урожая, а наиболее весомыми сформировались семена при четвертом сроке уборки (контроль). 3. Формированию наивысших посевных качеств – уровня энергии (93,0 %) и дружности прорастания (26,9 шт./сутки), а также силы роста (94,7 %) и лабораторной всхожести (95,7 %) способствовал третий срок уборки. При этом семенной материал, выращенный в таких условиях, по интегрированному показателю качества (100 %) занял первое место (Полторецкий С. П., 2014).

По данным статистики, в 1900 году на долю проса приходилось 25-30 % от всех посевных площадей. Наибольшая урожайность проса была в Актюбинском и Кустанайском уездах. При высеве на гектар 13-15 кг семян проса урожайность чистого зерна составляла 800-900 кг/га (Бараев А. И., 1939; Мартынов П. Г., 1930).

При анализе Госреестров селекционных достижений России, Казахстана, Украины, Беларуси по вектору северо-запад – юго-восток отмечается тенденция по распространению морфотипов проса: по мере продвижения на север в посевах возрастает доля развесистого проса, имеющего рыхлую метёлку; по мере приближения к югу встречается больше пониклого (сжатого), а на крайнем юге распространение получает комовое просо с самой плотной метёлкой.

В. А. Ильин предполагает, что это связано с участием колосковых плёнок в наливке зерна, т.к. в северных районах интенсивность солнечного сияния меньше, поэтому для лучшей ассимиляции колосковыми чешуями наиболее выгодны рыхлые метёлки, которые также обеспечивают лучшее испарение и ускоряют налив зерна (Ильин В. А., 1984).

В Северном Казахстане распространены сорта проса, относящиеся к степной и Алтайской эколого-географическим группам. Это сорта с типичной средней длиной периода от посева до созревания 85-90 дней. Фаза кущения наступает на 20-30 и выметывания – на 55-65 день. Кузьмин В. П. (1978) отмечал, что для уменьшения различного вида потерь в период уборки при селекции этой культуры учитывают своевременность и дружность созревания метелок и зерна в пределах каждой метелки, устойчивость против осыпания, прямостоячесть стеблей и их

стойкость к заморозкам, сжатую форму метелки, слабое обрушивание зерна при молотье.

Так, по результатам исследований, проведенных в условиях юго-востока Центрально-Черноземного региона, были изучены различные морфотипы проса: сорта с развесистой и со сжатой метелкой, с прямостоячими и пониклыми листьями, с пониклой и прямостоячей метелкой, с коротким и длинным верхним междоузлем, с красным и желтым зерном. Проведен корреляционный анализ у 50 сортов разных морфотипов (по Спирмену и по Пирсону) между хозяйственно-ценными признаками. По результатам корреляционного анализа показана связь между хозяйственно-ценными признаками у различных морфотипов. Выделен наиболее перспективный морфотип для селекции сортов, адаптированных к условиям Центрально-Черноземного региона. Это красnozерные сорта проса со сжатой формой метелки, с прямостоячими листьями, с длинным верхним междоузлем, со слабой поникаемостью метелки. Эти сорта характеризовались наиболее ценными хозяйственно-полезными признаками. Примером такого сорта является новый сорт проса Степное 9, районированный по ЦЧР с 2018 года. Этот сорт относится к разновидности сангвинеум (сжатая метелка, красное зерно), имеет прямостоячие листья и метелку, а также относительно длинное верхнее междоузлие (Сурков А. Ю., 2014; 2020; Лазаревич С. В. 2016).

Таким образом, результаты исследований в условиях юго-востока ЦЧЗ показали, что сорта со сжатым типом метелки характеризуются специфической адаптивной способностью, отражающей специфическую реакцию генотипа в определенной среде, обладают низкой стабильностью, что существенно снижает их селекционную ценность. Сорта с развесистым типом метелки сочетают высокую урожайность с относительной стабильностью, что резко увеличивает их селекционную ценность. Развесистые формы проса имели большую урожайность, чем сжатые, особенно во влажные годы, меньше поражались меланозом и имели большее содержание белка. Сжатые формы проса отличались высокой продуктивностью метелки, крупным зерном с высоким содержанием каротиноидов и яркостью ядра, но сильнее поражались меланозом, особенно в условиях избыточно-

го увлажнения. Эти особенности необходимо учитывать в селекционной работе при создании новых сортов, адаптированных к условиям Воронежской области и Центрально-Черноземного региона (Сурков А. Ю., 2017).

При селекции проса необходимо обратить внимание на крупность зерна. Крупность можно характеризовать массой 1000 зерен и результатами ситового анализа. Так, в результате 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 (Тихонов Н. П., 2022).

Знание взаимосвязи компонентов продуктивности между собой и с урожаем семян является необходимым для селекционной работы. В условиях центральной России урожайность зерна проса африканского в 2017 г. и 2018 г. была положительно связана с длиной вегетационного периода ($r = +0,63$ и $r = +0,53$), а в 2017 г. и 2018 г. – с массой 1000 семян ($r = +0,63$ и $r = +0,56$). Это указывает на сопряженность морфологических показателей, которые в конечном итоге обеспечивают определенное направление селекционного процесса на основе отбора по крупности зерна и озерненности соцветий (Гуринович С. О., 2020).

Учитывая недостатки возделываемых сортов и хорошо представляя требования, предъявляемые товаропроизводителями к новым сортам, актуальность продолжения селекционных исследований по культуре проса в Казахстане обусловлена необходимостью диверсификации зернового производства регионов с ориентацией перехода на новые сорта проса отечественной селекции. Основой для результативной селекции является наличие разнообразного исходного материала.

1.3.1 Селекция на создание экологически пластичных сортов проса

Селекция растений тесно связана с экологией и агроклиматологией. Не случайно Н. И. Вавилов (1935) в работе «Селекция как наука» в числе научных дисциплин, определяющих облик современной селекции, называет и экологию. Действительно, существование какого-либо генотипа немыслимо вне определенной среды и без взаимодействия с нею (Зыкин В. А., 2005).

Ускорение изменений климата дифференциально влияет на комплекс биологических взаимодействий и часто вызывает непредсказуемые изменения. На урожай и его качество климат влияет прямо и косвенно через болезни, которые и сами изменяются. Эти эффекты трудно прогнозировать и моделировать ввиду неизученности их механизмов. Нужно сочетать мультидисциплинарное моделирование с многофакторными экспериментами для выявления приоритетных угроз, что позволит уточнить и первостепенные цели селекции. Продовольственная безопасность имеет социально-экономические, географические и политические аспекты, и все это разнообразие систем и функций находится под влиянием климатических изменений. Одна из главных целей – повышение толерантности к абиотическим и биотическим стрессам (Newton A. C., 2011).

Для получения высококачественной продукции в различных почвенно-климатических условиях необходимо соблюдение целого комплекса агротехнологий, обеспечивающих оптимальное накопление веществ, определяющих ее пищевую ценность и минимальное количество загрязняющих соединений (Лукин С. В., 2014).

Одним из важнейших направлений решения этих вопросов является расширение видового состава возделываемых культур путем включения в структуру посевных площадей, новых для условий региона высокоурожайных и высокопитательных видов, обеспечивающих получение необходимого количества кормов при минимальных трудовых и материальных затратах на их производство (Капустин Н. И., 2013).

Каждый регион характеризуется основными лимитирующими факторами среды, и только сочетание оптимального температурного, водного и питательного режима оказывает положительное влияние на урожайность. В современных условиях решение проблемы обеспечения продовольственной безопасности страны должно базироваться на максимальном использовании природно-климатических ресурсов, биологических и экологических факторов. Развитие сельского хозяйства характеризуется возрастанием роли кормопроизводства как системообразующей отрасли АПК, определяющей состояние животноводства и существенно влияющей на повышение эффективности земледелия и растениеводства, сохранение ландшафтов (Косолапов В. М., 2009; Трофимов И. А., 2008).

Проведение посева в разные сроки позволяет бесперебойно получать зеленую массу по фазам развития в течение определенного периода. Такое использование однолетних культур хорошо вписывается в сырьевой конвейер для приготовления объемистых кормов: сена, сенажа, силоса, зерносенажа. В летний период удастся избежать недостатка в зеленой массе. Перспективным направлением является упрощение сырьевых конвейеров без существенного снижения их эффективности за счет использования двух-трех и даже одного вида растений (Богомолов В. А., 2001; Косолапов В. М. 2008).

Так, в условиях сухостепной зоны Северного Казахстана проанализированы динамика прохождения фаз роста и развития проса африканского и продолжительность их межфазных периодов, даны показатели урожайности. На основе проведенного исследования определен лучший срок посева проса африканского для получения более высокого урожая зеленой массы, сухой массы, семян при сложившихся метеоусловиях 2016 и 2017 гг. Наибольшая урожайность у проса африканского отмечена при посеве во второй декаде мая: 25,3 т/га зеленой массы, 5,8 т/га сухой массы и 4,2 т/га семян (Муханов Н. К., 2018).

Продуктивность проса в условиях континентального климата юга России во многом определяется продолжительностью вегетационного периода и его отдельных фаз. Наиболее продуктивными являются среднеспелые и среднепоздние образцы с удлинённым периодом от всходов до выметывания (40-44 дня). Коэффици-

коэффициент вариабельности урожайности образцов коллекции в годы исследований составил 55 %. Наиболее устойчивыми по этому признаку были образцы: К – 740, К – 743, К – 747, К – 6263, К – 6264, К – 6283, К – 6289, К – 1506, К – 1532, К – 1539, К – 1536, К – 5444, К – 5445, К – 5460, К – 5463 и др. Максимальная листовая поверхность у растений проса создавалась во все годы исследования в фазу выметывания, увеличиваясь от раннеспелых образцов к среднепоздним. Морфофизиологический анализ различных сортообразцов проса позволил нам установить различия в темпах прохождения отдельных этапов органогенеза в зависимости от условий их выращивания. Продолжительность этапов органогенеза в большей степени определялась среднесуточной температурой воздуха, нежели количеством выпавших осадков. Наиболее оптимальные условия для прохождения этапов органогенеза складывались для среднеспелых образцов при посеве в оптимальные (конец апреля – начало мая) сроки (Сокурова Л. Х., 2018).

Для более полной реализации потенциала проса в ФГБНУ «ФНЦ зернобобовых и крупяных культур» ведется создание исходного материала и сортов разных биотипов, различающихся по срокам созревания, физиологии развития, использованию элементов питания и реакции на погодные условия (Зотиков В. И., 2017). Решить дефицит производства проса посевного можно не только расширением посевных площадей, созданием новых сортов, но и применением стимуляторов роста и микроудобрений нового поколения, способствующих лучшему формированию и развитию растений. Ассортимент современных препаратов для внекорневых подкормок очень разнообразен. Они имеют разное происхождение, различаются по составу, часто содержат комплекс макро- и микроэлементов в хелатной форме для сбалансированного питания растений (Санина Н. В., 2015). Опытным путем установлено положительное влияние на увеличение (относительно контроля) высоты растений метелки и массы зерен с главной метелки: на 8,1 см и 0,9 г у сорта Спутник; на 8,5 см и 0,2 г у сорта Альба; и на 4,8 см и 0,7 г у сорта Казачье. При разных погодных условиях 2019-2020 годов отмечается наибольшая прибавка урожайности в результате обработки семян и двух листовых подкормок в фазу выметывания, она составила: у Спутника – 0,74 т/га (21,6 %), у сорта Альба

– 0,43 т/га (14,6 %), у сорта Казачье – 0,62 т/га (13,9 %). Повышенное содержание белка в зерне проса 13,1-13,8 % отмечено при предпосевной обработке семян препаратом Биостим Старт в дозе 0,7 л/т и двух внекорневых подкормках (Лозина Н. А., 2021).

Биологический прогресс в растениеводстве проявляется прежде всего в новых сортах и качестве сертифицированных семян. На его внедрение оказывают влияние многие факторы - экологические условия растениеводства и животноводства, уровень квалификации фермеров, возможности соблюдения технологии с учетом требований новых сортов, потенциальные возможности хозяйств (WickiL., 2010).

Абиотические стрессы (АС) являются важным фактором, ограничивающим урожайность сельскохозяйственных культур. Некоторые виды сельскохозяйственных растений способны акклиматизироваться к некоторым АС (холод, засухи, жара), а другие характеризуются слабой способностью адаптации к АС. Для акклиматизации к низкой температуре и засухе требуется от дней до недель, тогда как к стрессу засухи – часы. Устойчивость к АС обусловлена генами, связанными с продуцированием протективных белков и метаболитов (Gusta L., 2012). Абиотический стресс может сильно влиять на гетерогенность поля, что снижает точность оценки при сортоиспытании. Экологические факторы, вызывавшие пространственно разный потенциал урожая, могут быть оценены или измерены и использованы как ко-варианты, чтобы более точно оценивать генотипы (ReifJ.C., 2013).

В селекционных программах первостепенное значение приобретает вопрос о связи генетически детерминированной высокой отзывчивости генотипа к оптимальным условиям выращивания с реакцией его на широко варьирующие экологические условия (Кадыров М. А., 1984). Такая взаимосвязь генотипа обусловлена экологической пластичностью. Исследователи по-разному трактуют это понятие, в основном исходя из общепринятой теории приспособлений (Д. И. Баранский, 1926, У. Уильямс, 1968, В. Д. Мединец, 1952). Так, В. О. Островерхов (1978) под экологической пластичностью понимает способность живых организмов приспосабливаться к изменяющимся условиям существования. У культурных растений,

по его мнению, экологическая пластичность связывается со способностью сортов давать высокую урожайность в различных почвенно-климатических, погодных и агротехнических условиях. Рассматривая экологическую пластичность как взаимосвязь продуктивности и устойчивости, Эберхарт и Расселл дают несколько иную трактовку.

С точки зрения экологического соответствия сорта к условиям выращивания наиболее приемлемой оценкой сорта будет та, которая рассматривает, с одной стороны, реакцию сорта, способность к изменению условий выращивания, с другой – фактические отклонения при его испытаниях от этой способности (Eberhart S. A., 1966). При этом первый параметр будет характеризоваться пластичностью сорта, второй – его стабильностью (Пакудин В. З., 1979).

Наиболее объективными оценками эффективности селекции проса (и других культур) на адаптивность к различным почвенно-климатическим условиям являются результаты изучения сортов ФГБУ «Госсорткомиссия Российской Федерации по испытанию и охране селекционных достижений» в различных просо-сеющих регионах. Результаты конкурсного испытания в НИУ даже на фоне резко варьирующих климатических факторов позволяют отбирать только потенциально адаптированные генотипы, относительно объективное ранжирование которых по селектируемым признакам становится возможным только в результате многолетних исследований (Тихонов Н. П., 2018).

При оценке адаптивных показателей образцов проса за 2004-2008 гг. в ТатНИИСХ было установлено, что сорт Камское имел самые высокие показатели селекционной ценности. Выделенные за период 2009, 2011-2013 гг. селекционно-ценные образцы 0662 и 0827 созданы при участии сорта Камское, который, в свою очередь, был получен на основе гибридизации со стародавними местными формами проса. Таким образом, опираясь на наши многолетние данные, можно предположить, что сорт Камское является источником ко-адаптированных блоков генов. Каждая из представленных групп спелости проса характеризуется своими специфическими адаптивными показателями. Раннеспелая группа, за исключением сорта Удалое, наиболее приспособлена к ряду сред, т.к. наиболее стабильна.

Среднеспелая группа характеризуется высокой урожайностью зерна и, соответственно, высокими показателями ОАС и N_i . Группа среднеспелых форм наименее стабильна и характеризуется высокими показателями специфической адаптивной способности (Никифорова И. Ю. 2015).

Продукционные процессы сельскохозяйственных культур протекают в чрезвычайно многообразных и изменчивых погодно-климатических условиях, влияющих на растения в течение всего онтогенеза. Климатические факторы нарушают устойчивость агроэкосистем и их равновесие, вносят заметную дестабилизацию в механизм управления продукционным потенциалом агроландшафтов и общее их функционирование (Белолобцев А. И., 2013; Маренич Н. Н., 2014).

В будущем неизбежно усиление интенсивности использования земли для обеспечения растущего спроса на продовольствие и биоэнергию (Bennett A. J., 2012). Настоятельно необходим многосторонний анализ существующих и предстоящих вызовов с.-х. производству и объективная оценка риска и достоинств новых технологий производства продовольственных культур. Одной из важнейших основ решения проблем является селекция и сортоиспытание сортов и гибридов с учетом быстро изменяющихся условий окружающей среды и спроса на сельскохозяйственную продукцию (Giruissem W., 2010). Вызов производить достаточное количество продовольствия остается насущным. Увеличение объемов производства продовольствия сопровождается некоторыми негативными побочными эффектами. Центральный вопрос – имеются ли практические доказательства, что агроэкологические подходы способны вносить вклад в решение проблем удовлетворения спроса на продовольствие в будущем. Для решения проблемы имеются практические подходы во многих странах мира (Horlings L. G., 2011; Воронцова Ю. В., 2011). В последние годы рост с.-х. производства в мире в целом стал замедляться, поскольку механизация и агрохимия достигли пределов своего влияния на урожайность. Однако биология обеспечивает новые генетические достижения. Создаются улучшенные в отношении устойчивости к биотическим и абио-

тическим стрессам сорта, имеются серьезные успехи в повышении качества с.-х. продукции (Qaim M., 2010; Wenzel G., 2010).

В селекции крупных культур проводится комплексное исследование механизмов устойчивости культур к действию повышенных температур, к дефициту влаги в почве в разные фазы развития (проростки и вегетирующие растения). Выделяются адаптивные морфологические, анатомические и физиологические признаки разных по устойчивости образцов. Используются существующие традиционные и модифицированные методы исследований (Ионова Е. В., 2011; Кирдин В. Ф., 2010). Стратегия предусматривает установление объективных связей между климатом и сельским хозяйством, установление временных рамок изменений климата и их вызов, разработку адекватных мероприятий в сфере сельского хозяйства и связанных с ним отраслей народного хозяйства. Учитывается, что повышение температуры может быть главным фактором изменения климата, оказывающим неодинаковое влияние на с.-х. культуры. Однако следует быть готовым к усилению риска засух, ливней, штормов (Wiedemar M., 2011; Укуев М. М., 2012; Qu H., 2010; Turner N. C., 2011).

Прогнозируются тенденция более сухого климата в будущем в периоды вегетации, и необходимо иметь научную основу для консультаций по возможному появлению и протеканию засух для фермеров. Разрабатываются компьютерные программы разной сложности, которые могут симулировать состояние влажности почвы и ее влияние на рост растений и формирование урожая. Моделируются различные системы обеспечения сортов и культур элементами питания и уровнем влагообеспеченности (Doring S., 2011; Abeledo L. G., 2011).

Благодаря своим биологическим особенностям просо в аридных условиях Северного Казахстана дает гарантированные урожаи в самые засушливые годы. На потенциал продуктивности, параметры экологической устойчивости, качество и объемы внедрения сельскохозяйственных культур в значительной степени влияет сортовой состав, почвенно-климатические условия и особенности семеноводства (Савенко И. В., 2010; Рутц Р. И., 2010; Переправо Н. И., 2010; Гасиев В. И., 2011; Дмитриев Н. Н., 2012; Шпаков А. С., 2012).

Для полноценного роста и развития просу требуется значительно больше тепла, чем пшенице. Зерно проса начинает прорастать при температуре 8-10 °С тепла. Однако при температуре 10 °С прорастание семян идет в течение 11-13 дней, а при 16-19 °С – всего лишь 3-4 дня. По фазам роста просу требуется следующая среднесуточная температура воздуха: всходы-кущение 18 °С, кущение-выметывание 20 °С, выметывание-цветение 23 °С, цветение созревание 23 °С. Заморозки просо переносит плохо. Необходимо учитывать возможность возврата весенних заморозков при выборе сроков посева, так как всходы чувствительны к действию пониженных температур, вследствие чего рост их при охлаждении замедляется. Большая часть растений в фазу всходов при температуре ниже минус 3 °С погибает. Очень опасно для проростков проса и длительное воздействие невысокой средней температуры +6 ...+8 °С и значительной облачности. В таких условиях энергия фотосинтеза резко снижается, и молодые всходы гибнут (Имашев И. Г., 2014). Наряду с засухоустойчивостью просо способно реагировать на увлажнение резким повышением продуктивности. В связи с чрезвычайной засухоустойчивостью просо будет иметь всевозрастающее значение в связи с повышением температуры почвы на 2-5 °С в ближайшее десятилетие.

Таким образом, перед селекционерами по просу поставлены очень серьезные задачи по созданию экологически пластичных сортов, при решении которых необходимо учитывать основные требования к новым сортам, создаваемым для жестких условий Республики Казахстан.

1.3.2 Селекция на повышение качества зерна и устойчивость к болезням

Создание высокоурожайных сортов проса, устойчивых к поражению головней, меланозом ядер, является важным критерием в получении высококачественного зерна. Задача селекционеров сделать более яркой окраску ядра проса, так как с ней связаны высокое содержание каротиноидов и лучшие питательные и вкусовые качества каши. Как известно, более ярким ядром обладают краснозерные сорта проса. Показано, в частности, что желтизна ядра у гибридов первого поколения

наследуется по промежуточному типу, а спектры расщепления гибридов F₂ определяются генетическими особенностями родительских сортов (Тихонов Н. П., 2016).

Значительная роль в повышении качества крупы отводится степени устойчивости создаваемых сортов к подпленочному поражению ядра – некротическому меланозу. Основным методом работы над этим признаком является многократный отбор с жесткой браковкой селекционного материала в ряде поколений (Румянцев А. В., 2012).

Особая задача селекционной работы с просом – создание сортов, устойчивых к пыльной головне и меланозу. Если первая задача решается более или менее успешно, то проблема устойчивости сортов проса к меланозу оказалась довольно сложной. Так, результаты исследований селекции проса на устойчивость к головне в условиях юго-востока ЦЧЗ показали, что можно проводить селекцию проса не только на продуктивность и устойчивость к головне, но и на групповую устойчивость к болезням на искусственных инфекционных фонах. Разработана стратегия селекции новых сортов проса, предусматривающая создание высокопродуктивных сортов с повышенным качеством зерна, обладающих групповой устойчивостью к головне и некротическому меланозу. Таким образом, в результате изучения и подбора образцов проса коллекции ВИР и сортов других НИУ на инфекционном фоне и вовлечения их в скрещивания можно создавать линии, отличающиеся групповой устойчивостью к основным заболеваниям. Контроль устойчивости к головне необходимо вести на искусственном инфекционном фоне на протяжении всего селекционного процесса. Генетически обоснованная идентификация сортов проса посевного по признаку «устойчивость к головне» (т.е. выявление – каким(и) именно геном (генами) резистентности обладает конкретный генотип – сортообразец, индивидуальное растение и др.) возможна только при профессиональном использовании «чистых» рас возбудителя болезни. Разработана стратегия селекции новых сортов проса, предусматривающая создание высокопродуктивных сортов с повышенным качеством зерна, обладающих групповой устойчи-

востью к головне и некротическому меланозу (Сурков А. Ю., 2015; Тихонов Н. П., 2018).

С учётом всего вышеизложенного выявленную в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан устойчивость раннеспелых и среднеранних образцов проса к меланозу нужно рассматривать как специфический случай пассивной устойчивости физиологического характера (так называемая ложная устойчивость или уход от болезни). Суть её заключается в том, что благодаря раннему выметыванию «критический» период для заражения меланозом у раннеспелых и среднеранних образцов протекает в менее благоприятных для развития заболевания гидротермических условиях. В 2006, 2008, 2009 и 2012 гг., когда были установлены достоверные различия пораженности ядер меланозом по группам спелости, «критический» период для заражения у раннеспелых и среднеранних образцов протекал в условиях более высокой среднесуточной температуры и более низкой относительной влажности воздуха (Никифорова И. Ю., 2013).

Из показателей качества к основным мы относим массу 1000 зёрен, пленчатость, индекс яркости крупы, вкус каши и процент поражения зерна меланозом. В группе среднеранних – все сорта имеют красную окраску зерна. Ранее было установлено, что сорта с красным зерном дают более яркое пшено, чем с жёлтым (кремовым). Поэтому различия между группами могут объясняться наличием в них сортов с жёлтым зерном. По другим же показателям качества различий между красно- и желтозерными формами не установлено. Вкус каши – комплексный показатель, зависимый от многих факторов. Так, в последние годы НИУ России передают на Государственное испытание более крупнозёрные сорта, при этом – ценные по качеству. Это свидетельствует об успешной работе селекционеров в данном направлении. В настоящее время коллекция проса посевного ВНИИЗБК насчитывает более 300 образцов. В ней имеются группы сортов крупнозёрных, тонкоплёчатых, ультраранних, мутантных, регенерантных форм, форм с различной окраской зерна, а также доноров генов расоспецифической устойчивости к головне (Котляр А. И., 2013; 2014; 2016; 2017).

В условиях Орловской области лучшими по урожайности являются средне-ранние сорта. Очевидно, они более адаптированы по вегетационному периоду. При увеличении продолжительности вегетационного периода у групп сортов различного типа хозяйственной спелости несколько возрастают крупность зерна, пленчатость и процент поражения меланозом. Эту зависимость можно отнести к общим закономерностям, свойственным просу посевному. Зерно с высокими потребительскими качествами можно получать независимо от типа хозяйственной спелости сорта. Уровень качества зерна в значительной степени зависит от успешности работы селекционеров в этом направлении (Котляр А. И., 2014).

На севере Казахстана просо является основной крупяной культурой. Основные площади проса сосредоточены в Павлодарской области – 27 тысяч 973,6 га, Костанайская — 9 267 га и Актыбинская области — 5 742 га также вошли в тройку лидеров по посевным и уборным площадям проса. На сегодняшний день в Казахстане допущены в производство 21 сорт проса на зерно и 13 – на корм, они являются сортами двойного назначения и годятся как для производства зерна, так и на корм. Средняя урожайность зерна проса составляет 3,6–4,5 ц/га, в передовых хозяйствах Павлодарской, Восточно-Казахстанской областей получают от 7,5–9,1 до 12–14,5 ц/га (Екатеринская Е. М., 2016).

Такая урожайность не соответствует потенциальным возможностям этой культуры. Успешное решение этой задачи может быть обеспечено при создании и внедрении в производство новых, более продуктивных сортов с повышенным адаптивным потенциалом (Antimonov A. K., 2018).

Таким образом, особо следует учесть устойчивость сортов проса к болезням. Изучение исходного материала проса на качество зерна позволит найти ценные источники, обладающие высокими потенциальными возможностями урожая, устойчивые к болезням, с высокими показателями качества крупы.

2 ОБЪЕКТ, МЕТОДИКА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

2.1 Объект исследований

Исследования проводили с сортами и селекционными образцами проса из мировой коллекции ВИР. Семейство злаки (*Poaceae*), род – просо (*Panicum*), вид – просо обыкновенное (*Panicum miliaceum* L.). На рисунке 1 представлен общий вид коллекционного питомника.



Рисунок 1 – Общий вид коллекционного питомника проса

2.2 Методика проведения исследований

Полевые опыты закладывали на опытном поле НПЦЗХ им. А. И. Бараева (2015-2018 гг.) по чистому плоскорезному пару. Лабораторные исследования – в лаборатории генетических ресурсов зерновых культур, биохимической лаборатории ТОО НПЦЗХ им. А. И. Бараева.

В схеме опыта представлено 53 образца из коллекции ВИР различного эколого-географического происхождения (табл. 1).

Таблица 1 – Образцы проса из коллекции ВИР

№ каталога ВИР	Название сорта или образца, происхождение	Эколого- географическая группа	Группы спелости	Окраска зерна
1	2	3	4	5
К-2208	Горный Бадахшан	Среднеазиатская горная	Раннеспелые	зеленовато-коричневое
К-2291	Горный Бадахшан			желтое
К-2432	Алтайский край	Саяно-алтайская	Среднеранние	красное
К-2743	Самарская область	Степная поволж- ская	Среднеспелые	светло-красное
К-2764	Самарская область			светло-красное с белым бочком
К-2790	Саратовская область			светло-красное
К-2804	Казанское 56, Татар- стан	Северная	Среднеранние	желтое
К-2851	Оренбургская об- ласть	Степная казахстан- ская	Среднеспелые	светло-желтое
К-2867	Тамбовская область	Лесостепная	Раннеспелые	зеленое
Шор. 7	Казахстан	Степная казахстан- ская	Среднеспелые	красное
К-2874	Ставропольский край	Степная украин- ская		коричневое
К-2928	Самарская область	Степная поволж- ская	Среднеспелые	красное
К-2963	Ульяновская область		Раннеспелые	красное
К-2975	Самарская область		Среднеспелые	красное
К-3029	Таджикистан	Среднеазиатская горная	Раннеспелые	зеленое
К-3310	Р. Тыва	Саяно-алтайская	Среднеспелые	зеленое
К-3314	Р. Тыва			зеленое с кремовым бочком
К-3341	Россия, Алтайский край			белое
К-3829	Воронежское 3985, Россия.	Лесостепная	Раннеспелые	темно-красное
Шор. 11	Казахстан	Степная казахстан- ская	Среднеспелые	красное
К-3985	Казахстан			кремовое
К-7079	Самарская область	Степная поволж- ская		кремовое
К-8207	Киргизия	Монголо-бурятская	Раннеспелые	кремовое
К-8413	Волынская область	Степная украин- ская	Среднеспелые	белое с крем. боч- ком
К-8504	Атамбаевское, Ка- захстан	Степная казахстан- ская	Среднеспелые	желтое
К-8523	Иран	Среднеазиатская низинная	Позднеспелые	желтое

К-8544	Амурское местное, Россия	Дальневосточная	Среднеспелые	зеленое
К-8597	Югославия		Позднеспелые	желтое
К-8626	Уильское улучшенное, Казахстан	Степная казахстанская	Среднеспелые	желтое
Корм. 89	Казахстан	Степная казахстанская	Среднеспелые	кремовое
К-8789	Венгрия	Степная украинская	Позднеспелые	коричневое
К-8886	Кустанайская область	Степная казахстанская	Раннеспелые	желтое
К-8930	Минская область	Северная	Позднеспелые	белое
К-9132	Уральское белое, Россия	Степная казахстанская	Среднеспелые	белое
К-9526	Веселоподольское 828, Украина	Степная украинская	Позднеспелые	белое
К-9548	Иртышское 201	Степная казахстанская	Среднеспелые	темно-красное
К-9551	Мироновское 51	Лесостепная	Раннеспелые	желтое
К-9578	Германия		Позднеспелые	белое
К-9611	Шортандинское 23, Казахстан	Степная казахстанская	Среднеспелые	светло-красное с кремовым бочком
Корм. 98	Казахстан			красное
К-9644	Кокчетавское 66, Казахстан			коричневое
К-9648	Харьковское 37, Украина.	Степная украинская	Позднеспелые	желтое
К-9658	Мексика		Позднеспелые	красное
К-9698	Омское 5, Россия.	Монголо-бурятская	Раннеспелые	желтое
К-9711	Сорго-полевое, Липецкая область	Лесостепная	Позднеспелые	желтое
К-9746	Орловское 707, Россия		Среднеспелые	красное
К-9756	Саратовское 6, Россия	Степная поволжская		красное
К-9853	Турция		Позднеспелые	белое
К-9989	Барнаульское 80	Саяно-алтайская	Среднеспелые	красное
К-9993	Кинельское 92	Степная поволжская	Раннеспелые	желтое
К-9994	Горлинка, Самарская область, Россия		Среднеспелые	красное
К-10141	Омское 11, Россия	Монголо-бурятская	Раннеспелые	желтое
К-10213	Казанское кормовое, Татарстан	Северная	Среднеспелые	светло кремовое

Опыт полевой, однофакторный (прил. А1 – А2). Повторность вариантов двукратная. Расположение вариантов систематическое в последовательном порядке, 4 яруса. Общая площадь делянки 15 м², учетная – 12 м².

Анализ посевных качеств семян, полученных в опыте: чистота – ГОСТ 12037-81; энергия прорастания и всхожесть – ГОСТ 12038-84; масса 1000 зерен – ГОСТ 12042-80.

Постановка полевых опытов (Методика лабораторно-полевых наблюдений и исследований, 1985).

Изучение мировой коллекции проса (Методические указания ВИР, 1988).

Зараженность болезнями растений проса (Методические рекомендации..., 1980. Фитосанитарная и иммунологическая оценка проса (Методические указания, 1990).

Оценка селекционного материала проса на холодостойкость (Методические указания, 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. Сено ГОСТ 4808-87.

Существенность разницы в показаниях между вариантами – методом дисперсионного анализа, наличие и тесноту связи – корреляционно-регрессионного анализа (Доспехов Б. А., 1985). Метод статистического и биометрико-генетического анализа в растениеводстве и селекции, пакет программ «AGROS 2.11», модифицированной С. П. Мартыновым (Гуляев Г. В., 1972).

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

2.3 Условия проведения опытов

2.3.1 Почвенно-климатические условия региона

Климат Северного Казахстана резко континентальный, отличается засушливостью. Характерными чертами северной части Казахстана являются скудные ат-

мосферные осадки и колебания температур с резкой сменой погодных условий. Причиной тому является расположение Казахстана. Основные источники увлажнения, океаны, находятся на расстоянии, не позволяющем обогатить зону более влажным воздухом, а расположенные достаточно близко среднеазиатские пустыни насыщают воздух высокими температурами, иссушая его. Поэтому летом частым явлением в Казахстане являются засухи. Еще одной предпосылкой засушливого климата Северного Казахстана является влияние Арктики и умеренных широт, воздух которых также не отличается увлажненностью. Протяженность Северного Казахстана составляет около 1320 км с востока на запад, а с севера на юг территория менее растянута и насчитывает около 800 км. Распределение осадков внутри достаточно продолжительной территории различное и варьирует от 200 до 380 мм (Утешев А. С., 1959; Утешев А. С., 1965).

Континентальность Северного Казахстана усугубляется продолжительной и холодной зимой, сопровождающейся сильными ветрами, буранами. Средняя температура на севере самого холодного месяца – января составляет -19-20 °С. Морозы в зимний период могут достигать до -40 °С, особо часто такие морозы наблюдаются в Акмолинской области. Немногочисленные осадки в зимний период за счет характерных ветров выдуваются с посевных площадей и залегают неравномерно, что приводит к глубокому промерзанию почвы (Федорович Б. А., 1960). Зима продолжительная и холодная, с частыми метелями и ветрами (Evdokimov M. G., 2017).

Акмолинская область расположена в южной части Северного Казахстана. Академик В. П. Кузьмин писал о Северном Казахстане так: «Здесь неожиданно проявляются элементы климата то западных районов страны (засушливая середина лета), то приполярья (очень короткий и холодный период вегетации), то пустынного юга (сухая знойная погода от весны до осени)». Общая площадь ее составляет 15,5 млн га, расположенных на пяти различных по природно-экологическим условиям зонах. Климат Северного Казахстана резко континентальный, с продолжительной зимой и коротким летом. В среднем за год бывает

лишь 100-125 безморозных дней и 130-140 дней со среднесуточной температурой выше 10^0 составляет 1900-2400⁰ (Кузьмин В. П., 1965).

По средним многолетним данным (1982-2018), количество осадков в год составляет 330 мм с колебаниями от 197 до 479 мм, причем в большинстве случаев около 40 % их приходится на конец июня и первую половину июля. Большая суточная амплитуда температурных колебаний весной и осенью часто приводит к заморозкам, так нежелательным для теплолюбивой культуры проса.

Обычно осадков в предпосевной период мало, в лучшем случае до 50 мм, что усложняется обильным испарением в данный период (Бакаев Н. М., 1976).

Осадки в летний период выпадают неравномерно и составляют 120-170 мм, в лучшие годы достигая 230 мм в теплый период. Основной максимум летних осадков приходится на июль, с резким недостатком в июне, что создает условия для проявления двух видов засух, которыми характеризуется Северный Казахстан. Особенно часто проявляется майско-июньская засуха, которая прерывается июльскими осадками и может возобновиться в августе. Часто повторяющиеся засухи сопровождаются пыльными бурями и суховеями (Чупахин В. М., 1973).

Указанные элементы климата по годам могут сильно варьировать, образуя самые неожиданные сочетания: максимум осадков иногда выпадает в августе; длительность безморозного периода может составлять 60 дней; период вегетации может быть коротким и холодным или, наоборот, длительным и жарким. Среднегодовая температура воздуха, по данным Шортандинской агрометеостанции, составляет 1,3 ^0C .

Таким образом, о степени континентальности можно судить по разности между средней температурой самого теплого и самого холодного месяцев года. Величина ее годовой амплитуды составляет 37,2 ^0C . Абсолютный температурный максимум приходится на июль и достигает 43 ^0C , абсолютный минимум -44 ^0C ниже нуля приходится на январь. Как видим, разность в абсолютных температурах в течение года может составить 87 ^0C , что делает регион зоной рискованного земледелия с соответствующими сложностями возделывания культур в условиях богары.

2.3.2 Почвенные условия места проведения исследований

Почвенный покров подзоны представлен черноземами южными – нормальными, карбонатными, солонцеватыми, неполноразвитыми и малоразвитыми, а также лугово-черноземными, луговыми, лугово-болотными почвами и солонцами (Мершин А. П., 1958; Джанпеисов Р., 1959; Редков В. В., 1964).

Территория степной зоны Северного Казахстана подразделяется на следующие подзоны: богато-разнотравно-ковыльных, разнотравно-ковыльных, типчаково-ковыльных степей (Лавренко Е. М., 1940; Попов М. Г., 1940; Рубцов Н. И., 1952; Исаченко Т. И., 1961).

Чернозёмы южные карбонатные содержат 3,2 % гумуса в пахотном слое, количество которого с глубиной постепенно снижается (табл. 2).

Таблица 2 - Агрохимические свойства чернозёма южного карбонатного на опытном участке

Почвенный горизонт	Гумус, %	Валовое содержание, %		Подвижные формы мг/кг почвы			Ёмкость поглощения, мг-экв. на 100 г почвы	СО ₂ карбонатов, %	рН водной вытяжки
		азота	фосфора	Нитратный азот	Фосфор по Мачигину	Калий по Мачигину			
А _{пах} (0-20 см)	3,2	0,23	0,12	12,0	28,0	690	30,0	1,9	7,5
В ₁ (20-32 см)	2,6	0,16	0,11	9,0	1,1	510	25,2	3,4	7,9
В ₂ (32-52 см)	2,2	0,12	0,10	4,0	0,4	392	24,0	3,9	8,1
ВС (50-90 см)	1,4	0,07	0,10	1,0	0,3	195	21,0	4,4	8,3
С (90-150 см)	-	-	-	-	-	-	-	3,9	8,1

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 %.

Количество в почве подвижных элементов питания отличается большим своеобразием, которое заключается прежде всего в преобладании подвижного калия (более 690 мг/кг почвы) и нитратного азота (12 мг/кг почвы). Количество подвижных форм фосфора среднее – 28,0 мг/кг почвы. С увеличением глубины количество подвижных форм элементов минерального питания снижается. Учитывая, что почвы Северного Казахстана от природы бедны подвижным фосфором, среднее его содержание в почве было обеспечено внесением фосфорных удобрений в предыдущие годы использования экспериментального участка.

Почвенно-поглощающий комплекс данной почвы насыщен кальцием и магнием с преобладанием кальция – его количество в верхнем горизонте составляет 73 % от суммы поглощённых 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.

Таким образом, результаты исследования почвенного профиля показали, что чернозёмы южные карбонатные отличаются в целом благоприятными физическими и физико-химическими свойствами. Они имеют высокое содержание валовых и подвижных элементов питания (азота и калия), но недостаточно обеспечены подвижным фосфором.

2.3.3 Метеорологические условия

Исследования проводились на базе полевого стационара НПЦЗХ им. А. И. Бараева Акмолинской области, расположенном в сухостепной зоне Северного Казахстана (рис. 1).

Территория Акмолинской области поделена на агроклиматические зоны, в основы зонирования легли гидротермический коэффициент и теплообеспеченность. Данное зонирование необходимо, так как область представлена тремя природными зонами: лесостепь, степь, полупустыня.

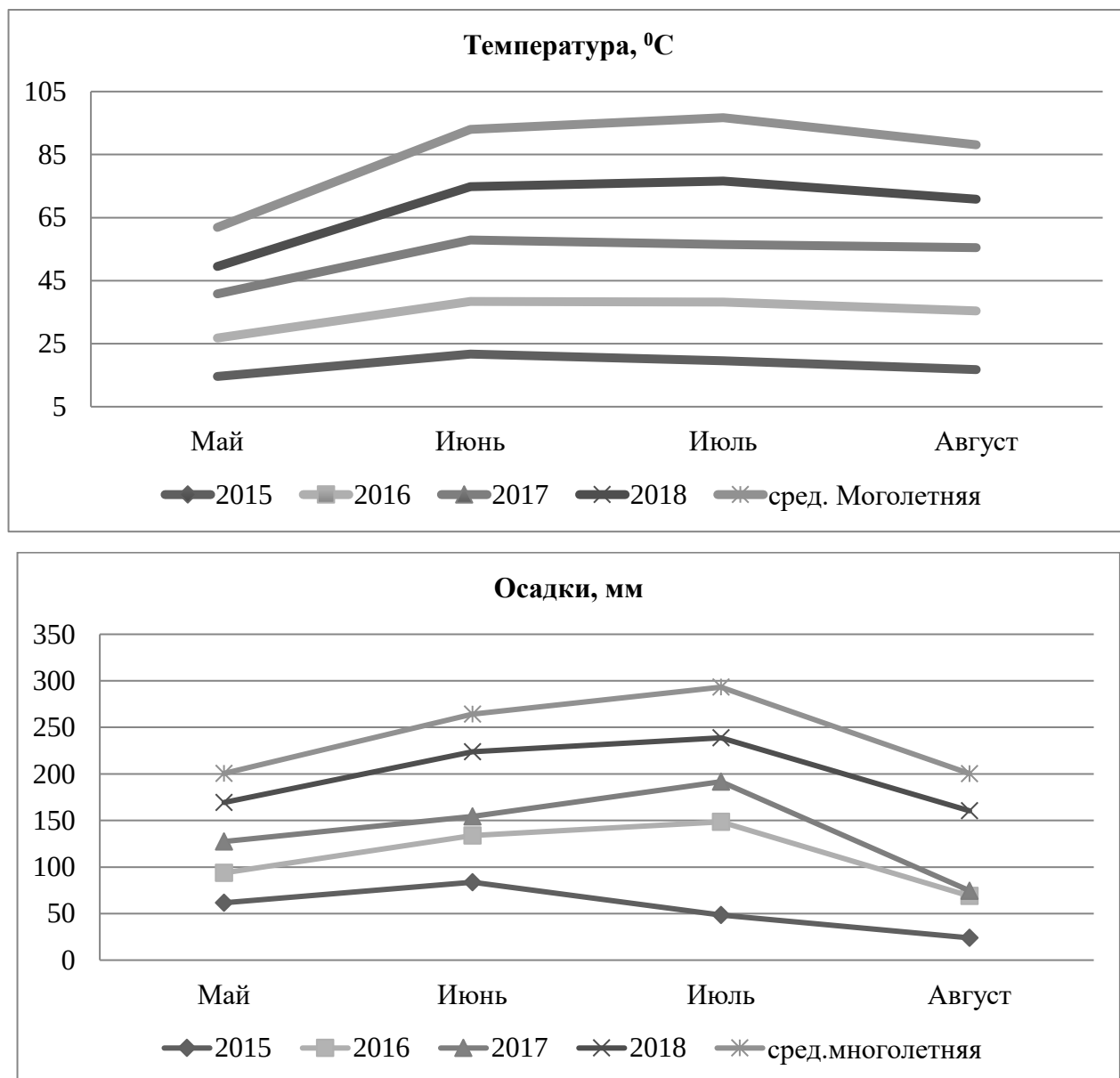


Рисунок 1 – Метеорологические условия вегетационных периодов 2015–2018 гг. (по данным метеопоста п. Научный)

Зона, в которой проводились исследования, представляет умеренно сухой теплый район, к которому относится большая часть Шортандинского, Аршалынского, Целиноградского и др. административных районов, почвы темно-каштановые, ГТК 0,7-1,0. За вегетацию выпадает 155-185 мм осадков. Сумма ак-

тивных температур выше 10 °C составляет 2100-2350 °C. Вегетационный период – 135-140 дней. Снежный покров сохраняется 125-140 дней с высотой 15-35 см и запасом воды 40-95 мм (Аринов К. К., 2013).

В 2015 году запас осенне-зимних осадков, оказывающих основное влияние на продуктивность с.-х. культур, был большим. Теплая погода во второй декаде апреля способствовала быстрому прогреванию почвы. Май был теплым. Температурный режим (14 °C) соответствовал среднеемноголетним нормам (12,4 °C). Во второй декаде месяца 16 мая выпал ливневый дождь (41 мм), который превысил в 4,5 раза многолетнюю норму (9,2 мм). В июне месяце количество осадков превысило многолетнюю норму в два раза, затянулись сроки посева культур. Температура воздуха была жарче обычной на 3,5 градуса. Количество осадков и температура июля были в пределах многолетних значений. Дефицит осадков августа месяца (меньше нормы в 2 раза) и высокая температура (+16,8 °C) способствовали ускоренному созреванию культур. Особенностью лета является резкое чередование жаркой и прохладной погоды, значительные контрасты в дневной и ночной температуре, высокий уровень увлажнения почвы в начале вегетации. Поздние сроки сева и влажная прохладная погода привели к значительному повреждению растений раннеосенними заморозками, что отразилось на качестве зерна и посевных качествах сортов.

Май 2016 г. был теплым. Температурный режим (12,2 °C) соответствовал среднеемноголетним нормам (12,4 °C). Осадков выпало в пределах многолетних значений 32,0 мм.

Май 2017 г. был теплым и умеренно увлажненным. Температурный режим (14 °C) выше среднеемноголетних норм (12,4 °C) на 1,6 °C. Июнь был жарким и сухим, ГТК, в среднем за месяц, составил 0,2, средняя температура по декадам достигала 14,9-22,5 °C. Этот период совпал с фазой кущения яровых культур и повлиял на закладку генеративных побегов. Осадки в июле непродуктивные, лишь один ливневый дождь во второй декаде, в среднем за месяц осадков меньше нормы на 11,2 мм, ГТК составил 0,8. Средняя температура воздуха ниже среднеемноголетней (20,1 °C) на 1,8 °C и составила 18,3 °C. Условия августа острозасушливые (ГТК-0,1), при пол-

ном отсутствии осадков температурный фон выше нормы на 3 °С. Развитие растений и созревание зерна проходило в условиях острой засухи, положительную роль в формировании урожая сыграли, вероятно, перепады температуры в ночные и дневные часы. В целом за вегетационный период выпало 90,5 мм, что ниже среднегодовой нормы (185 мм) на 94,5 мм или на 48,9 %.

Май 2018 г. был прохладным. Температурный режим (8,7 °С) был ниже среднегодовой нормы (12,4 °С). Осадки превысили норму на 10,5 мм, ГТК составил 1,7. Эти условия способствовали более позднему и растянутому периоду всходов зерновых культур (12-14 дней). Осадки в июне месяце превышали многолетнюю норму (40,3 мм) на 29 мм. Температурный режим (16,9 °С) ниже среднегодовой нормы (18,2 °С) на 1,3 °С. ГТК составил 1,3. Этот период совпал с фазой кущения яровых культур и повлиял на закладку генеративных побегов. В среднем за июль месяц осадков выпало больше нормы на 7,3 мм, ГТК на уровне среднегодовых - 0,9. Средняя температура воздуха на уровне среднегодовой (20,1 °С). В августе осадки превысили среднегодовой показатель более чем в два раза. При этом температура воздуха была на 2 °С ниже нормы. ГТК составил 3,2 при среднегодовом 0,8.

Таким образом, метеорологические условия, сложившиеся за вегетационные периоды в 2015–2018 гг., охватывали разнообразие характерных для Северного Казахстана агроклиматических условий. Метеорологические условия 2015 г. и 2016 г. в целом были благоприятными для роста и развития растений. Однако в течение вегетационного периода температурный режим характеризовался неустойчивостью, а выпавшие атмосферные осадки – неравномерностью распределения их по месяцам, декадам. В 2017 г. вегетационный период в целом при уровне (ГТК - 0,3) можно оценить как остро засушливый. В 2018 г. температурный режим характеризовался неустойчивостью, а выпавшие атмосферные осадки – неравномерностью распределения их по месяцам, декадам (ГТК – 1,7–3,2).

2.4 Технология выращивания проса в опыте

Предшественник – чистый плоскорезный пар. Полевые работы начаты с 25 мая – обработаны площади под посев. Составлена схема размещения селекционного питомника. Участок подготовлен к посеву: проведен предварительный промер участка, разбивка участка, провешивание фронтальных линий, обработка проведена орудием АКП-8, агрегируемым с трактором К-700. Разбивка, маркировка и прикатывание участка проведены орудиями, агрегируемыми с трактором Т-25.

Для высева селекционного питомника специализированной сеялкой ССФК-7 размаркирован участок поля на ширину захвата сеялки -1,5м с длиной ярусов 50м. Точный высев семян обеспечивается предварительной настройкой сеялок на длину делянок 15 метров положением редуктора и линией начала сева. Посев широкорядным способом на глубину 2,5-3,0 см, с нормой высева 2,5 млн шт./га всх. семян. Сорта-стандарты по основным хозяйственно-ценным признакам высевали через 10 делянок. В качестве стандартов, определяющих продуктивность зерна, массу 1000 зерен, длину вегетационного периода, использованы сорта Шортандинское 7 и Шортандинское 11; – по комплексной оценке продуктивности линий кормового проса взяты сорта Кормовое 89 и Кормовое 98, а также по биохимической и технологической оценке. Это высоко- и среднепродуктивные сорта со стабильным по годам проявлением тестируемого признака (высота растений, продуктивность семян, сена, выход зеленой массы).

Делянки располагались на ярусах длиной 15 м, ширина яруса 1,0 м, дорожки между ними 2 м. Вдоль каждого яруса с обеих сторон на расстоянии 10 см от учетных делянок высевали по одному защитному рядку. Коллекционный питомник заложен по общепринятым методикам (Ильин В. А., 1979; Агафонов Н. П., 1988; Яшковский И. В., 1983). В фазе полных всходов проведено оформление селекционных опытов: отбивка генеральных линий, промер делянок с 0,5 до 25м², отбивка ярусов, дорожек, разворотных полос.

Уборку осуществляли комбайном WINTERSTEIGER Classic по мере достижения восковой спелости зерна.

3 ОЦЕНКА ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ПРОСА ПО ОСНОВНЫМ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКАМ

3.1 Продолжительность вегетационного периода и межфазных периодов в зависимости от метеорологических факторов

Мировая коллекция проса по длине вегетационного периода имеет очень широкий диапазон варьирования – от 55 до 120 дней и более (Лысов В. Н., Агофонов Н. П., 1970).

По мнению многих исследователей, например, Вавилова Н. И. (1957, 1965), Корнилова А. А. (1960), Лысова В. Н. (1968), продолжительность вегетационного периода определяется наследственными особенностями и совокупностью внешних условий, в которых протекает развитие данного сорта.

По поводу влияния климатических условий на продолжительность вегетационного периода существуют различные мнения. Е. С. Кузнецов (1929) приходит к выводу, что деления сортов на скороспелые и позднеспелые не существует, одни и те же сорта в зависимости от создавшихся условий могут быть скороспелыми и позднеспелыми. Длина вегетационного периода изменяется под воздействием различных географических факторов.

Б. М. Арнольд (1929, 1931) связывал продолжительность вегетационного периода с ботаническими группами и подвидами: развесистой, пониклой (сжатой) и кормовой. Просо развесистое имеет более короткий вегетационный период, просо пониклое и кормовое характеризуется более продолжительным периодом вегетации (Лысов В. Н., 1968; Сурков А. Ю., 2020).

В этой же работе В. Н. Лысов показал, что «продолжительность вегетационного периода у проса почти не имеет связи с указанными ботаническими группами, но определенно связана с эколого-географическими группами», установленными им же. Он условно подразделяет все мировое

разнообразие проса по продолжительности вегетационного периода на 5 групп: 1) очень раннюю – от всходов до созревания до 60 дней; 2) раннюю – от 61 до 80 дней; 3) среднюю – 81-100 дней; 4) позднюю – 100-120 дней; 5) очень позднюю – более 120 дней. К числу очень ранних и раннеспелых относятся образцы монголо-бурятской, саяно-алтайской и северной эколого-географических групп, к ранним – лесостепной и степной поволжской групп, к ранним и среднеспелым – степной казахстанской и степной украинской, дальневосточной и среднеазиатской горной групп, к среднеспелым – притяньшаньской группы, к среднеспелым и позднеспелым – переднеазиатской, к поздним – образцы восточно-азиатской и индийской групп.

Изучение коллекционного материала в условиях Северного Казахстана показало, что скороспелые сорта проса монголо-бурятской и северной эколого-географических групп не способны здесь достаточно полно использовать ресурсы плодородия и дают низкие урожаи. Посев высокопродуктивных южных сортов Джамбейтинское, Уильское местное и др. Не дал положительных результатов из-за их позднеспелости (Кузьмин В. П., 1965). Наиболее урожайными в наших условиях являются образцы проса степных и среднеазиатской горной экологических групп, для которых типична средняя длина периода от посева до созревания 80-90 дней (Лузина З. П., 1970; Коберницкий В. И., 2013). В связи с отклонениями метеорологических факторов по годам может варьировать и продолжительность вегетационного периода. Иногда ранние сорта ведут себя, как среднеспелые, а среднеспелые, как поздние. Поэтому более надежными являются, по мнению В. П. Кузьмина, сорта среднеспелого типа, т.к. они по годам не могут переходить ни в группу очень скороспелых, ни в группу очень поздних. Кроме того, они могут использовать осадки второй половины лета, поэтому являются более подогнанными к условиям этой зоны.

Кратность периода вегетации (86-147 безморозных дней) с поздним наступлением последних весенних (до 14 июня) и ранних осенних заморозков (иногда с 19-20 августа) обуславливает целесообразность широкого применения в зоне скороспелых сортов. Но майские-июньские засухи, повторяющиеся из года в

год в критический период, сказываются на продуктивности скороспелых сортов (Куличенко Н. А., 1972).

Как отмечает В. Н. Лысов (1968), продолжительность периодов от посева до всходов и от всходов до кущения у всех экологических групп почти одинакова. Резко различаются группы только по времени наступления выметывания и созревания. Продолжительность этих периодов связана не только с наследственными особенностями, но и с метеорологическими, географическими и, в меньшей степени, агротехническими условиями возделывания.

Многолетние наблюдения В. П. Кузьмина (1962) показывают, что более полное использование гидротермических ресурсов плодородия в степных условиях Северного Казахстана может быть достигнуто при условии возделывания сортов, различных по темпам роста и развития и по времени максимальной потребности во влаге.

По мнению некоторых исследователей, В. И. Степанова (1946), В. Н. Лысова (1968), оптимальной для прорастания семян проса считается температура 32-35⁰, а максимальной – 40⁰. При повышении температуры не только ускоряется прорастание, но и значительно усиливается рост корешков. Кущение наиболее энергично происходит при температуре 15-20⁰. Общая потребность в тепле в период всходы – кущение составляет по И. Пульману (1909) 250-400 °С и по Б. М. Арнольду (1916) 240-280 °С.

По фазам роста просу требуется следующая среднесуточная температура воздуха: всходы-кущение 18 °С, кущение-выметывание 20 °С, выметывание-цветение 23 °С, цветение-созревание 23 °С. Заморозки просо переносит плохо. Необходимо учитывать возможность возврата весенних заморозков при выборе сроков посева, так как всходы чувствительны к действию пониженных температур, вследствие чего рост их при охлаждении замедляется. Большая часть растений в фазу всходов при температуре ниже минус 3 °С погибает (Имашев И. Г., 2014).

По нашим исследованиям, сумма активных температур, нужная для завершения периода от всходов до выметывания, варьировала в зависимости от

скороспелости сортов и погодных условий по годам от 1227 °С до 1475 °С. Установленный оптимум температур за этот период составил 18,8 °С.

Нами проведены опыты с целью выявить влияние метеорологических условий на продолжительность межфазных и всего вегетационного периода проса. Для этой цели было подобрано три контрастных по метеорологическим условиям года (2015, 2017, 2018). Период от всходов до выметывания в 2015 г. был теплым и влажным – средняя температура по сортам разных типов спелости составила 19,3–19,9 °С, а осадков соответственно выпало 96,0–122,4 мм. В 2017 г. период всходы-выметывания по гидротермическим условиям был не совсем благоприятным. Сказывался недостаток влаги, а также повышенная температура воздуха. Средняя температура за этот период по сортам составила 17,4–18,3 °С, а количество выпавших осадков – 39,8–51,2 мм. И, наконец, в 2018 г. период от всходов до выметывания характеризовался оптимальным температурным режимом (15,6–17,7 °С), а сумма осадков варьировала от 77,5 до 90,3 мм (табл. 3).

Таблица 3 – Зависимость продолжительности межфазных периодов проса от метеорологических факторов

Типы спелости	2015			2017			2018		
	Продолжительность периода, дней	Среднесуточная температура °С	сумма осадков, мм	Продолжительность периода, дней	Среднесуточная температура °С	сумма осадков, мм	Продолжительность периода, дней	Среднесуточная температура °С	сумма осадков, мм
всходы – выметывание									
Раннеспелые	38	19,9	96,0	48	17,4	39,8	44	15,6	77,5
Среднеспелые	48	19,3	115,7	64	18,3	45,5	47	16,9	80,5
Позднеспелые	55	19,7	122,4	69	18,3	51,2	58	17,7	90,3
выметывание – созревание									
Раннеспелые	32	16,2	23,9	34	18,9	43,2	38	20,1	47,1
Среднеспелые	38	15,1	25,6	39	18,4	48,6	41	20,1	47,3
Позднеспелые	40	14,0	33,3	49	18,3	48,9	48	19,2	95,3

По данным таблицы 3 можно сделать следующие выводы:

- 1) продолжительность периода всходы-выметывание гораздо больше зависит от температурных условий, нежели от условий увлажнения;
- 2) при более высокой температуре, несмотря на обилие осадков (2015 г.), продолжительность периода значительно сокращалась меньшим увлажнением почвы (2017 г.);
- 3) наименьшая продолжительность периода всходы-выметывание отмечена в условиях умеренных температур и осадков (2018 г.).

В зависимости от влияния условий на продолжительность периода всходы-выметывание мы разделили образцы коллекции проса (2015-2018 гг.) на 4 группы.

1. Сорта, сильно удлиняющие продолжительность периода всходы-выметывание (на 11-22 дня) в условиях резкого недостатка тепла и влаги (2015 г.). К этой группе относится большинство образцов коллекции (82,2 %).

2. Сорта, удлиняющие период всхода-выметывание в условиях обильного увлажнения на 6-17 дней. К этой группе относится 6,5 % образцов коллекции.

3. Сорта, сокращающие этот период в условиях обильного увлажнения на 4-7 дней. Сюда входит 3,8 % образцов коллекции.

4. Сорта, которые в условиях резкой засухи и недостатка тепла незначительно (на 5-8 дней) удлиняют этот период и почти не изменяют его (2-3 дня) в условиях обильного увлажнения и оптимальной температуры. Сюда относятся некоторые номера саяно-алтайской, лесостепной, степной поволжской и средне-азиатской горной экологических групп. Они, как правило, наиболее урожайные. В период наступления засухи у них временно прекращается рост и они терпеливо «выжидают» наступления осадков, чтобы затем быстрыми темпами продолжить свой рост и развитие.

«Продолжительность периода от выметывания до созревания у всех образцов проса увеличивается с юга на север и находится в обратном отношении в средней дневной температуре и в прямом — к количеству осадков и относительной влажности» (Лысов В. Н., 1968).

Сумма положительных температур, необходимая для завершения периода выметывания-созревание, для образцов коллекции также была различной и варьировала от 509 °С до 1629 °С. Оптимум температур, установленный нами в годы исследований для периода выметывание-созревание, составил 21,9 °С.

В 2015 г., напротив, температурный режим был в этот период оптимальным, особенно для рано- и среднеспелых сортов, а осадков выпало значительно меньше (15,7–49,5 мм). В этих условиях продолжительность периода выметывание-созревание составила по сортам 34–40 дней.

В 2017 г. для сортов различных типов спелости сложился неодинаково. Для раннеспелых – при пониженной температуре и умеренной влажности данный период длился 32 дня. Для среднеспелых сортов продолжительность этого периода была сокращена до 28 дней в силу повышенной температуры воздуха (18,6 °С) в близкой к оптимуму влажности. Позднеспелые сорта в этом году не вызрели.

В 2018 г. данный период проходил в условиях пониженных температур (15,6–17,7 °С) и хорошего увлажнения (47,1–95,3 мм), поэтому продолжительность его оказалась большей, чем в другие годы – 38–48 дней.

Таким образом, пониженные температуры воздуха в сочетании с обильными осадками способствуют удлинению периода выметывание-созревание, и наоборот, высокие температуры воздуха в комплексе с засушливостью ведут к его сокращению.

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 гг. (табл. 4).

Таблица 4 – **Варьирование межфазных и всего вегетационного периодов проса**

Показатели	Колебания			Коэффициент вариации (V), %
	min	среднее	max	
Шортандинское 7				
Посев-всходы	8	15	27	27,1
Всходы-выметывание	34	50	64	14,4
Выметывание-созревание	19	30	41	11,2
Посев-созревание	83	95	119	9,26
Сорта различных типов спелости				
Посев-созревание	83	96	115	8,22

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 (табл. 5).

Пользуясь данными ГСУ Акмолинской области, мы рассчитали коэффициенты корреляции между продолжительностью отдельных межфазных и всего вегетационного периода с урожайностью проса по стандарту Шортандинское 7 за десятилетний период (2009-2018 гг). При этом выявлена средняя отрицательная связь между урожаем и продолжительностью периода от посева до выметывания ($r = -0,47 \pm 0,15$), а также от посева до созревания ($r = -0,52 \pm 0,06$). Связи урожайности с продолжительностью периода от выметывания до созревания, а также от всходов до выметывания не обнаружено.

Таблица 5 – Влияние условий увлажнения на продолжительность вегетационного периода сортов проса

Периоды	Тип года	Колебания		Среднее	Коэффициент вариации, (V), %
		min	max		
Выметывание - созревание	влажный	25	41	34	15,5
	сухой	24	39	29	18,0
Посев- созревание	влажный	86	111	98	7,51
	сухой	74	119	94	13,10

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 50 и 35 дней (табл. 6).

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 (25 %) 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. По срокам наступления созревания изучаемые образцы также сильно различались между собой, большинство из них созревало позже стандарта.

Таблица 6 – Характеристика образцов проса различного типа спелости по продолжительности межфазных периодов (2015-2018 гг.)

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

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.

При позднем летнем увлажнении, что свойственно местному климату, важное значение для получения высокого урожая проса приобретает и ритм развития растений. Коэффициент корреляции между урожайностью и продолжительностью периода от посева до созревания по коллекции во влажном 2018 г. составил $r = 0,576 \pm 0,175$, в засушливом 2017 г. $r = 0,497 \pm 0,105$. 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.

3.2 Устойчивость проса к засухе и завяданию

Просо – засухоустойчивая культура, хорошо переносящая зной, засуху, суховеи, запалы и мглу (Вавилов Н. И., 1922; Jayaraman A., 2008; Dyusibayeva E., 2017).

Засухоустойчивые растения отличаются прежде всего способностью легко, почти без ущерба для себя, переносить длительное завядание. Такая способность обеспечивается у растений за счет повышенного давления в клетках, а также высокой концентрации клеточного сока (Максимов Н. А., 1952).

Засухоустойчивость – это свойство растений переносить обезвоживание и перегрев, формирующееся и развивающееся в процессе онтогенеза. В этом – динамичность характера засухоустойчивости (Генкель П. А., 1960). Засухоустойчивыми можно считать растения, которые в процессе своего развития приспособляются к засухе, нормально растут, развиваются и плодоносят благодаря наличию ряда свойств, возникающих под влиянием условий

существования. Отсюда авторы делают вывод, что растения могут сочетать в себе засухоустойчивость с высокой продуктивностью (Baltensperger D. D., 2002; Seghatoleslami M. J., 2008; Wu Y., 2012; Hunt H. V., 2014).

Г. А. Красносельская-Максимова (1931) отмечает два вида засухи – почвенную и атмосферную. Более губительной является атмосферная засуха, так как она наступает внезапно и застает растение незакаленным, неподготовленным к ней. Почвенная же нарастает постепенно, и растения в некоторой степени успевают к ней приспособиться.

П. А. Генкель (1946) отмечает, что атмосферная засуха обычно предшествует почвенной. Он считает, что атмосферная засуха может быть кратковременной (с высокой температурой и низкой относительной влажностью воздуха) и длительной, постепенно нарастающей, приводящей к почвенной засухе. Каждая из них может сопровождаться суховеем.

Почвенной засухой называется такое явление природы, когда вследствие продолжительного отсутствия осадков или выпадения их в недостаточных количествах наблюдается страдание растительности при недоступности грунтовых вод для корней (Литвинов Л. С., 1951).

Отрицательное влияние засухи на растения выражается в обезвоживании протоплазмы, сопровождаемое нарушением ее структуры (Максимов Н. А., 1952).

Все это нарушает обмен веществ, водный режим растений, фотосинтетическую деятельность ассимилирующей поверхности и поглонительную способность корней.

По В. П. Кузьмину (1967), «задача повышения засухоустойчивости зерновых культур в селекции понимается, конечно, не только как усиление живучести растений при недостатке влаги, а как повышение способности обеспечивать урожай зерна в таких условиях». Здесь речь идет уже об агрономической засухоустойчивости, т.е. о способности сортов выносить сильную инсоляцию с меньшим развитием болезненных уклонов в динамическом комплексе ведущих физиологических процессов (Сисакян Н. М., 1940). Устойчивость же к обезвоживанию и перегреву характеризует в основном

биологическую засухоустойчивость (Литвинов Л. С., 1951). Дело в том, что глубокое обезвоживание и перегрев, приводящие к необратимому нарушению обмена веществ, в практике земледелия наблюдается очень редко и носят характер стихийного бедствия. В то же время даже незначительный водный дефицит, особенно остаточный, уже снижает продуктивность растений. Поэтому для растений большую роль в их агрономической засухоустойчивости должна играть способность покрывать большой расход воды. По этой причине агрономическая засухоустойчивость может быть тесно связана с корневой деятельностью растений (Калмыков К. Ф., 1960; Кожемякин Е. В., 1974).

Засухоустойчивость и урожайность обеспечиваются мощной, быстро разветвляющейся корневой системой и большой листовой массой. Сорта, устойчивые к засухе, при недостатке воды развивают более мощную зародышевую корневую систему, чем при обеспеченности влагой. У незасухоустойчивых сортов развитие зародышевой корневой системы в условиях засухи подавляется (Н. А. Розентрер, 1950).

Результаты работы В. П. Кузьмина (1965) подтверждают огромную роль корневой деятельности для получения высокой продуктивности зерновых культур в суровых условиях Северного Казахстана. Он приходит к выводу, что при выведении продуктивных сортов следует особое внимание уделять

- а) повышению выживаемости растений усилением их корневой системы;
- б) подгонке хода развития растений к особенностям гидротермического режима;
- в) формированию длительно функционирующей корневой системы – даже в период созревания зерна.

Н. И. Вавилов (1935) указывает, что засуха снижает урожай в любую фазу вегетации, хотя ее вредность на разных этапах неодинакова.

По мнению П. М. Жуковского (1960), сорта с репутацией засухоустойчивых на деле проявляют ее не в любой фазе развития.

Изучая влияние метеофакторов в разные периоды вегетации растений на получаемый от них урожай, П. И. Броунов (1897) пришел к заключению, что у

каждого растения в продолжении его вегетации есть такие промежутки во времени, когда низкий уровень некоторых метеорологических факторов, как, например, недостаток влаги, оказывает решающее влияние на урожай. Эти решающие промежутки времени он назвал «критическим периодом». Для изыскания их им был предложен специальный метод исследования – метод параллельных наблюдений. Пользуясь этим методом, И. А. Коломиец (1934) выявил, что критический период в отношении влаги у овса – дней десять перед выметыванием метелки, у проса первый критический период – от кущения до выметывания метелки, второй – 20 дней от начала выметывания до образования зерна.

Учитывая особенности климата Северного Казахстана, мы должны подбирать сорта проса, легко переносящие засуху в первой половине их жизни, т.е. до выметывания метелки.

Общая засушливость является характерной особенностью климата Северного Казахстана. Чаще всего здесь проявляются майско-июньские засухи и реже – августовские. Поскольку фазы развития у различных по скороспелости сортов проходят в разные календарные сроки, то в зависимости от времени наступления засухи они по-разному реагируют на нее (Н. А. Куличенко, 1972).

Н. А. Удольская (1934) указывает, что в районах с ранними засухами лучше всего себя чувствуют сорта зерновых культур с растянутым периодом кущения. Воздействие засухи на рост и развитие растений разносторонне: изменяются продолжительность вегетационного периода, показатели элементов структуры урожая, снижается полевая всхожесть, выживаемость растений, крупность и качество зерна, угнетается корневая система.

Сочетание различных типов засух в условиях данной зоны осложняет процесс селекционной работы и создает трудности в выведении сортов, способных переносить засухи в первой половине вегетации.

В этом вопросе мировая коллекция ВИР должна оказать селекционерам Казахстана большую помощь. На важную роль мировой коллекции в создании

засухоустойчивых сортов указывали Н. И. Вавилов (1935), Н. А. Удольская (1961), А. П. Шехурдин (1961), А. В. Румянцев (2012).

Образцы коллекции разнообразны по степени устойчивости к засухе. Ранне-летние засухи наносят больший ущерб раннеспелым сортам, позднеспелые же меньше страдают, используя в дальнейшем осадки второй половины вегетации. Р. В. Третьяков (1966) указывает на удлинение вегетационного периода под воздействием засухи. Другие исследователи отмечают сокращение продолжительности вегетационного периода при засухе и высоких температурах (Трофимовская А. Я., 1964; Беляков И. И., 1964; Куличенко Н. А., 1972). По результатам наших наблюдений, к вопросу о влиянии засухи на продолжительность вегетационного периода следует подходить дифференцированно. 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 (2017 г.). 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 (2018 г.). За контроль взяли (2016 г.), которой соответствовал среднемноголетним данным.

И, наконец, при резком недостатке влаги на протяжении всего вегетационного периода последний значительно удлиняется (табл. 7). Как видно из таблицы 7, период от всходов до выметывания в засушливом 2017 г. был значительно продолжительнее, чем во влажном 2018 г.; разница же в продолжительности второго межфазного периода выражена менее ярко в силу удлинения последнего в 2018 г. в связи с обильным выпадением осадков во второй половине вегетации.

Таблица 7 – Влияние засухи на продолжительность межфазных периодов образцов проса различных экологических групп

Наименование групп	Количество дней от:					
	всходов до выметывания			выметывания до созревания		
	2016 г. контроль	2017 г. засушливый	2018 г. влажный	2016 г. контроль	2017 г. засушливый	2018 г. влажный
Стандарт - сорт Шортандинское 7	46	56	48	33	37	35
Саяно-алтайская	33	53	35	34	33	36
Степная казахстанская	45	63	47	37	40	39
Степная поволжская	48	62	48	32	36	34
Среднеазиатская горная	49	58	49	34	38	36
Степная украинская	51	67	53	40	41	43
Среднее	45	60	47	35	38	37

Засуха в первой половине вегетации сказывается прежде всего на росте растений, поскольку влага определяет механизм роста (Тимирязев К. А., 1957). Урожай при засухе снижается не только в силу подавления процессов роста и фотосинтеза (Максимов Н. А., 1952), но и за счет необратимых изменений в отдельных элементах структуры урожая – уменьшается количество и крупность зерен, продуктивная кустистость (Коломиец И. А., 1934; Третьяков Р. В., 1966), а также за счет снижения накопления растением органического вещества (Генкель П. А., 1960).

В таблице 8 приводится сравнительная характеристика образцов проса, различных эколого-географических по урожаю, массе 1000 зерен и высоте растений в зависимости от условий года.

Необходимо отметить, что независимо от типов спелости образцов засуха привела к значительной депрессии всех элементов продуктивности.

Лучшими по засухоустойчивости в критический период выделились образцы степных, среднеазиатской горной и северной групп. Кроме того засухоустойчивость растений с возрастом увеличивается. Так, в фазу трубкования она значительно выше, чем в период всходы-начало кущения.

Таблица 8 – Влияние засухи на урожай зерна, массу 1000 зерен и высоту растений проса

№ ката- лога ВИР	Происхождение	Название группы	Урожай- ность зерна г/м ²	Масса 1000 зе- рен г	Высота расте- ний
Стан- дарт III- 7	Казахстан	Степная казахстан- ская	160	5,8	78
К-2208	Горный Бадахшан	Среднеазиатская горная	163	5,1	83
К-2291	Горный Бадахшан		123	5,7	78
К-2432	Алтайский край.	Саяно-алтайская	170	5,5	77
К-2743	Самарская область	Степная поволжская	166	5,6	72
К-2764	Самарская область		122	5,9	80
К-2790	Саратовская область		186	6,1	76
К-2804	Казанское 56, Татарстан	Саяно-алтайская	186	6,2	78
К-2851	Оренбургская область	Степная казахстан- ская	190	6,5	80
К-2867	Тамбовская область	Лесостепная	186	6,2	81
Шор. 11	Казахстан	Степная казахстан- ская	131	6,0	84
К-2874	Ставропольский край	Степная украинская	140	6,2	80
К-2928	Самарская область	Степная поволжская	152	5,7	82
К-2963	Ульяновская область		119	6,1	70
К-2975	Самарская область		117	5,7	82
К-3029	Таджикистан	Среднеазиатская горная	134	5,6	77
К-3310	Р. Тыва	Саяно-алтайская	138	5,6	71
К-3314	Р. Тыва		132	5,8	80
К-3341	Алтайский край		131	6,0	85
К-3829	Воронежское 3985 Рос- сия	Лесостепная	160	5,9	81
К-3985	Казахстан	Степная казахстан- ская	186	6,2	85
К-7079	Самарская область	Степная поволжская	173	5,7	78
К-8207	Киргизия	Монголо-бурятская	130	5,9	85
К-8413	Волынская область	Степная украинская	132	6,0	84
К-8504	Атамбаевское, Казахстан	Степная казахстан- ская	127	5,7	76
К-8523	Иран	Среднеазиатская низинная	121	6,2	78
К-8544	Амурское местное, Рос- сия	Саяно-алтайская	129	6,4	76
К-8597	Югославия		134	6,0	81
К-8626	Уильское улучшенное, Казахстан.	Степная казахстан- ская	144	5,9	81
К- 89	Казахстан		190	6,0	79
К-8789	Венгрия		141	5,6	79
К-8886	Костанайская область	Степная казахстан- ская	178	5,9	79

К-8930	Минская область	Северная	138	6,1	79
К-9132	Уральское белое, Россия	Степная казахстан- ская	132	5,8	82
К-9526	Веселоподолянское 828, Украина	Степная украинская	163	5,9	85
К-9548	Иртышское 201	Степная казахстан- ская	168	5,7	76
К-9551	Мироновское 51	Лесостепная	172	5,7	76
К-9578	Германия		134	5,7	79
К-9611	Шортандинское 23, Ка- захстан	Степная казахстан- ская	188	6,2	76
К- 98	Казахстан		122	5,9	79
К-9644	Кокчетавское 66, Казах- стан	Степная казахстан- ская	124	5,7	76
К-9648	Харьковское 37, Украина	Степная украинская	144	5,7	70
К-9658	Мексика		153	6,1	67
К-9698	Омское 5, Россия	Монголо-бурятская	155	5,8	82
К-9711	Сорго-полевое, Липец- кая область	Лесостепная	144	6,1	63
К-9746	Орловское 707, Россия	Лесостепная	165	6,2	77
К-9756	Саратовское 6, Россия	Степная поволжская	124	6,0	80
К-9853	Турция		129	5,9	72
К-9989	Барнаульское 80	Саяно-алтайская	127	5,8	79
К-9993	Кинельское 92	Степная поволжская	190	6,3	70
К-9994	Горлинка, Самарская об- ласть, Россия		190	6,3	79
К-10141	Омское 11, Россия	Монголо-бурятская	186	6,1	79
К-10213	Татарстан	Северная	196	6,6	73
Среднее			151	6,0	78
НСР ₀₅			23	0,5	8

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).

Поскольку сильного угнетения растений не наблюдалось, в таблице 9 преведена 3-балльная шкала.

Таблица 9 – 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

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 более сильно страдают от засухи. Таким образом, при ранней и продолжительной засухе скороспелые сорта по той же причине будут урожайнее позднеспелых. Этот вывод о более высокой урожайности скороспелых сортов в засушливые годы подтверждает мнение многих исследователей: Вавилова Н. И. (1935); Удачина Р. А. (1969); Куличенко Н. А. (1972).

3.3 Изучение холодостойкости коллекционных образцов проса

Как теплолюбивая культура просо очень чувствительно к заморозкам, особенно во время всходов. А. А. Корнилов (1960) считает, что в фазе 1-2 листьев растения более устойчивы к заморозкам, нежели в фазе 3 листьев. Особенно опасно для него длительное воздействие невысокой положительной температуры (+6, +10 °C) и значительной облачности, когда резко снижается энергия фотосинтеза, и всходы гибнут. Чувствительно просо к заморозкам и во время цветения. В

эту фазу даже небольшие отрицательные температуры (-1, -2 °С) повреждают генеративные органы (Степанов В. Н., 1948; Лысов В. Н., 1968).

Поврежденные заморозками растения долго оправляются, ослабляют способность к регенерации листового аппарата, что в конечном итоге сказывается на урожае (Куличенко Н. А., 1972).

Для того чтобы образцы проса могли сравнительно легко переносить небольшие заморозки и продуктивно использовать весенние запасы влаги, они должны быть пластичными, т.е. сочетать в себе такие признаки, как засухоустойчивость, и отзываться на увлажнение, жаростойкость и холодостойкость.

В практике возделывания проса приходится часто сталкиваться с явлением повреждения растений проса возвратными холодами и заморозками. Это обычно вызывает резкое снижение его урожайности. Высокая чувствительность проса к температурным условиям произрастания – основная причина нестабильных урожаев этой культуры. Одной из предпосылок дальнейшего повышения урожайности проса является выведение новых, высокопродуктивных, холодоустойчивых сортов, а также разработка приемов и методов, способствующих росту продуктивности и холодоустойчивости существующих. Осуществление этих задач возможно при изучении физиологической природы устойчивости проса к холоду. Несмотря на большую народнохозяйственную значимость данной проблемы, вопросы устойчивости культуры к неблагоприятным температурным условиям изучены слабо. Исследователями установлено, что у растений теплолюбивых культур низкие положительные температуры вызывают заметные и длительные изменения в уровне физиолого-биохимических процессов, метаболизме веществ, росте и развитии (Удовенко Г. В., 1988; Алешин Е. П., 1975).

На севере Казахстана кратность безморозного периода обусловлена наличием поздних весенних и ранних осенних заморозков.

Учитывая большую важность указанных вопросов, начаты исследования по выявлению особенностей онтогенетической устойчивости проса к холоду, а также влияние пониженных температур на их продуктивность и качество урожая. Растения проса выращивались в вегетационных сосудах с почвой 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 кормового проса Кормовое 89 и коллекционные образцы К-9658, К-9132, К-3310, К-8789, К-2208. Устойчивость образцов проса к низким температурам проводили по методике ВИР (табл. 10).

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.

Таблица 10 - 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	Стандарт III-7	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

Окончание таблицы 10

кущение- выметыва- ние	Стандарт III – 7	2	3-4	2,9	20,9	76,2	5
	K-9658	4	3-4	3,6	32,9	63,4	5
	K-9132	7	2-3	3,7	48,5	47,9	5
	K-3310	7	3-4	9,3	17,9	72,7	5
	K-8789	7	8-10	0	0,5	99,4	9
	K-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	Стандарт III – 7	7	3-4	3,0	45,2	51,7	5
	K-9658	7	3-4	0	19,3	80,6	7
	K-9132	7	3-4	0	18,6	81,3	7
	K-3310	7	8-10	0	0,3	99,6	9
	K-8789	7	8-10	0	0	100,0	9
	K-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	Стандарт III–7	7	3-4	0	18,7	84,6	7
	K-9658	7	3-4	0	15,7	84,3	7
	K-9132	7	10-12	0	0,3	99,6	9
	K-3310	7	10-12	0	0,3	99,6	9
	K-8789	7	12-15	0	0,3	99,6	9
	K-2208	7	12-15	0	0	100	9
Среднее				0	5,8	94,6	8
НСР ₀₅					4,3	4,3	0,9

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.

3.4 Устойчивость коллекционных образцов проса к болезням

Просо менее других зерновых страдает от болезней и вредителей. На севере Казахстана основными заболеваниями проса являются пыльная головня – *Sphacelotheca panici miliaceae* (Pers.) Bub, семейства *Ustilaginaceae* порядка *Ustilaginales*, и бактериальные заболевания рода – *Pseudomonaspanici* (Elliott) Stapp.

Пораженные головней растения проса сильно кустятся, отстают в росте, имеют укороченные, грубые, не свисающие листья, из пазух которых выходят веретеновидные или булабовидные утолщения, прикрытые тонкой белой оболочкой и наполненные бурой порошковидной массой спор. Иногда растения выбрасывают метелку, у которой колоски поражены головней и напоминают рожки спорыньи. Заражается просо головней при обмолоте – споры пристаю к поверхности зерна и сохраняются до весны, а при посеве, особенно во влажную и прогретую почву, начинают прорастать вместе с зерном. Грибной мицелий проникает в росток растения, развивается вместе с ним, а проникнув в соцветие, разрушает его, поражая точку роста (Лысов В. Н., 1968; Агафонов Н. П., 1976).

В естественных полевых условиях головневые споры, находящиеся в почве, подвергаются довольно быстрому распаду, который в зависимости от внешних условий и вида возбудителя в одних случаях заканчивается в течение 5-6 дней, а других – в течение нескольких месяцев и даже лет (Страхов Т. Д., 1953). Наиболее быстро такой распад происходит у видов головни, споры которых прорастают одновременно с зерном растения-хозяина, в частности, у возбудителя пыльной головни проса, и при благоприятных условиях может быть закончен в среднем от 4 до 25-30 дней (Артемьева Н. Н., 1963).

При поражении головней, кроме процента пораженных растений, необходимо учитывать и другие «скрытые» потери, которые не могут быть учтены подсчетом пораженных растений, но которые увеличивают общий процент потери урожая – это снижение всхожести, повышение восприимчивости к другим заболеваниям, ухудшение качества и т.д. (Агарков В. А., 1952; Артемьева Н. Н., 1963; Агафонов Н. П., 1967; Сурков А. Ю., 2015).

Иммунитет или восприимчивость определяются не только наследственными особенностями сортов, избирательной способностью или специализацией паразитов, но также и условиями среды (Вавилов Н. И., 1935), из которых важнейшее значение имеют температура и влажность. В наших исследованиях больше всего поражались головней образцы средне- и раннеспелые, чем позднеспелые. Н. Н. Артемьева (1963) отмечает, что в сухие годы общая поражаемость головней вы-

ше, чем в оптимальные по увлажнению, но в то же время процент частичного поражения растений в сухие годы ниже. Получается, что на восприимчивом сорте развитие болезни во многом зависит от инфекционной нагрузки условий погоды в период прорастания семян (Койшибаев М., 1974, 1998; Новопокровский И. В., 1925; Ван дер Планк Я. 1972; Jones E. S., 1923; Лысов В. Н., 1962; Яшовский И. В., 1987; Тихонов Н. П., 2018).

По нашим данным, наиболее сильно поражаются образцы коллекции проса пыльной головней на фоне естественной эпифитотии во влажном 2018 г. и совсем незначительно в сухие годы (табл. 11).

Таблица 11 – Устойчивость проса к пыльной головне на естественном фоне, 2015-2018 гг.

Наименование групп	Поражение по годам, %				Среднее
	2015	2016	2017	2018	
Стандарт- Шортандинское 7	2,0	0,10	0,9	13,9	4,2
Саяно-алтайская	0,1	0,7	0,2	11,4	3,1
Степная казахстанская	0,3	0,17	0,4	9,2	2,5
Степная поволжская	0,7	0,5	0,4	6,4	2,0
Среднеазиатская горная	0,2	0,5	0,4	4,5	1,4
Степная украинская	0,5	0,10	0,9	12,6	3,5
Среднее	0,6	0,3	0,5	9,6	2,8
НСР ₀₅					7,2

Если учесть, что нами не проводилось деления поражения на общее и частное, то можно сказать, что данные согласуются с данными Н. Н. Артемьевой (1963).

В таблице 12 приводится характеристика наиболее устойчивых к головне линий. Наибольшее число устойчивых форм (поражение до 3 %) выделено на естественном фоне из лесостепной, степной, степной казахстанской и саяно-алтайской экологических групп. Большинство из них отличается и повышенной урожайностью. Наиболее распространенным заболеванием проса является бактериоз. При поражении растений на листовой поверхности образуются широкие маслянистые полосы, просвечивающиеся на свет. Такие растения отстают в росте, стебли их чернеют, размочаливаются и погибают. Метелки при осмотре оказываются пустыми, хотя внешне имеют вид созревших. Болезнь сильно развивается в

условиях теплой и влажной погоды, особенно на поздних сортах (Потлайчук В. И., 1962; Горленко М. В., 1966; Лысов В. Н., 1970, 1979).

Таблица 12 – Устойчивые линии проса к пыльной головне, 2015-2018 гг.

Таблица 12. Устойчивость к головне у сортов пшеницы, 2012-2013 гг.				
№ ката- лога ВИР	Название сорта или образца, происхождение	Эколого- географическая группа	Поражение головней, %	Урожайность к стандарту, %
Стандарт III-7	Казахстан	степная казахстан- ская	1,9	100,0
К-2851	Оренбургская область		1,4	190,0
К-3829	Воронежская область		3,0	126,7
К-3985	Казахстан		2,0	65,8
К-8504	Казахстан		0,8	74,2
К-3985	Казахстан		1,2	171,0
К-9611	Казахстан		2,1	144,7
К-2432	Алтайский край	саяно-алтайская	2,7	155,2
К-3341	Алтайский край		2,3	149,3
К-9551	Мироновское 51	лесостепная	1,9	160,5
К-8597	Югославия		2,2	131,6
К-9526	Веселоподолянское 828, Украина	степная украинская	2,3	171,0
К-8413	Волынская область		3,1	129,8
К-2790	Саратовская область	степная поволжская	2,1	129,8
К-2928	Самарская область		2,5	136,8
К-2963	Ульяновская область		2,2	131,6
К-2975	Самарская область		1,0	126,8
Среднее			2,0	134,9

В последние годы на многих злаковых культурах, в том числе и на просе, отмечаются бактериозные пятнистости *Pseudomonas holci* (Казенас Л. Д., 1974). М. В. Горленко (1966) указывает, что болезнь на просе проявляется в виде беловатых или соломенно-желтых пятен, окруженных темно-коричневой каймой. Иногда пятна могут быть маслянистыми, растекающимися, затем буряющими, листья скручиваются и засыхают, стебли в пораженных местах изгибаются.

Эта болезнь была обнаружена и в Целиноградской области в 1963 г., на полях ВНИИЗХ (Чумаевская М. А., 1971). Автор проводила искусственное заражение 24 сортов проса различных групп культурами, патогенными для проса. Более восприимчивыми оказались Саратовское 856, Омское 9, Долинское 86, а наиболее устойчивыми Веселоподолянское 367, Веселоподолянское 86, Казанское 430, Горьковское 43.

М. К. Койшибаев (1971) указывает, что эта болезнь появилась в Актюбинской области. Он установил видовую принадлежность возбудителя бактериоза в условиях актюбинской области путем описания морфологических, физиологических и биохимических свойств выделенных патогенных штаммов. По его результатам, болезнь проявляется чаще всего в период выметывания метелок проса. Сильнее поражалась верхушка листьев, они скручивались и засыхали. Метелка у сильно пораженных растений легковесная, торчит вверх, иногда надламывается у основания.

По результатам наших опытов, бактериальное заболевание проса проявлялось в фазу выметывания (единичные пятна на листьях и стеблях) и созревания (усыхание метелки). Наиболее массовый характер носило именно поражение метелок, которые в период созревания имели белесый цвет, оказывались пустозерными и легко выпадали из влагалища листа. Ножка такой метелки была всегда заплесневевшей или потемневшей и усохшей. Особенно сильно бактериальное заболевание проса проявилось в 2016 г. в фазу созревания (табл. 13).

Таблица 13 – Устойчивость образцов проса к бактериозу на естественном фоне, 2015-2018 гг.

Эколого-географическая группа	Поражение бактериозом по годам, %				Среднее за 4 года
	2015	2016	2017	2018	
Стандарт- Шортандинское 7	0,0	0,5	0,0	0,08	0,14
Монголо-бурятская	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Саяно-алтайская	0,0	0,47	0,0	0,0	0,12
Степная казахстанская	0,0	0,22	2,1	0,3	0,65
Степная украинская	0,0	0,28	1,5	0,0	0,46
Степная поволжская	0,0	1,26	0,01	1,6	0,72
Среднеазиатская горная	0,0	0,90	0,1	0,0	0,25
Среднеазиатская низинная	0,0	8,60	0,5	0,0	3,03
Восточноазиатская	0,0	4,20	2,5	0,0	1,68
Прочие ценные образцы	0,0	1,94	0,6	0,0	0,67
Среднее	0,0	1,83	0,73	0,19	0,77

Большая пораженность (4-8 %) отмечалась среди позднеспелых групп восточноазиатской и переднеазиатской, слабо поражались (0,16 – 0,47) образцы сая-

но-алтайской, степной казахстанской, степной украинской и дальневосточной групп, совсем не поражаются образцы монголо-бурятской экологической группы.

3.5. Структурный анализ урожая

В связи с резкой континентальностью климата Северного Казахстана высокой продуктивностью здесь могут отличаться те сорта, которые обладают широкой пластичностью (Зыкин В. А., 1967; Шичкин А., 1972; Кузьмин В. П., 1978).

Пластичность сортов и подогнанность их к местным условиям обычно находят свое отражение в количественных показателях элементов структуры урожая. Рассмотрим некоторые из них.

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.

В 2015-2017 гг. резкое чередование жаркой и прохладной погоды, значительные контрасты в дневной и ночной температуре, высокий уровень увлажнения почвы в начале вегетации, также не было условий для интенсивного кущения проса и общая, и продуктивная кустистость колебалась в зависимости от сорта от 1,0 до 1,2 (табл. 14).

В оптимальный по увлажнению год (2016 г.) продуктивная кустистость находилась в широких пределах от 1,0 до 2,8 стебля на растение. В 2018 год 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.

Статистическая обработка десятилетних данных (2009-2018 гг.) по районированному сорту Шортандинское 7 показала, что уровень урожайности находится в очень слабой положительной связи с продуктивной кустистостью ($r=+0,03$), т.е. урожайность почти не зависит от продуктивной кустистости. Между тем заметное влияние на уровень урожайности оказывает масса 1000 зерен ($r=+0,43 \pm 0,09$) и густота стояния растений перед уборкой ($r=+0,46 \pm 0,07$).

Таблица 14 – Урожайность и продуктивная кустистость у различных по скороспелости сортообразцов проса в зависимости от условий увлажнения, 2015-2018 гг.

№ по каталогу ВИР	Название или происхождение	Засушливые годы				Оптимальные по увлажнению			
		2015		2017		2016		2018	
		Продуктивная кустистость	Урожай, г/м ²	Продуктивная кустистость	Урожай, г/м ²	Продуктивная кустистость	Урожай, г/м ²	Продуктивная кустистость	Урожай, г/м ²
Стандарт Шортандинское 7	Казахстан	1,1	135	1,1	138	1,2	178	1,3	189
Раннеспелые (до 78 дней)									
К-2432	Алтайский край	1,1	117	1,0	112	1,6	139	1,5	188
К-3341	Алтайский край.	1,1	97	1,1	115	1,2	155	1,0	125
К-3985	Казахстан	1,1	121	1,1	121	1,2	158	1,3	112
К-2743	Самарская область	1,1	110	1,0	113	1,6	115	1,3	98
Среднеспелые (79-88 дней)									
К-2790	Саратовская область	1,1	140	1,1	131	2,8	250	1,2	225
К-2804	Казанское 56	1,1	138	1,0	185	1,1	213	1,5	220
К-2851	Оренбургская область	1,1	160	1,0	169	1,2	258	1,3	248
К-2867	Тамбовская область	1,0	139	1,1	187	1,0	230	1,1	226
К-9993	Кинельское 92	1,1	175	1,0	152	1,2	270	1,5	235
К-9994	Горлинка	1,2	192	1,1	185	1,3	230	1,5	192
К-10141	Омское 11	1,0	138	1,1	125	1,2	280	1,5	202
К-10213	Татарстан	1,0	191	1,1	188	1,3	259	1,1	237
Среднепоздние (89-98)									
К-8207	Киргизия	1,1	198	1,2	141	1,1	250	1,0	125
К-8886	Кустанайская область	1,0	206	1,0	154	1,0	210	1,3	120
К-9551	Мироновское 51	1,1	134	1,1	160	1,2	325	1,5	114
К-9746	Орловское 707, Россия	1,0	145	1,0	143	1,3	180	1,2	193

По данным таблицы 14 видно, что продуктивная кустистость у раннеспелых образцов выше в засушливые годы, а у среднепоздних – в оптимальные по

увлажнению. Это связано с тем, что раннеспелые образцы используют для кушения осадки осенне-зимнего периода, а среднепоздние – осадки второй половины лета.

У среднеспелых и позднеспелых образцов значительных изменений продуктивной кустистости по годам не наблюдается в силу того, что первые иногда ведут себя, как ранние, и тогда используют осадки первой половины вегетации, а иногда – как среднеспелые, и тогда частично используют осадки второй половины вегетации, вторые же используют в основном позднелетние осадки, но всегда успевают вызреть, и продуктивная кустистость у них остается низкой. Значительного влияния на конечный урожай зерна, как мы видим из таблицы, продуктивная кустистость не оказывает. Одним из главных элементов структуры урожая служит масса 1000 зерен.

Нами определена степень варьирования отдельных элементов структуры урожая коллекционных образцов проса (табл. 15).

Таблица 15 – 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

Наименьшие колебания отмечены у таких признаков, как выживаемость, высота растений, длина метелки и массы 1000 зерен. Подбор форм по этим признакам может служить в качестве исходного материала для селекции проса.

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 весом 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 6,6 г. (табл. 16). В оптимальные по увлажнению (2016, 2018) годы от 2,8 до 7,0 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, лесостепной и степной поволжской экологическим группам.

Таблица 16 – Масса 1000 зерен у различных сортообразцов проса, 2015-2018 гг.

Таблица 10. Масса 1000 зерен сортовых проса, 2015-2016 гг.							
№ по каталогу ВИР, происхождение	Эколого- географическая группа	Масса 1000 зерен, г				Среднее	
		засушливые		увлажненные			
		2015	2017	2016	2018		
Раннеспелые							
К-2208 Горный Бадахшан	Среднеазиатская горная	5,3	5,1	5,1	5,0	5,1	
К-2291 Горный Бадахшан		5,5	5,5	6,1	5,7	5,7	
К-2432 Алтайский край	Саяно-алтайская	5,3	5,2	5,2	6,2	5,7	
К-3341 Алтайский край		5,7	5,7	6,2	6,2	6,0	
К-2790 Саратовская обл.	Степная поволжская	6,1	6,3	6,0	6,1	6,1	
К-10141 Омское 11	Степная	6,0	6,1	6,0	6,2	6,1	
Среднеспелые							
Стандарт Шор. 7 Казахстан	Степная казахстанская	5,5	5,9	5,9	6,0	5,8	
К-2851 Оренбургская область		6,5	6,8	6,3	6,2	6,5	
К-9756 Саратовское 6	Степная поволжская	5,6	5,5	6,6	6,3	6,0	
К-9132 Уральское белое		5,7	5,6	5,9	6,0	5,8	
К-8930 Минская область	Лесостепная	5,5	5,5	6,9	6,5	6,1	
К-9648 Харьковское 37	Степная украинская	5,4	5,2	6,1	6,1	5,7	
Позднеспелые							
К-9746 Орловское 707	Лесостепная	6,0	6,6	5,9	6,2	6,2	
К-8504 Атамбаевское	Степная казахстанская	5,5	5,2	5,8	6,2	5,7	
К-8626 Уильское улучшенное		5,8	5,3	6,4	6,1	5,9	
Среднее		5,7	5,7	6,0	6,1	5,9	
НСР ₀₅						0,5	

Наиболее крупные из них (6,0 – 6,5 г): К-2790 (Саратовская область), К-2851 (Оренбургская область), К-3341 (Алтайский край), К-9526 (Веселоподолянское 828, Украина), К-9674 (Казахстан) и т.д. Определённая роль в формировании крупного и полновесного зерна принадлежит также и генетическим особенностям сорта. Не все

сорта резко снижают массу 1000 зерен в неблагоприятных условиях – некоторые уменьшают его незначительно или даже оставляют на том же уровне.

Основная доля в формировании урожая падает на продуктивность метелки, которая, в свою очередь, зависит от длины и количества веточек первого порядка на ней. Вес зерна с растения колебался в засушливые годы от 1,1 до 2,71 г, а во влажные – от 1,8 до 4,7 г. Некоторые образцы сохраняют высокими элементы структуры урожая, независимо от условий увлажнения года, другие резко снижают их в условиях засухи (табл. 17).

По продуктивной кустистости существенных различий между образцами не обнаружено. Высота растений увеличивалась по разным группам спелости. Наибольшим весом зерна с одного растения выделились среднеспелые образцы.

Таблица 17 – Элементы структуры урожая по скороспелости сортообразцов проса, 2015-2018 гг.

№ по каталогу ВИР	Название или происхождение	Высота растений, см	Продуктивная кустистость	Длина главной метелки, см	Вес зерна с растения, г	Масса 1000 зерен
Раннеспелые (70 – 75 дней)						
К-2208	Горный Бадахшан	82	1,2	19,0	0,8	5,1
К-2291	Горный Бадахшан	78	1,2	19,0	1,0	5,7
Среднеспелые (76 – 85 дней)						
Стандарт Шор. 7	Казахстан	78	1,2	21,0	2,4	5,8
К-2432	Алтайский край	77	1,3	21,0	2,5	5,5
К-2851	Россия	77	1,2	22,0	2,6	6,5
К-8789	Венгрия	79	1,2	22,0	2,5	5,6
К-7079	Самарская область	78	1,1	24,0	2,5	5,8
К-8207	Киргизия	85	1,1	24,0	2,4	5,9
К-8413	Россия	83	1,3	23,0	2,4	6,0
К-89	Казахстан	79		22,0	2,6	5,9
Позднеспелые (86–95 дней)						
К-8886	Казахстан	79	1,1	22,0	2,5	5,9
К-8930	Беларусь	79	1,2	22,0	2,5	6,1
К-9132	Россия	83	1,2	23,0	2,6	5,8
К-9526	Украина	85	1,3	22,0	2,5	6,6
К-3985	Казахстан	86	1,2	23,0	2,6	6,2
Среднее		80	1,2	22,0	2,3	5,9
НСР ₀₅		8	0,2	2,7	0,3	0,7

Высокая продуктивность метелки (свыше 2 г) была отмечена у следующих сортообразцов: стандарт Шортандинское 7 (Казахстан), К-2851 (Россия), К-8789 (Венгрия), К-7079 (Самарская область) К-8413 (Волынская область), К-8930 (Минская область), К-9526 (Украина), К-3985 (Казахстан).

Конечным результатом взаимодействия комплекса био-физико-химических процессов с внешней средой служит урожайность (Вавилов Н. И., 1966). Поэтому селекция на продуктивность не может проводиться без селекции на отдельные признаки: засухоустойчивость, холодостойкость, высокие биохимические и технологические качества, устойчивость к вредителям и болезням.

Урожайность зерновых культур в условиях резкоконтинентального климата Северного Казахстана является сильно изменчивым признаком (Кузьмин В. П., 1965; Зыкин В. А., 1969; Куличенко Н. А., 1972; Бекк Э. Г., 1982). Так, в конкурсном сортоиспытании НПЦЗХ им. А. И. Бараева урожайность проса за 12 лет (2000-2012 гг.) варьировала от 10,2 до 36,3 ц/га (Долинный Ю. Ю., 2013), проведенная нами статистическая обработка данных выявила сильные колебания признака урожайности проса по годам, и коэффициент вариации составил 60 %. Кроме того, сильной изменчивости были подвержены и такие показатели, как вес зерна с одной метелки, продуктивная кустистость, количество растений на 1 м² перед уборкой. Представленные данные свидетельствуют о больших возможностях отбора по перечисленным признакам.

В годы исследований урожайность образцов коллекции варьировала от 110 до 350 г/м². Наиболее устойчивыми по этому признаку во все годы были образцы степных групп. Наибольший процент высокоурожайных образцов в оптимальные по увлажнению годы был отмечен, кроме степных групп, также в саяно-алтайской, северной и среднеазиатской горной. Образцы коллекции, которые в годы исследований по продуктивности не уступали стандарту, а часто и превышали его по этому показателю, разделены нами на три группы, в зависимости от влияния условий среды на их продуктивность.

1. Сортообразцы, устойчиво сохраняющие сравнительно высокую урожайность в любые годы, к ним относятся следующие сорта: Шортандинское 7,

Кормовое 98 (стандарты), а также образцы степной казахстанской группы К-2851, К-8504, К-8626, степной поволжской К-2790, К-9756, К-9132, среднеазиатской горной К-2208, К-2291. Эти пластичные коллекционные образцы должны быть широко использованы в селекции на урожайность.

2. Сортообразцы, высокоурожайные в оптимальные годы, но резко снижающие продуктивность в годы с неблагоприятными метеорологическими условиями. К ним относятся сорта К-2790 (Саратовская область), К-2804 (Казанское 56), К-2851 (Оренбургская область), К-2867 (Тамбовская область), К-9993 (Кинельское 92), К-9994 (Горлинка), К-10141 (Омское 11), К-10213 (Татарстан).

3. Сортообразцы, сравнительно урожайные в засушливые годы, но слабо отзывающиеся на увлажнение. Это немногочисленная группа, к ним относятся образцы К-8207 (Киргизия), К-8886 (Казахстан), К-9551 (Мироновское 51), К-9746 (Россия).

Таким образом, в связи с различным распределением метеорологических факторов по годам и месяцам в этой зоне необходимы высокоурожайные сорта среднераннего и среднеспелого типов созревания, которые способствовали стабильной урожайности проса. Нами были выделены три сортообразца среднеспелого типа созревания – К-9993 (Кинельское 92), К-10213 (Татарстан), К-2851 (Оренбургская область) в процессе изучения мировой коллекции 2015-2018 гг.

3.6 Биохимические и технологические качества образцов проса

Широко известно использование зерна проса и его продуктов переработки в пищевом производстве, а также в животноводстве.

Обрушенное зерно (пшено), по данным центральной лаборатории «Союз-круп» (Соколов А. А. 1948), содержит больше белка, чем рисовая, ячневая и гречневая крупы, несколько меньше, чем кукуруза, и намного меньше, чем овсяная мука. По содержанию жира (3,5 %) пшено уступает только овсяной крупе. Крахмала в пшене содержится около 71 %, белка 15 %, сахара 0,15 % и клетчатки

1,04 % (Kalinova J., 2006). Кроме того, в нем имеются минеральные соли калия, натрия, кальция, магния, фосфора и других элементов, а также полезные для человека органические вещества и витамины.

Многими исследователями установлено, что химический состав зерна проса, как и других зерновых культур, сильно изменяется в зависимости от условий выращивания и сортовых особенностей. При продвижении с севера на юг и с запада на восток, т.е. при смене более влажного климата на засушливый, содержание белка увеличивается, а крахмала, соответственно, уменьшается (Мурри И. К., 1958; Ярош Н. П., 1965).

В засушливые годы содержание белка и витамина В1 в зерне увеличивается, а крахмала уменьшается. Высокая влажность почвы и умеренная температура способствуют накоплению жира в зерне (Лысов В. Н., 1968).

В засушливой зоне Северного Казахстана вопрос повышения качества зерна у вновь создаваемых сортов находится на контроле у селекционеров (Красавин В. Д., 1976). Районированный сорт Шортандинское 7 при высокой агротехнике в НПЦЗХ им. А. И. Бараева дает зерно, отвечающее стандарту качества (Коберницкий В. И., 2008). Этот сорт, обладая высокой засухоустойчивостью во все фазы развития, в годы с поздними весенними или ранними осенними заморозками подвергается их воздействию, снижая не только урожайность, но и качество зерна.

Биохимические свойства зерна в значительно большей степени зависят от условий года, нежели от сортовых особенностей. Амплитуда изменчивости содержания белка в зерне проса в зависимости от климатических условий достигает 10,5 %, а в зависимости от особенностей сорта – всего 4,09 % (Лысов В. Н., 1968; Кобызева Л. Н., 2014).

Как показали исследования И. Ф. Лошака и Н. Т. Ониськова, при анализе различных сортов проса выявилась неустойчивость их качественных показателей, связанная со степенью приспособленности сорта к условиям произрастания.

Чем больше подогнан сорт к местным условиям, тем меньше непостоянство его биохимических показателей по годам. По данным лаборатории крупяных

культур НПЦЗХ, содержание белка в зерне проса у сорта Шортандинская 7 колеблется по годам от 10,27 до 15,97 %.

Учитывая большую изменчивость содержания белка в зерне, целесообразно проводить отбор и по этому признаку при оптимальных погодных и агротехнических условиях выращивания (Лошак И. Ф., 1970).

Образцы мировой коллекции проса должны сыграть важную роль в выделении высокобелковых форм. Содержание белка в коллекционных образцах проса было проведено в 2015-2018 гг. лабораторией биохимии на качество зерна. Таким образом, по результатам проведенного анализа в 2015, 2017 гг. содержание белка было значительно выше, чем в 2016, 2018 гг. (прил. Б1-Б4). 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 средне многолетних 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. Температурный режим в период вегетации в 2017 г. с мая по август был выше средне многолетних значений, а 2018 г. был близок к оптимальным значениям. Таким образом, недостаток влаги в ответственный период развития растений в 2015, 2017 гг. способствовал усиленному оттоку азотных веществ в зерно при замедленном росте стебля. На увеличение содержания белка в зерне при недостаточном влагообеспечении и повышенной температуре воздуха указывают многие исследователи (Дороганевская Е. А., 1966; Бородай Ю. Г., 1970; Фатыхов И. Ш., 1983) (табл. 18).

Высокобелковыми (18,8–20,1 %) в условиях 2017 г. были отмечены образцы саяно-алтайской (К-2804), северной (К-10213) и дальневосточной (К-8544) групп ($НСП_{05} = 0,19$ %). Повышенным содержанием белка (14,0–14,9 %) 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 ($НСП_{05} = 0,17$ %).

Таблица 18 – Содержание белка у коллекционных образцов проса (% на сухое вещество обрубленного зерна), 2015-2018 гг.

Название группы	Сырой белок в зерне %				Среднее
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	
Стандарт-Шортандинское 7	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
Переднеазиатская	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

При выделении новых высокоурожайных сортов проса необходимо особое внимание уделять технологическим качествам зерна – крупности, выходу пшена, окраске и консистенции ядра, а также вкусу каши (Козьмина Е. П., 1963; Весна Б. А., 1969).

По данным Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур (Козьмина Е. П., 1958), для характеристики крупности зерна сортов проса приняты следующие показатели содержания крупных фракций: сход с сита с прямоугольными отверстиями 1,8х2,0 мм свыше 80 % - высокая крупность, от 60 до 80 % - средняя крупность, до 60 % - низкая крупность. Максимальный выход круп дают сорта с наибольшим содержанием крупной фракции зерна. Снижение ее выхода у мелкозерных фракций вызывается не только повышением пленчатости зерна, но и большим числом пропусков его через машины, в результате чего увеличивается выход муки. Стандартный сорт Шортандинское 7, по данным Е. П. Козьминой, относится к крупнозерным сортам, сход с сит с прямоугольными отверстиями 1,8-2,0 мм составляет 88,5 %.

Образцы мировой коллекции ВИР сильно различаются по пленчатости, выходу крупы, окраске ядра, вкусу каши и другими технологическими показателями. По этим

признакам различие обусловлено прежде всего принадлежностью образца или сорта к той или иной эколого-географической группе [Лысов В. Н., 1968]. Так, в зонах Юго-Востока Казахстана, Средней Азии, Закавказья отмечена пониженная пленчатость и высокий выход пшена до 80 % и выше (Борисова Л. П., 1951; Козьмина Е. П., 1981).

Изучая физические свойства зерна проса в Казахстане, исследователи Л. И. Джумагулова и И. Р. Рахимбаев (1969) пришли к следующим выводам:

1. Наиболее крупное зерно имеет просо, выращенное в Восточно-Казахстанской и Семипалатинской областях;
2. Просо Казахстана обладает невысокой (по сравнению с западными районами страны) выравненностью зерна, что обусловлено засушливыми климатическими условиями;
3. Высокопленчатыми являются сорта Саратовское 853 (20,9 %), Родина (19,6 %) и Долинское 86 (20,9 %), а к числу низкопленчатых могут быть отнесены сорта Джамбейтинское (16,2 %) и Уральское тонкопленчатое (17,5 %).

Районированный сорт селекции НПЦЗХ им. А. И. Бараева Шортандинское 7 относится к среднепленчатым (17,2-19,8 %), натура зерна высокая (705-753 г/л), выход крупы высокий (80-84 %) (рис. 2). Сорт включен в государственный реестр селекционных достижений РК (Коберницкий В. И., 2013).



Рисунок 2 – Сорт проса Шортандинское 7

Технологические качества определялись нами в 2015-2017 гг. у наиболее продуктивных образцов проса.

По результатам технологической оценки зерна проса определены показатели, лимитирующие в условиях 2015-2018 гг., 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), массы 1000 зерен – 8,06 г (НСР₀₅ = 1,41 г), пленчатости - 17,03 % (НСР₀₅ = 1,07 %). Показатель выхода ядра в среднем по питомнику составил 82,2 %. В условиях года высоким уровнем характеризовались выравненность и крупность зерна. Так, выравненность в среднем по питомнику составила 87,0 %, а крупность с размером отверстий сит 1,9-1,8 мм – 77,0 %, что также положительно отразилось на выходе ядра. Выделены линии, превысившие стандарт по отдельным показателям. В сравнении со стандартом Шортандинское 7 по натуре зерна (729 г/л) выделились линии из Казахстана и России: Шортандинское 11 (736 г/л), К-3985 (735 г/л), К-3341 (734 г/л), К-2432 (733 г/л), К-2928 (732 г/л), К-9756 (730 г/л). По массе 1000 зерен превысили стандарт (7,1 г) следующие линии и сорта: К-9611 – 7,8 г (Казахстан), К-2432 – 7,3 г (Россия), К-9644 – 7,3 г, К-3985 – 7,2 г (Казахстан), (табл. 19).

Таблица 19 – Образцы проса, выделившиеся по товарно-технологическим и кулинарным свойствам зерна, 2015-2017 гг.

№ по каталогу ВИР	Белок %	Пленча- тость, %	Масса 1000 зерен, г	Натура г/л	Выход ядра, %	Вырав- ненность, %	Общая кулинарная оценка, балл
Стандарт- Шортандинское 7	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	1,12	4,75	-

В результате оценки коллекционных образцов проса по содержанию белка и кулинарной оценке выделено 17 сортообразцов. Наибольшим содержанием бел-

ка (15,87 %) характеризовалась линия проса К-2432 (Алтайский край) при уровне стандарта – (14,62 %). Наименьшей пленчатостью в сравнении со стандартным сортом (17,7 %) отмечены линии и сорта: К-7079 – 14,0 %, К-3341 – 15,2 %, К-9756 – 15,2 % (Россия), Шортандинское 11 – 16,4 %, К-9989 – 16,8 % (Казахстан). По показателю выравненности стандарт Шортандинское 7 (92,9 %) превысили или были равны: К-2432 – 93,9 %, К-2928 – 92,9 % (Россия). 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) линии: К-9644 (Казахстан) – 4,5 балла, К-9698 (Омское 5) – 4,5 балла. По питомнику общая кулинарная оценка равна 4,3 балла.

Исследование технологических и биохимических свойств коллекционных образцов зерна проса показало, что почвенно-климатические условия 2016 года позволили получить крупное, выравненное зерно с высоким выходом крупы, массой 1000 зерен и содержанием белка. Средний уровень по питомнику вышеназванных показателей соответствовал в той же последовательности – сход с сит № 2,0-1,6; 92,8 %, 81,4 %, 7,4 г, 14,36 %.

На основе полученных данных выделены сорта и линии с максимальными значениями отдельных показателей. Так, по натуре зерна, в сравнении со стандартом (757 г/л), следует отметить образцы К-3829 – 768г/л, К-2432 – 766г/л (Россия), Шортандинское 11 – 762г/л, К-3985 – 762г/л (Казахстан); по пленчатости и выходу ядра (стандарт 17,9 %; 82,1 %) – К-9989 – 16,4 %; 83,6 % (Барнаульское 80); по массе 1000 зерен (стандарт 8,4 г) К-9989 – 8,7 г, К-3829 – 8,7 г, К-9548 – 8,6 г (Россия), Шортандинское 11 – 8,6 г, К-3985 – 8,6 г, Шортандинское 23 – 8,6 г (Казахстан); по содержанию белка (стандарт 14,79 %) – сорта Шортандинское 11 и Шортандинское 23 – 16,29 % (Казахстан), образцы К-3985 – 15,67 % (Казахстан), К-3829 – 15,37 % (Воронежское 3985), К-2928 – 15,20 % (Самарская область), К-9989 – 15,20 % (Барнаульское 80), К-2432 – 15,20 % (Алтайский край); по выравненности (стандарт 99,6 %) образцы К-2928 – 99,9 % (Самарская область), К-9548

– 99,8 % (Иртышское 201), К-2432 – 99,7 % (Алтайский край), К-3829 – 99,7 % (Воронежское 3985).

Характеризуя в целом качество зерна образцов проса, следует отметить, что, несмотря на достаточно высокий уровень большинства технологических показателей, параметры кулинарных свойств были несколько снижены. Так, общая кулинарная оценка по питомнику составила 4,2 балла. Пищевые достоинства крупы лимитировали такие показатели, как структура (4,2 балла) и цвет каши (4,0 балла). Устойчивость формирования высококачественного зерна составила 54,5 и 69,7 %. С более высокой оценкой, чем у стандарта (3,9 балла), выделились по цвету каши образцы: К-3985 – 4,4 балла (Казахстан), К-9989 – 4,3 балла (Барнаульское 80); по структуре каши (стандарт 4,2 балла) – линии К-2432, К-9989 – 4,6 балла (Барнаульское 80), К-3985 – 4,6 балла (Казахстан). По общей кулинарной оценке (стандарт 4,2 балла) отмечены образцы с 4,5 балла: К-2432 (Алтайский край), К-9989 (Барнаульское 80).

Почвенно-климатические условия 2017 года сложились благоприятно для роста и развития растений проса и позволили получить достаточно крупное, выравненное зерно (сход с сит № 2,0-1,8 - 99,4 %), с высоким выходом крупы (82,0 %), массой 1000 зерен (8,6 г), и содержанием белка (13,43 %). Однако пленчатость зерна составила в среднем по питомнику 17,9 %, что превышает классификационные требования на 2,9 %, т.е. этот показатель являлся лимитирующим. Не установлен ни один образец с пленчатостью ниже 15 %. На основе полученных данных выделены сорта и линии с максимальными значениями отдельных показателей. Так, по натуре зерна, в сравнении со стандартом (757 г/л), следует отметить образцы из России К-9756 (768 г/л), К-9698 (766 г/л); пленчатости и выходу ядра (стандарт 17,9 %; 82,1 %) – К-7079 (16,4 %; 83,6 %), К-9989 (16,8 %; 83,2 %), К-2432 (16,9 %, 83,2 %); массе 1000 зерен (стандарт 8,4 г) – К-7079 и К-9756 (8,7 г); выравненности (стандарт 99,6 %) – К-3341 (99,9 %), К-2432 (99,8 %). В условиях года получены образцы, находящиеся по качеству зерна примерно на уровне стандартного сорта Шортандинское 7. В такой ситуации для дальнейшего исполь-

зования в селекционном процессе предлагаются сорта и линии, не уступившие по некоторым показателям, а по другим превысившие стандарт.

Полученное зерно обеспечило и хорошие кулинарные свойства каши. Так, в среднем по питомнику общая кулинарная оценка и структура каши соответствовали 4,5, коэффициент разваримости – 4,6 балла. Однако пищевые достоинства крупы снижал показатель цвета каши (4,1 балла), устойчивость формирования высококачественного зерна, которая составила 18,2 %.

С более высокой оценкой, чем у стандарта (3,8 балла), выделились по цвету каши – линии К-2432 – 4,5 балла, К-3341 – 4,6 балла (Алтайский край); структуре каши (стандарт 4,4 балла) – образцы К-3985, Шортандинское 11 (Казахстан), К-9698 (Омское 5) по 4,7 балла; содержанию белка (стандарт 13,56 %) – К-9698 (14,88 %) и К-2432 – и 14,57 %. По общей кулинарной оценке (стандарт 4,3 балла) отмечены образцы с 4,7 балла: К-2432, К-3341 (Алтайский край).

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-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.

3.7 Характеристика образцов проса по комплексу признаков

В оптимальные по увлажнению годы (2016-2018) из коллекции выделено свыше 23 образцов, превышающих по урожайности стандарт. Это в основном образцы степных, северных, лесостепных экологических групп.

Кроме высокой продуктивности также их отличает крупность, т.е. масса 1000 зерен многих образцов превышает 6 г, устойчивость к полеганию, слабое поражение заболеваниями, устойчивость абиотическим факторам.

В эту категорию попадают такие сорта, как Атамбаевское, Уильское улучшенное, Шортандинское 23 (Казахстан); Амурское местное, Уральское белое (Россия); Веселоподолянское 828, Харьковское 37 (Украина) и другие.

В прохладные и засушливые годы (2015-2017) количество сортообразцов, превышающих по урожайности стандарт, достигало 35-45. Однако в условиях резкоконтинентального климата Северного Казахстана особый интерес представляют образцы, которые обладают комплексом хозяйственно-ценных признаков в любые по метеоусловиям годы (табл. 20).

Таблица 20 – Комплексная характеристика выделившихся образцов проса, 2015-2018 гг.

№ по каталогу ВИР	Урожайность г/м ²	Вегетационный период	Высота растений	Масса 1000 зерен, г	Поражения головней, %	Устойчивость в баллах к	
						засухе	полеганию
Стандарт Шортандинское 7	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

Это представители в основном степных и северных групп. Они также отличались сравнительной крупнозерностью (масса 1000 зерен с выше 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.

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

4.1 Динамика нарастания вегетативной массы в процессе онтогенеза

Листья играют огромную роль в жизни растения. Они выполняют важнейшие функции фотосинтеза и транспирации (Овчинников Н. Н., 1964).

Многими исследователями установлена прямая связь урожая зерна хлебных злаков с ассимиляционной листовой поверхностью растений (Бегишев А. Н., 1958; Ничипорович А. А., 1956; Кузьмин В. П., 1965; Мантуленко Н. Ф., 1967; Мурзамадиева М. А., 1971; Шевелуха В. С., 1976; Шатилов И. С., 1978; Джубатырова С., 2001).

Увеличение площади листьев злаковых культур до 20-30 тыс. м² на гектар вызывает почти пропорциональный рост урожая. Дальнейшее увеличение площади листьев, как правило, дает уже меньший эффект и нередко приводит к полеганию растений. Поэтому для получения высоких урожаев желательно наиболее быстрое нарастание листовой поверхности на гектаре до 30-35 тыс. м² и сохранение этой площади почти до конца вегетации, а затем дружное созревание и отмирание листьев с возможно более полной отдачей их пластических веществ на формирование хозяйственно-ценных органов (Ничипорович А. А., 1956).

Работа листового аппарата зависит прежде всего от продолжительности вегетационного периода растения и поэтому, как правило, при благоприятных усло-

виях возделывания наибольшей продуктивностью будут отличаться позднеспелые сорта, способные вызреть в данном районе (Агафонов Н. П., 1965; Кумаков В. А., 1968, 1974; Гамзикова О. И., 1981). Однако в условиях Северного Казахстана с характерными для него раннелетними засухами и раннеосенними заморозками большим преимуществом обладают сорта зерновых культур раннеспелого и среднеспелого типов созревания.

Скороспелые растения, имея меньшее число листьев, развивают меньшую листовую поверхность (Добрунов Л. Г., 1959; Балюра В. И., 1964; Спицын В. П., 1969). Однако не всегда максимальной листовой поверхности соответствует и наибольший урожай (Ничипорович А. А., 1961). Значительная доля участия в формировании урожая принадлежит также и нелистовым органам – стеблю, влагалищу листа и репродуктивным органам (Петинов Н. С., 1957; Полимбетова Ф. А., 1963, 1972, 1974).

Многочисленные исследования по изучению роли отдельных органов растений в формировании урожая посвящены в основном колосовым злакам. По про-су этих сведений очень мало. Мнения исследователей о доле участия листьев в создании урожая весьма противоречивы, однако в разрезе ярусов создалось единое мнение о ведущей роли верхних листьев в снабжении колоса (Эйдельман З. М., 1933; Кумаков В. А., 1954, 1971, 1983; Кравцова Б. Е., 1957; Петинов Н. С., 1959; Евдокимова О. А. 2002). У проса, в отличие от колосовых культур, в наливе зерна участвуют многие яруса листьев. Например, у сорта Шортандинское 7 из 14 ярусов листьев в условиях Акмолинской области активно работают в период налива 8-9 верхних листьев (Коберницкий В. И., 2014).

Развитие листьев и интенсивность их фотосинтетической деятельности, как отмечают многие исследователи, зависят от сортовых особенностей и условий выращивания, из которых наибольшее значение в засушливых районах имеет влагообеспеченность растений (Агафонов П. П., 1973; Гуляев Б. И., 2003). Это положение также подтверждается нашими исследованиями.

Еще К. А. Тимирязев (1937) подчеркивал, что важнейшая задача физиологии растений – найти пути, чтобы «вырастить два колоса там, где растет один».

Задача эта не только не потеряла значения, но стала еще более острой. Большая роль в выполнении этой задачи принадлежит управлению фотосинтетической деятельностью растений. Фотосинтез является основным процессом, при котором образуется сухое вещество растений. Однако зависимость между фотосинтезом и общей продуктивностью растительного организма, а тем более урожаем, далеко не простая. Л. А. Ивановым (1941) было предложено следующее уравнение, характеризующее отношение между накоплением сухой массы растением (биологическим урожаем) и интенсивностью фотосинтеза. Надо учитывать при этом, что фотосинтез осуществляется лишь в зеленых клетках, тогда как процесс дыхания идет во всех клетках, без исключения. Время, в течение которого осуществляется фотосинтез, также меньше времени дыхания. В связи с этим, для того, чтобы происходило накопление сухого вещества, интенсивность фотосинтеза должна примерно в 10 раз превышать интенсивность дыхания. Вопрос о связи между фотосинтезом и урожаем растений получил более подробное освещение в работах А. А. Ничипоровича. Согласно Ничипоровичу, биологический урожай (V биол.) равен сумме приростов сухой массы за каждые сутки вегетационного периода (Ничипорович А. А., 1961; Гибадуллина Ф. С., 2013).

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 м². Для определения площади листовой поверхности мы использовали метод линейных измерений (МЛИ).

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 был отмечен у среднеспелых образцов. В соответствии с рисунком 3 представлена динамика формирования площади листьев коллекционных образцов проса по группам спелости на увлажненном фоне, вычисленная методом линейных измерений. На рисунке 3 видно, что 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.

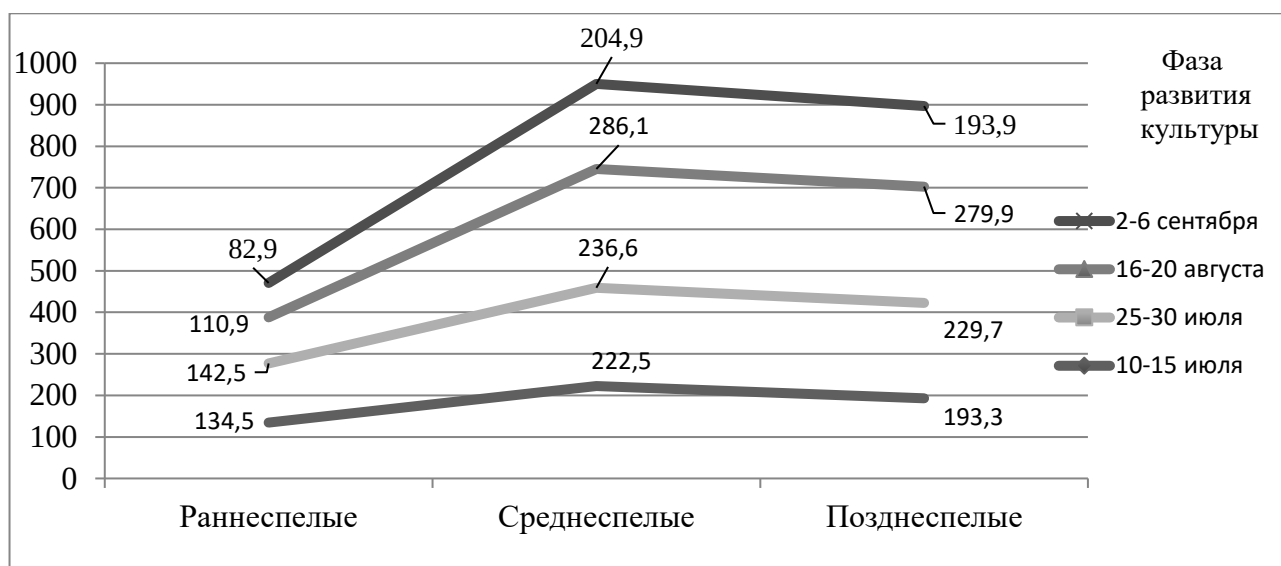


Рисунок 3 – Площадь листьев образцов проса по группам спелости, паровой предшественник

У среднеспелых образцов от фазы конец кушения-выход в трубку до фазы начало выметывания (колошение) наблюдался постепенный прирост (222,5-286,1 см²). Максимальное значение площади листовой поверхности составило – 286,1 см² и к фазе полной спелости происходит уменьшение площади листовой поверхности до 204,9 см². У позднеспелой группы незначительный прирост площади листьев к фазе цветения, молочной спелости, где она составила

максимальное значение 279,9 см². Затем происходит уменьшение величины площади до значения, равного в фазу кущения.

По стерневому фону максимальное значение площади листьев у раннеспелых сортообразцов было в фазу выхода в трубку 168,1 см², затем постепенное уменьшение площади до 134,6 см² в фазу молочной спелости и резкое ее падение до 129,5 см² к фазе полной спелости. Величина площади листовой поверхности у среднеспелых образцов нарастала до фазы начала выметывания, где она достигла максимального значения - 232,2 см². Затем к фазе полной спелости площадь постепенно уменьшается до 190,6 см². Площадь листовой поверхности позднеспелых образцов увеличивалась и достигла своего максимального значения в фазу начала выметывания 345,3 см². К фазе полной спелости площадь листьев уменьшилась до значения 205,0 см² (рис. 4).

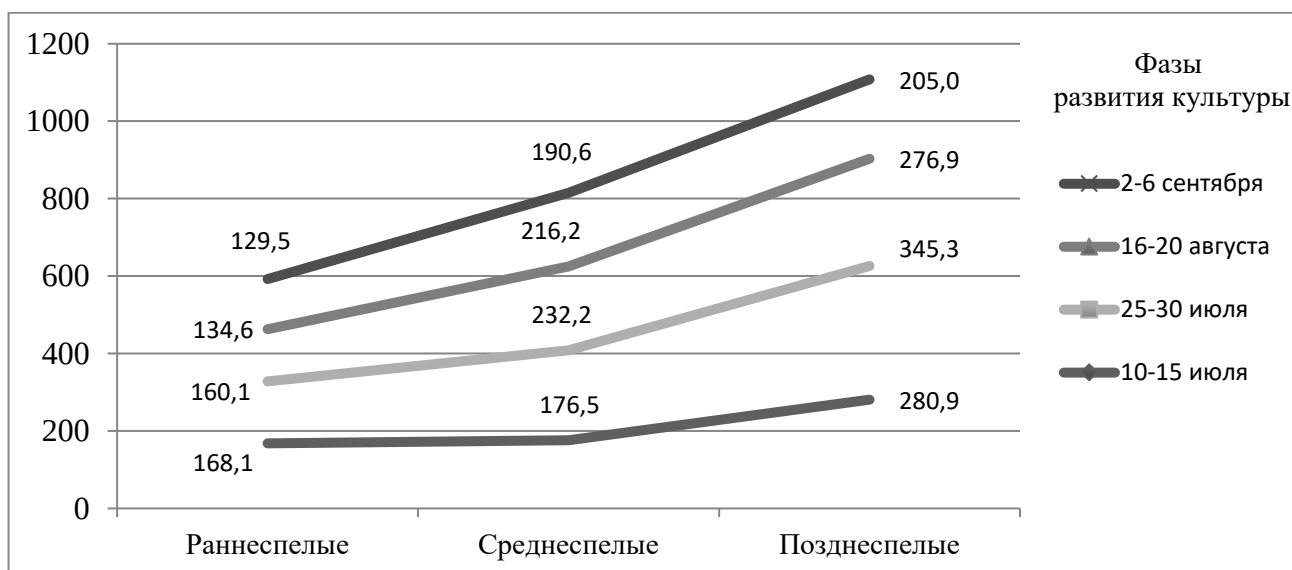


Рисунок 4 – Площадь листьев образцов проса по группам спелости, стерневой фон

Рассмотрим немного подробнее значения площади листьев исследуемых образцов. Площадь листовой поверхности проса К-9644 (Казахстан) по пару увеличивается и достигает максимального значения в фазу цветения, молочной спелости – 286,1 см², затем уменьшается до 204,9 см² в фазу полной спелости (рис. 5).

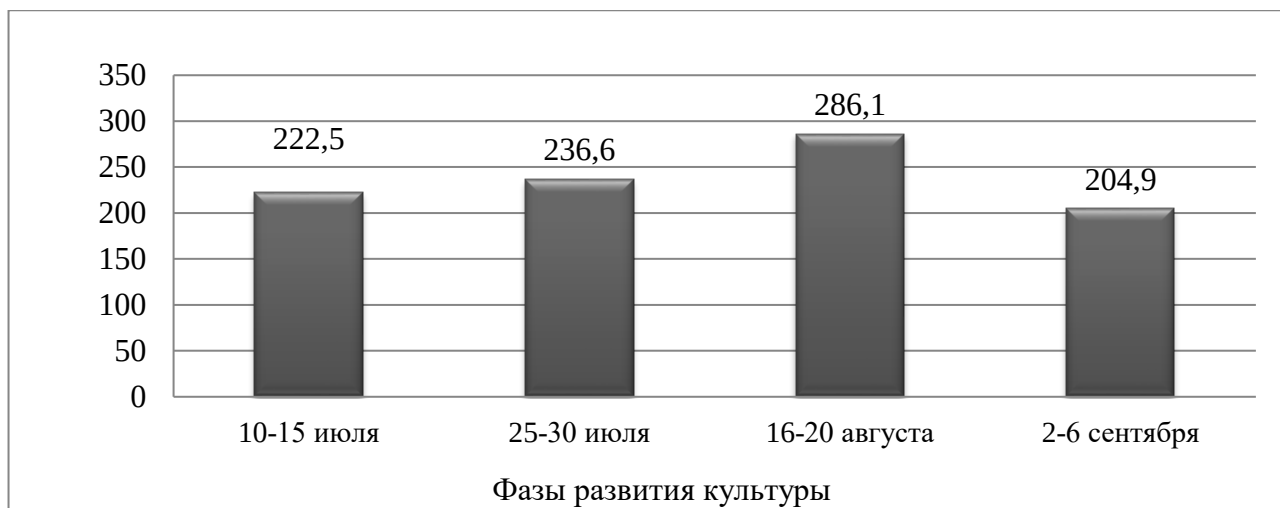


Рисунок 5 – Площадь листьев образца проса К-9644, паровой предшественник

По стерневому предшественнику величина площади листьев проса К-9644 по стерне изменяется немного по-другому. Своего наибольшего значения она достигает в фазу начала выметывания (232,2 см²). Затем уменьшается к полному созреванию растений (рис. 6).

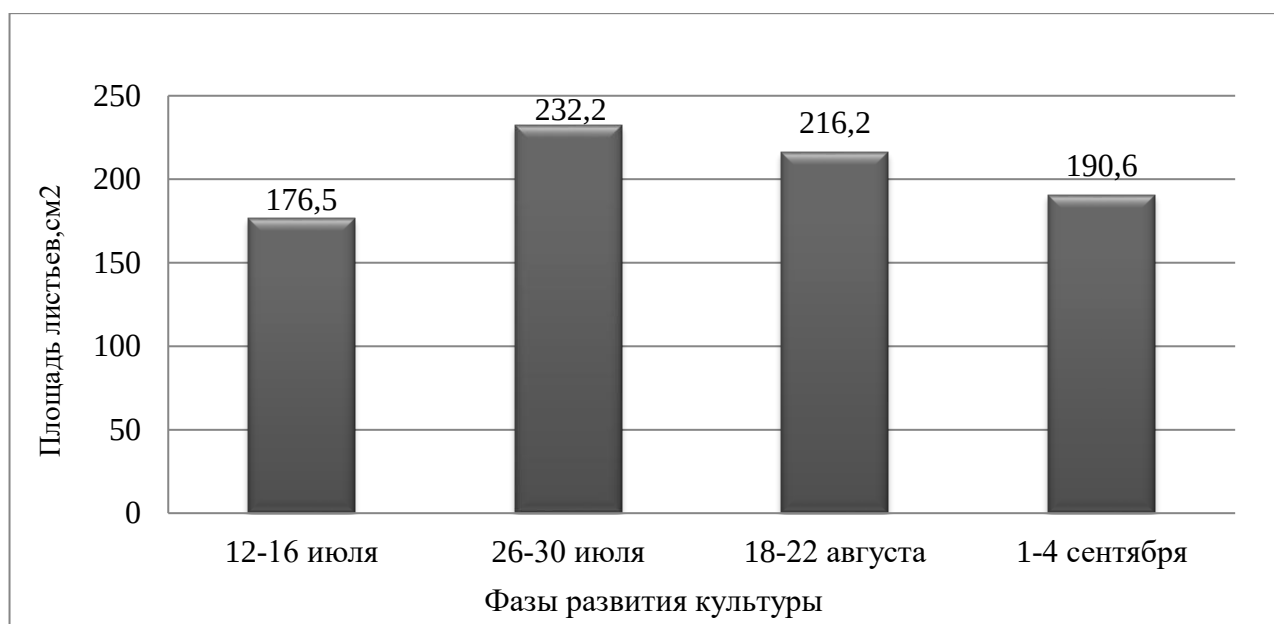


Рисунок 6 – Площадь листьев образца проса К-9644, стерневой фон

У образца К-2432 (Россия) по пару величина площади увеличивается совсем незначительно, максимальное значение в фазу начала выметывания (колошения) – 142,5 см². Затем уменьшение до значений 82,9 см² (рис. 7).

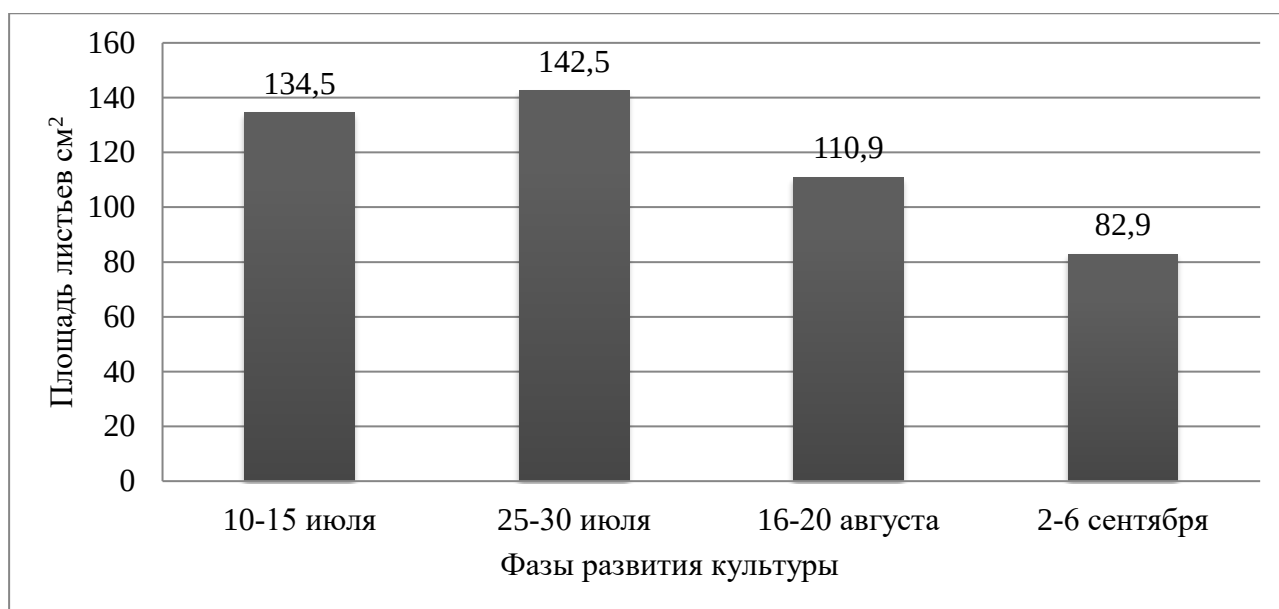


Рисунок 7 - Площадь листьев образца проса К-2432, паровой предшественник

Площадь листьев образца К-2432 по стерне имеет другие числовые значения. Максимальное значение (168,1 см²) наблюдаемое в фазу выхода в трубку уменьшается по мере созревания растений (рис. 8).

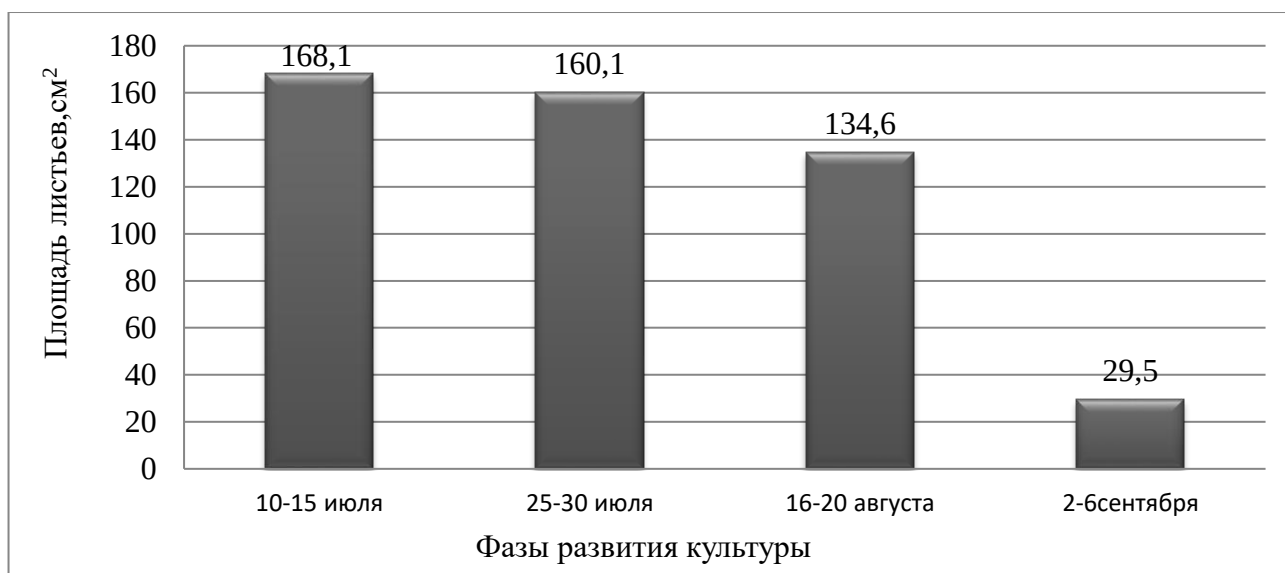


Рисунок 8 – Площадь листьев образца проса К-2432, стерневой фон

У образца проса К-2790 (Россия) площадь листьев с максимальным значением по пару была в период молочной спелости – 279,9 см² соответственно. Затем к фазе полной спелости она начала убывать (рис. 9).

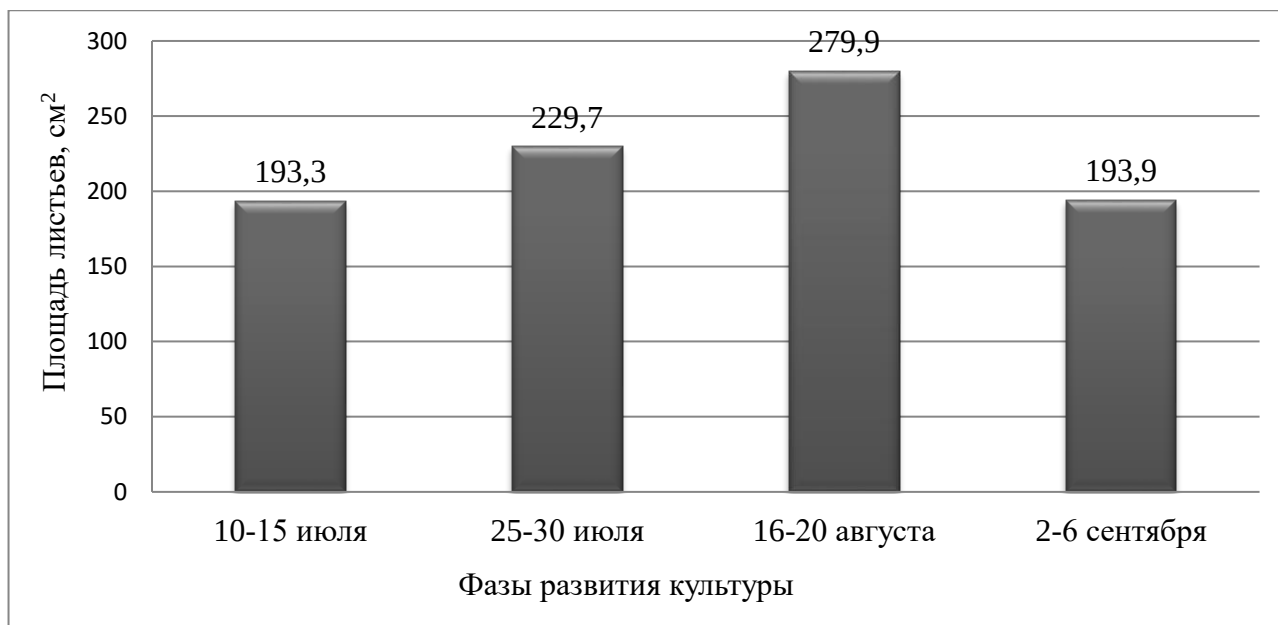


Рисунок 9 – Площадь листьев образца проса К-2790, паровой предшественник

Площадь листьев по стерне у образца К-2790 возрастает до фазы начала выметывания, здесь ее максимальное значение 345,3 см² и убывает к периоду полного созревания. В процессе онтогенеза происходит постепенное нарастание листового аппарата. Расхождения в полученных значениях при использовании разных методик незначительны (рис. 10).

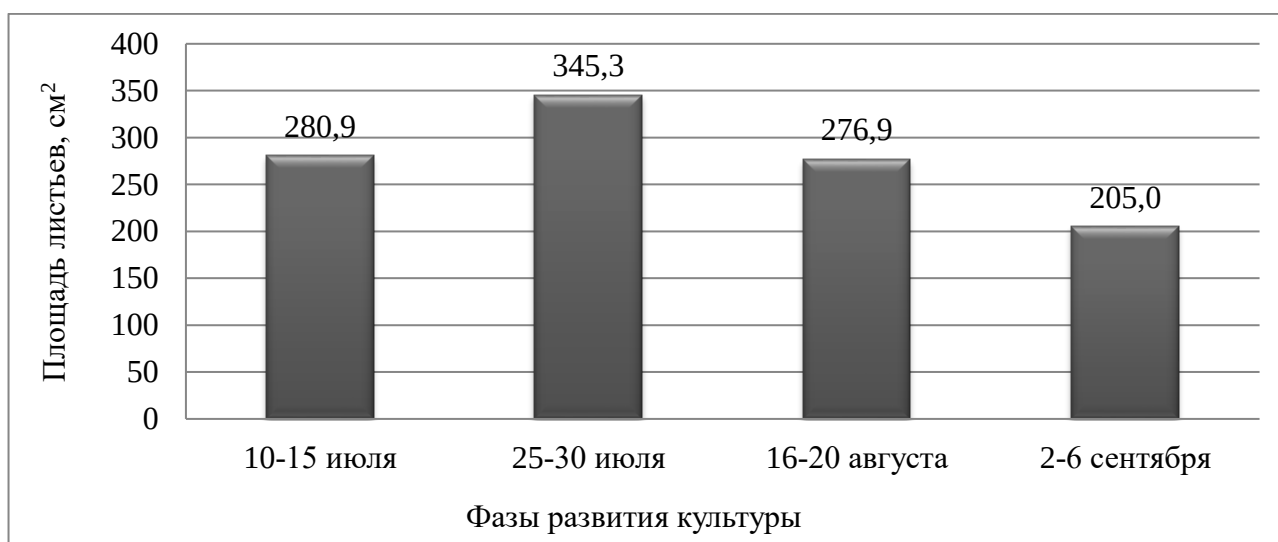


Рисунок 10 - Площадь листьев образца проса К-2790, стерневой фон

Площадь листовой поверхности сортообразца проса К-2851 (Россия) по пару увеличивалась до фазы цветения-молочной спелости. К периоду полного созревания растений площадь листьев овса стремительно падала вниз (рис. 11).

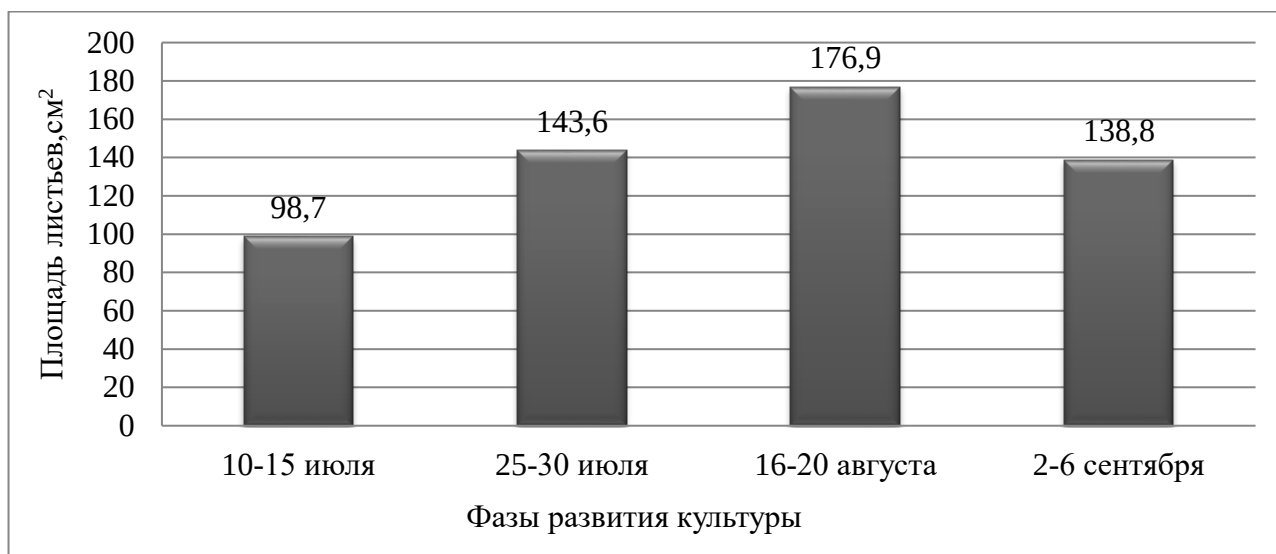


Рисунок 11 – Площадь листьев образца проса К-2851, паровой предшественник

Величина же площади листовой поверхности по стерне возрастает в фазу начала выметывания до максимального значения 177,8 см², затем уменьшается до значений равных фаз выхода в трубку (рис. 12).

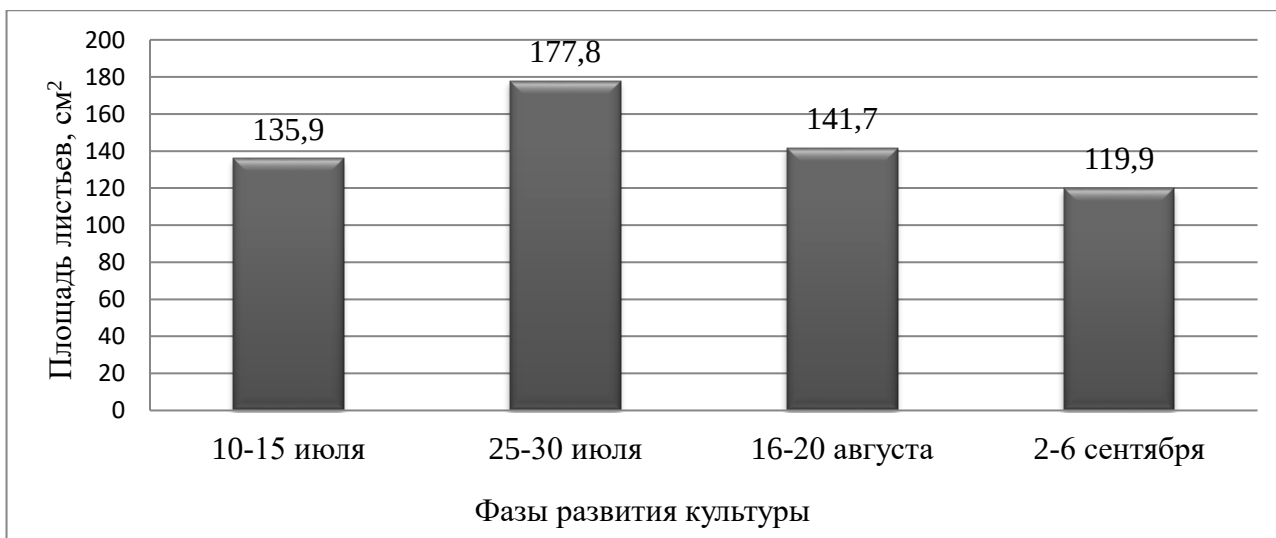


Рисунок 12 - Площадь листьев образца проса К-2851, стерновой фон

Самой наименьшей из всех изучаемых коллекционных образцов проса площадь листьев была у К-8597 (Югославия). Площадь листьев по пару с

максимальным значением была в период начала выметывания (колошения) 112,2 см² соответственно. Затем площадь стремительно уменьшалась (рис. 13).

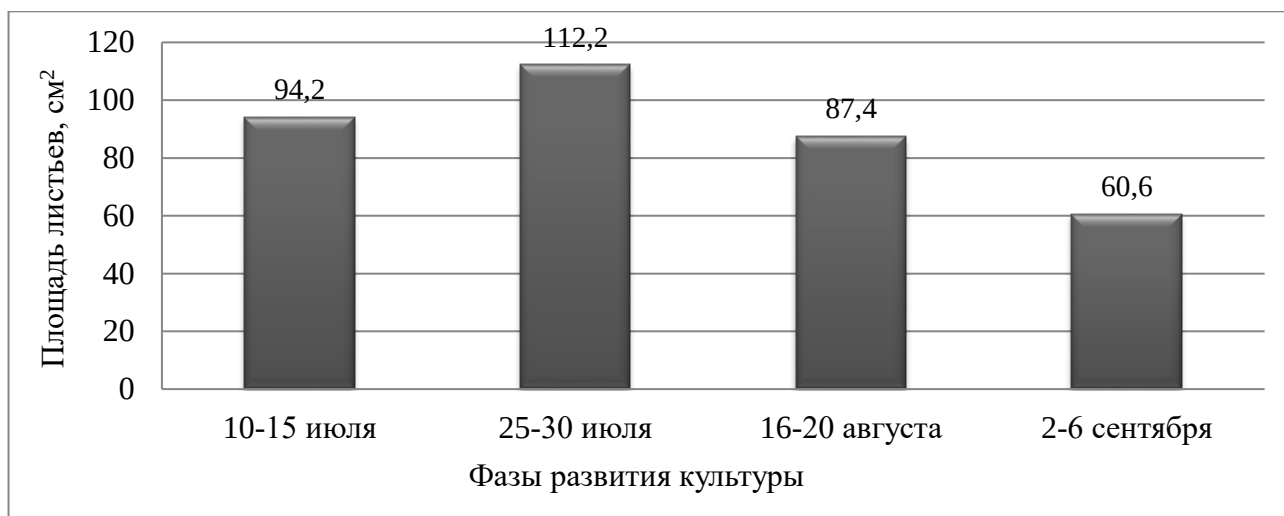


Рисунок 13 – Площадь листьев образца проса К-8597, паровой предшественник

Площадь листовой поверхности по стерне у образца проса К-8597 развивалась в другой последовательности. Здесь максимальное значение было в фазу кущения-149,7 см². В период начала выметывания она постепенно уменьшается и к фазе полной спелости достигает значений 62,7 см² (рис. 14).

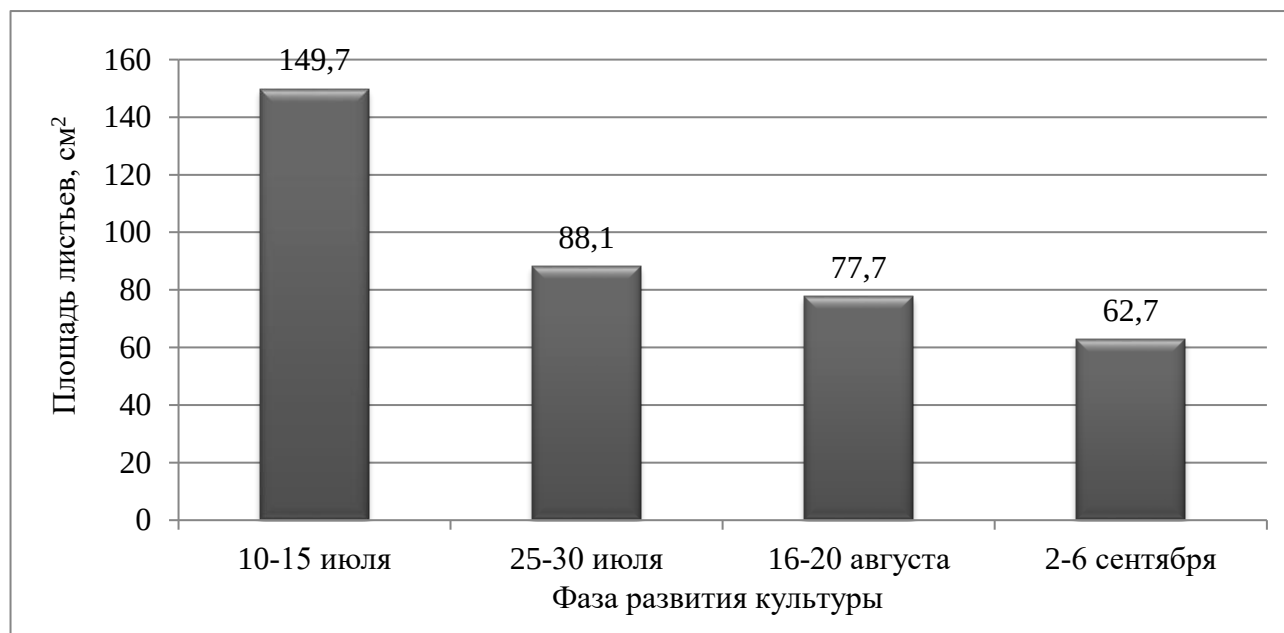


Рисунок 14 - Площадь листьев образца проса К-8597, стерневой фон

Исходя из всех данных, можно сказать, что каждый исследуемый фон имеет свое влияние на площадь листовой поверхности. Образец проса К-9644 (Казахстан) достигает максимального значения по пару в фазу молочной спелости, а по стерне – в фазу начала выметывания. По пару величина площади листовой поверхности имеет более высокие значения, чем по стерне. У образца К-2432 (Россия) наблюдалась другая тенденция развития площади листьев. По стерне образец развил наибольшую площадь в фазу кущения-выход в трубку, затем постепенно величина площади снижалась до фазы молочной спелости и резко уменьшилась к полному созреванию растений. По пару площадь увеличивалась до фазы начала выметывания, далее постепенно уменьшалась. Самой наибольшей площадью листьев по обоим фонам отличался образец К-2790 (Россия). Максимальное значение наблюдалось по стерне в фазу начала колошения-выметывания, на увлажненном фоне в фазу цветения-молочной спелости.

У образца К-2851 (Россия) величина площади листьев имела максимальное значение в разные периоды. По пару это было в фазу молочной спелости, по стерне – в период колошения-выметывания. У образца проса К-8597 (Югославия) площадь листьев по стерне была немного больше, чем по пару. Здесь тоже наблюдалось различие в достижении максимальной величины площади по фазам онтогенеза. У всех изучаемых образцов к моменту полного созревания растений листовая поверхность листьев уменьшается. Это связано с тем, что питательные вещества переходят из вегетативных в репродуктивные органы. Цифровые параметры изменения площади листьев коллекционных образцов проса представлены в приложении В1 – В10. Увеличение или уменьшение площади листьев может быть связано с различными факторами. Это могут быть условия выращивания, агротехника возделывания, физиология растений. Для лучшего процесса фотосинтеза необходимо учитывать такие агротехнические приемы, как способы и сроки посева, оптимальную норму высева семян. Норма высева влияет на густоту стояния растений и степень их освещенности, а значит, имеется прямая взаимосвязь с величиной площади листовой поверхности. Также важно

своевременное уничтожение сорных растений, которые затеняют культуру, тем самым резко снижают продуктивность фотосинтеза в посевах. Очень важно учитывать и физиологические особенности растений.

4.2 Динамика изменения вегетативной массы и накопления сухого вещества растениями

Основной показатель при сравнительной оценке продуктивности коллекционных образцов проса – выход растительного сырья с единицы площади. Скашивание растений на зеленый корм в наиболее оптимальные сроки оказывает большое влияние на состав и питательность корма, и особенно – на переваримость протеина. Зеленная масса проса по химическому составу содержит в среднем 3,4 % протеина, 2,3 % белка, 0,7 % жира, 6,6 % клетчатки, 2 % золы, 11 % безазотистых экстрактивных веществ. Содержание сахара в зеленой массе проса колеблется в зависимости от сорта от 3,5 до 8,5 %. По данным Пермского НИИСХ, сбор сахара с 1 га посева проса составляет 400-500 кг, переваримого протеина 290-350 кг при сахаропротеиновом отношении 1,3-1,6:1,0 (Коняева К. С., 2010). Себестоимость кормов снижается в 1,5-1,6 раза при оптимальной обеспеченности протеином (Шпаков А. С., 2007; 2008).

Проведенные трехлетние (2015-2017 гг.) исследования на севере Казахстана показали, что наиболее богата переваримым протеином зеленная масса была у Черносемянное 1 (19,7 %), значительно ниже у суданской травы (14,1 %) (Бенц В. А., 2001). По данным И. П. Гейдебрехта (1983), просо Черносемянное 1 по урожайности зеленой массы (236, ц/га), выходу сухого вещества (45,8 ц/га) и кормовых единиц 3,39 тыс./га превосходит такие кормовые культуры, как суданка (206 ц/га; 45,3 ц/га; 2,65 тыс./га), овес (195 ц/га; 43,9 ц/га; 2,59 тыс./га).

При уборке проса на зеленый корм необходимо учитывать, что на химический состав и питательность корма существенное влияние также оказывает фаза вегетации растений (Маликова М. Г., 2010).

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 г/м², К-9644 (Казахстан) – 2760 г/м², К-9526 (Украина) – 2760 г/м², К-2790, К-2432 (Россия) – 2760, 2493 г/м². Во второй срок лучшими по продуктивности были: К-9756, К-10213, К-2851, К-2790 (Россия) – 3253, 2787, 2933, 2560 г/м², К-9526 (Украина) – 2547 г/м², К-2432 (Россия) – 2360 г/м², К-89 (Казахстан) – 2333 г/м². В третий срок в фазу полной спелости максимальную урожайность зеленой массы сформировали образцы проса К-2851 (Россия) - 2267 г/м², К-9644 (Казахстан) - 2107 г/м², К-9756 (Россия) – 1987 г/м², К-9526 (Украина) – 1947 г/м², наименьшую массу имел образец из Венгрии (К-8597) 747г/м² (рис. 15).

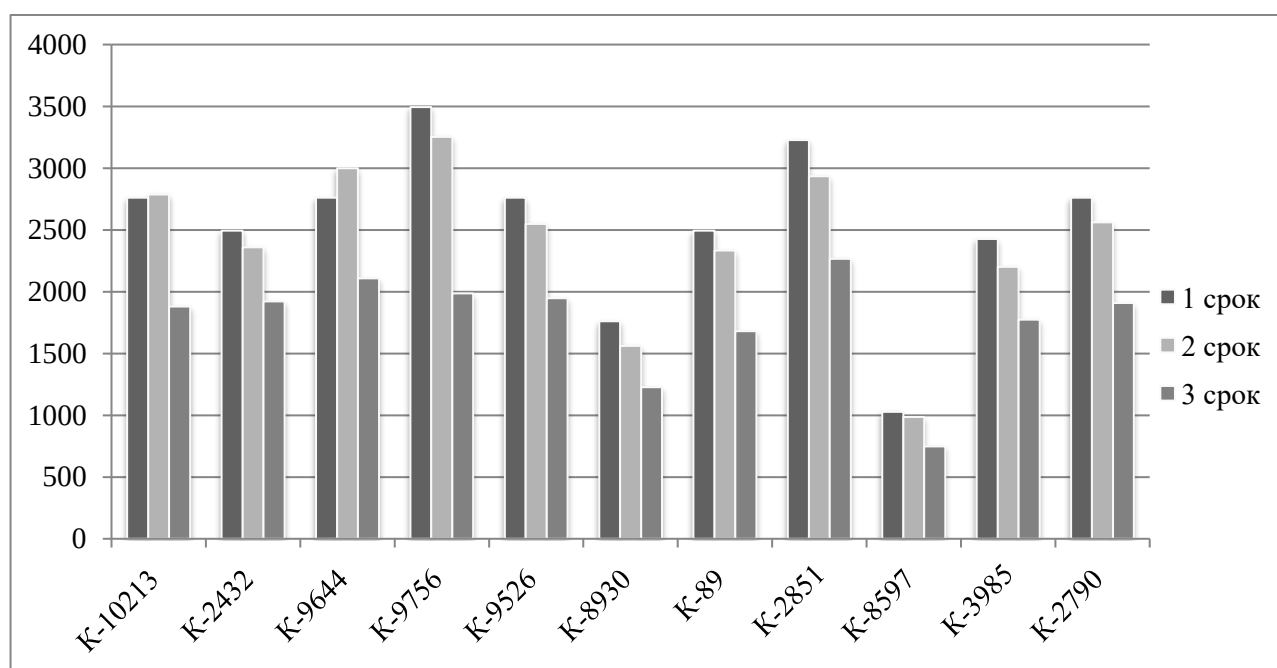


Рисунок 15 - Урожайность зеленой массы сортообразцов проса, по паровому предшественнику

Учет продуктивности по стерне, по первому сроку скашивания наивысшую урожайность зеленой массы показали следующие образцы: К-2851 (Россия) – 2760 г/м², 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 (рис. 16).

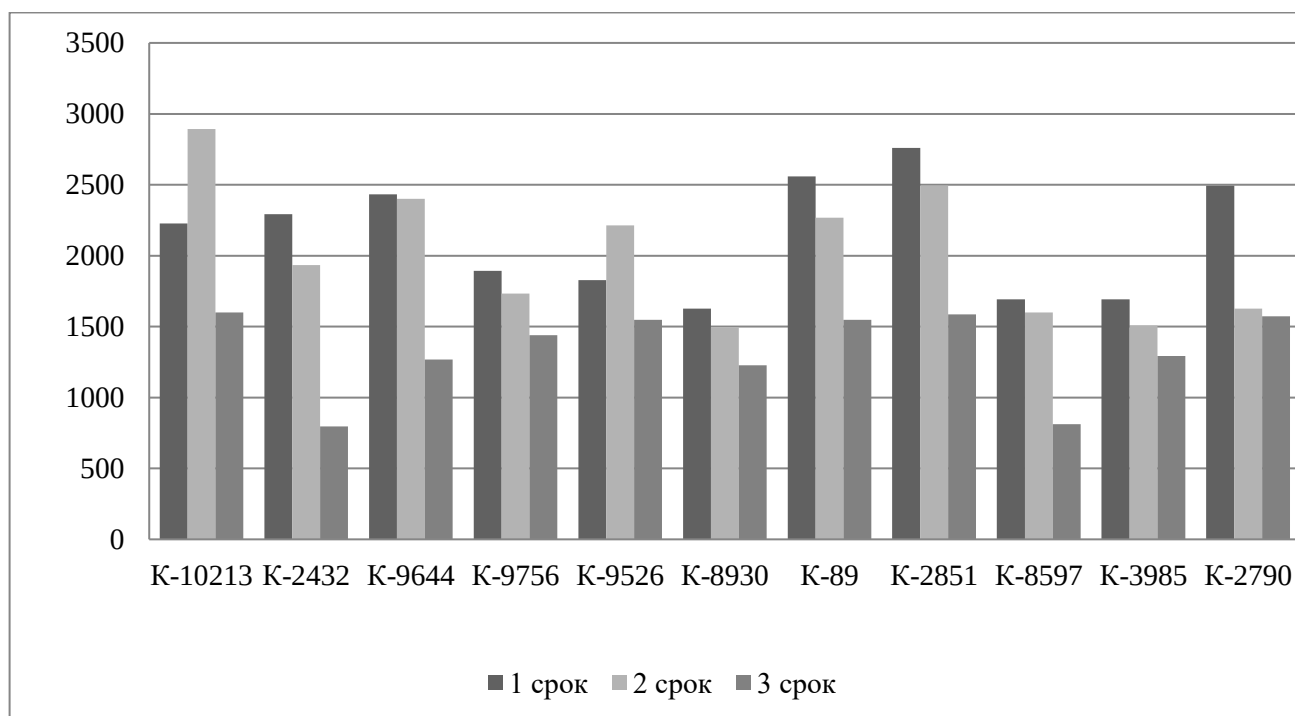


Рисунок 16 - Урожайность зеленой массы образцов проса, по стерневому фону

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 колошение (выметывание).

Процесс накопления сухого вещества протекает крайне неравномерно и зависит от многих условий, в том числе от длины вегетационного периода, потенциальной мощности фотосинтетического аппарата, а также от различно складывающегося по годам гидротермического режима и типа спелости сортов (Бегишев

А. Н., 1958; Конарев В. Г., 1958; Добрунов Л. Г., 1959; Ничипорович А. А., 1961; Петинов Н. С., 1962; Порохня А. Д., 1966; Рашковский Е. М., 1970; Кумаков В. А., 2001).

По результатам трехлетнего изучения было установлено, что выход сухого вещества у коллекционных образцов проса по паровому предшественику увеличивался с каждым последующим укосом. Так, выход сухого вещества у первого укоса при учете по паровому предшественику 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 %) (рис. 17).

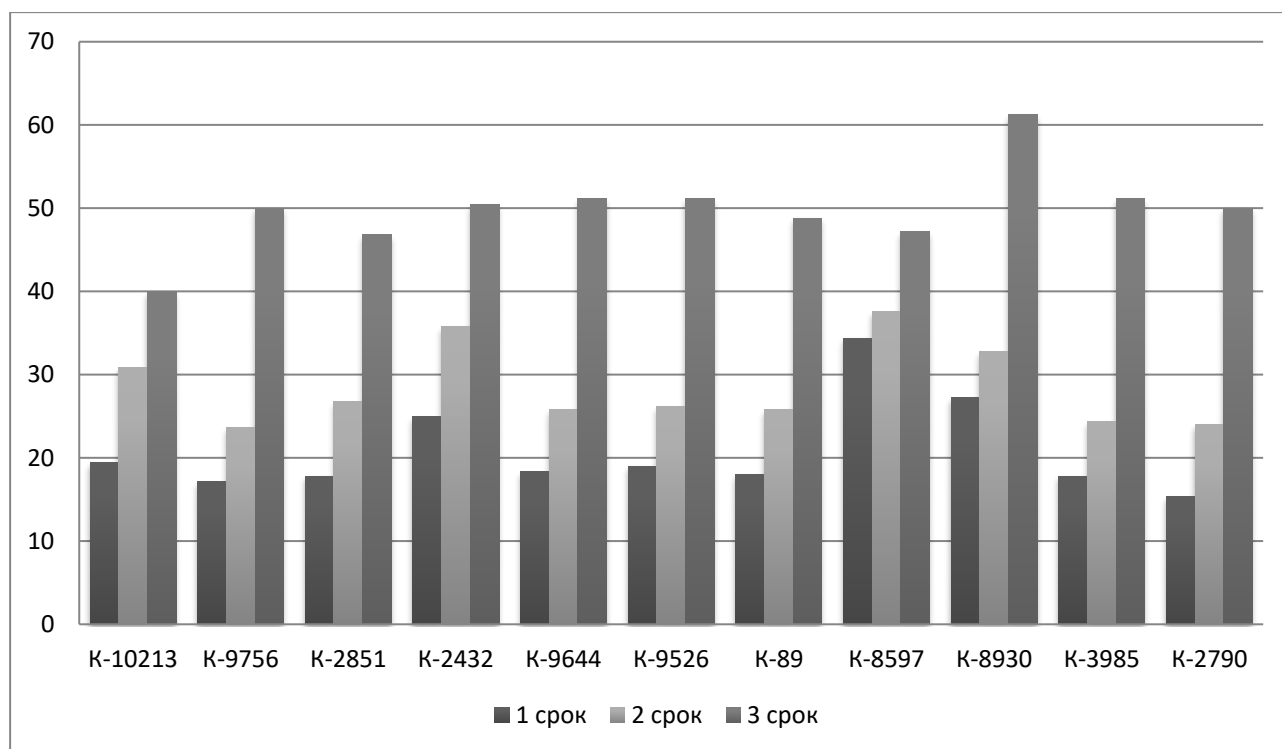


Рисунок 17 - Выход сухого вещества сортообразцов проса, по паровому предшественику

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 (рис. 18).

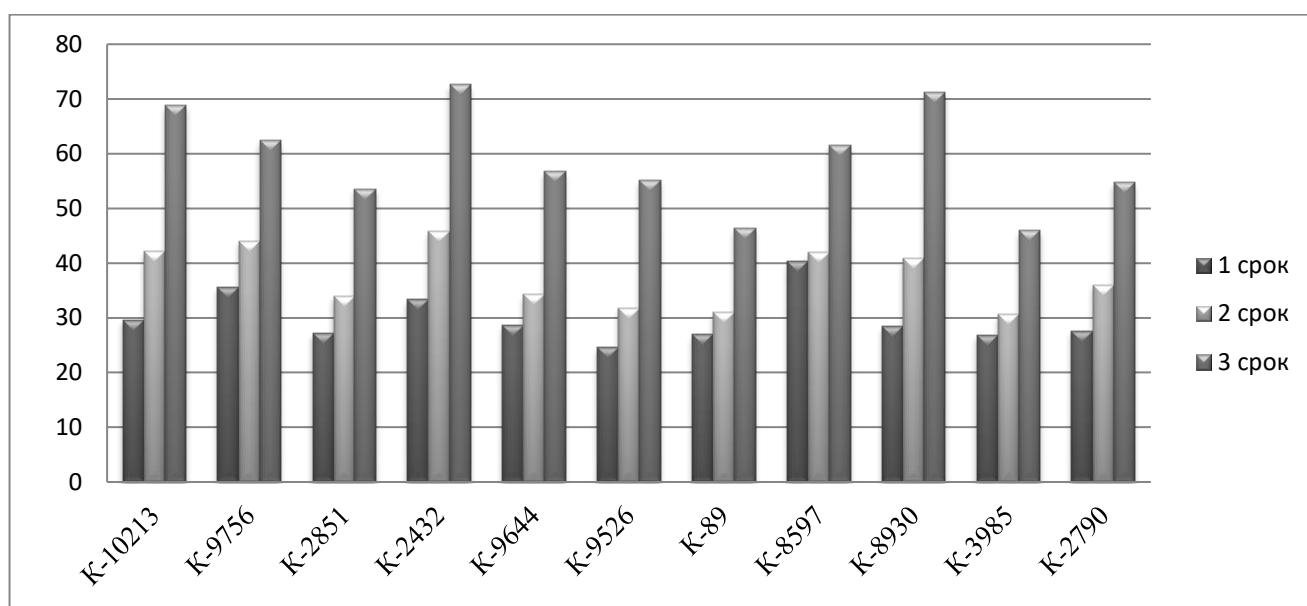


Рисунок 18 - Выход сухого вещества сортообразцов проса, по стерневому фону

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.

Рассмотрим немного подробнее изменения сухого веса по фракционному составу и фазам развития растений. Наибольший сухой вес по пару в фазу выметывания по стеблям отмечен у образцов К-8930, К-2432 (Россия) – 82 г, 78 г, К-8597 (Венгрия) – 74 г. По метелкам наибольшая сухая масса был также у образца из Венгрии К-8597 – 60 г, у К-10213 и К-2432 – 50 г. По листьям у образцов К-9644 (Казахстан), К-9526 (Украина) и К-89 (Казахстан) – 54 и 52 г, соответственно. Наименьший вес был у метелок проса К-89 (Казахстан) – 26 г, К-2790 (Россия) - 20 г. При оценке изучаемых образцов, в общем, наибольший сухой вес в фазу

выметывания отмечен у К-2432 (Россия) – 172 г, наименьший сухой вес был К-9756 (Россия) – 118 г (рис. 19).

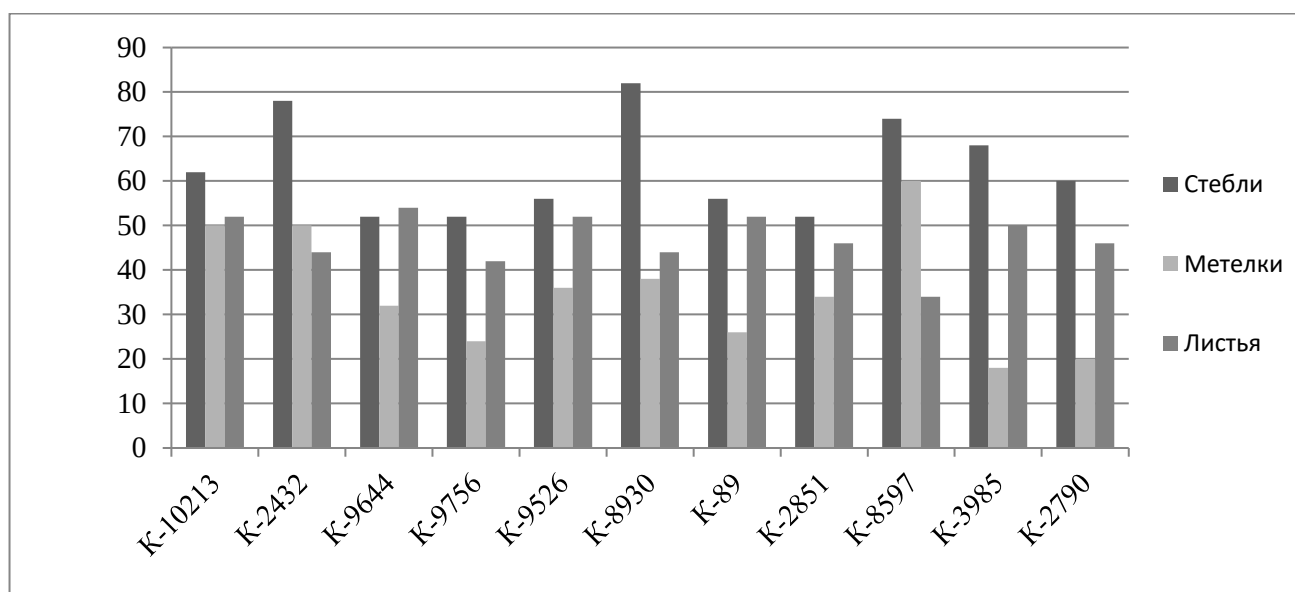


Рисунок 19 – Сухая масса образцов проса в фазу выметывания, по паровому предшественнику

Так, проведенные за три года измерения фракционного состава (листья, метелки, стебли) растений после высушивания навески растений весом 500,0 г выявили значительные различия и закономерности у испытываемых культур. Наибольший сухой вес по паре в фазу выметывания был отмечен у образца К-8597 (Венгрия) – 204 г, и наименьший вес тоже у К-8597 – 172 г. Также и по остальным культурам мы наблюдали значительные различия.

По стерневому фону наибольшая сухая масса в фазу выметывания по изучаемым культурам имели стебли у образца К-8597 (Венгрия) - 116 г, метелки и листья у К-9756 (Россия) – 90 г, и 68 г соответственно. Наименьший вес был отмечен у метелок образца К-8930 (Беларусь) – 40 г, листьев у К-3985 (Казахстан) - 32 г. При оценке изучаемых культур, в общем, наибольший сухой вес в фазу выметывания отмечен у образца К-8597 (Венгрия) – 230 г, наименьший сухой вес был у образца К-3985 (Казахстан)– 154 г (рис. 20).

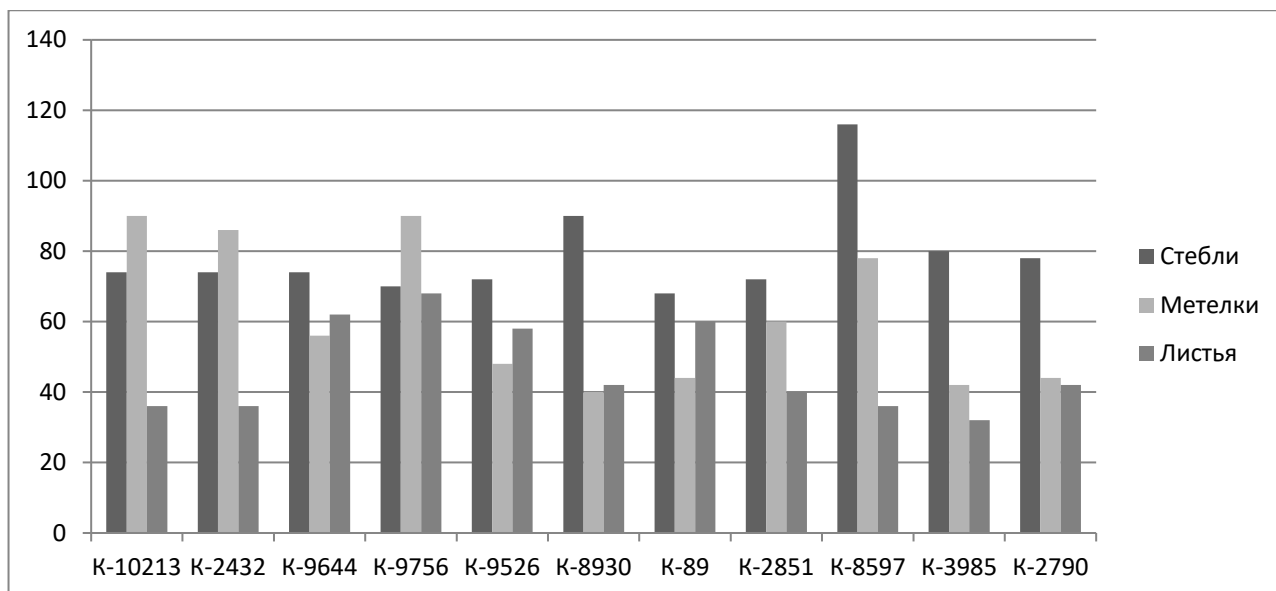


Рисунок 20 – Сухая масса образцов проса в фазу выметывания, по стерневому фону

В фазу цветения по паровому предшественнику наибольшая сухая масса по метелкам была у образца K-9756 (Россия) – 130 г, стеблям у K-8597 (Венгрия) - 98 г, по листьям у K-3985 (Казахстан) - 54 г. Наименьший сухой вес стеблей был у проса K-89 (Казахстан) и K-9756 (Россия) - 66 г, метелок у сортообразцов K-3985 (Казахстан) и K-2790 (Россия) - 36 г, листьев у образца K-9756 (Россия) - 30 г. В общем, наибольший сухой вес в фазу цветения отмечен у образца K-9756 и K-2432 (Россия) – 226 – 224 г соответственно, наименьший – у образца K-2790 (Россия) - 160 г (рис. 21).

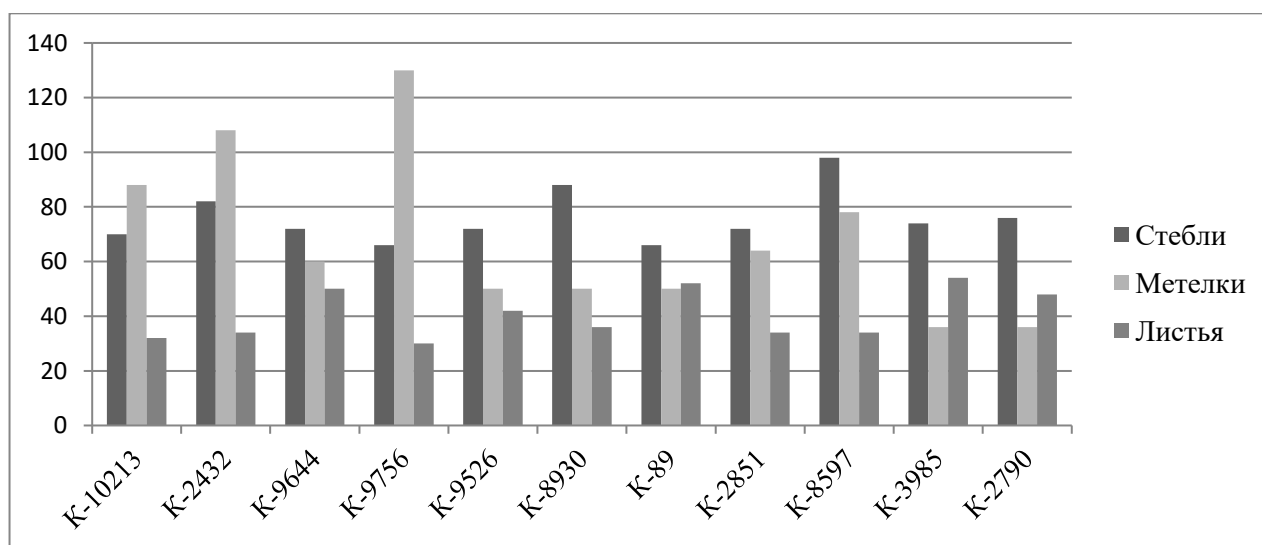


Рисунок 21 – Сухая масса образцов проса в фазу цветения, по паровому предшественнику

В фазу цветения наибольшая сухая масса по стерневому фону по метелкам была у сортообразца К-2432 (Россия) – 150 г. Наибольший вес по стеблям и листьям был у образца К-8930 (Беларусь) – 104 – 62 г. Наименьший сухой вес стеблей и листьев был у К-2432 (Россия) – 62 г и 26 г, метелок у проса К-89 (Казахстан) - 48 г. По образцам общий наибольший сухой вес в фазу цветения отмечен у К-2432, К-9756 (Россия) – 238 г, наименьший у К-10213 (Россия) - 170 г (рис. 22).

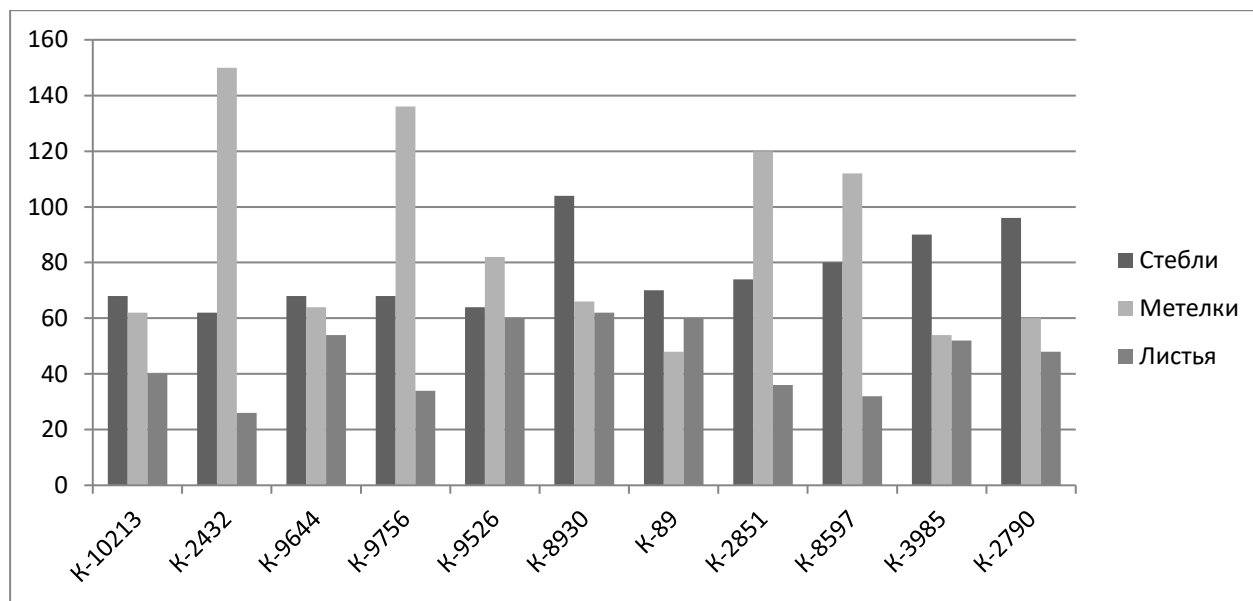


Рисунок 22 – Сухая масса образцов проса в фазу цветения, стерневой фон

По результатам исследований за три года учета фракционного состава в фазу восковой спелости по пару показали наибольшая сухая масса стеблей у образца К-8930 (Беларусь) - 194 г, метелок у сортообразцов К-2432, К-9756 (Россия) и К-8597 (Венгрия) составил - 162 г, листьев у проса К- 9644 (Казахстан) - 64 г. Наименьший сухой вес по стеблям получен у образца К-9756 (Россия) - 80 г, по метелкам у К-3985 (Казахстан) – 96 г, по листьям у К-8597 (Венгрия) 28 г. По изучаемым коллекционным образцам, в общем, наибольший сухой вес в фазу восковой спелости отмечен у образца из Беларуси К-8930 – 368 г, наименьший у К-10213 (Россия) - 262 г (рис. 23).

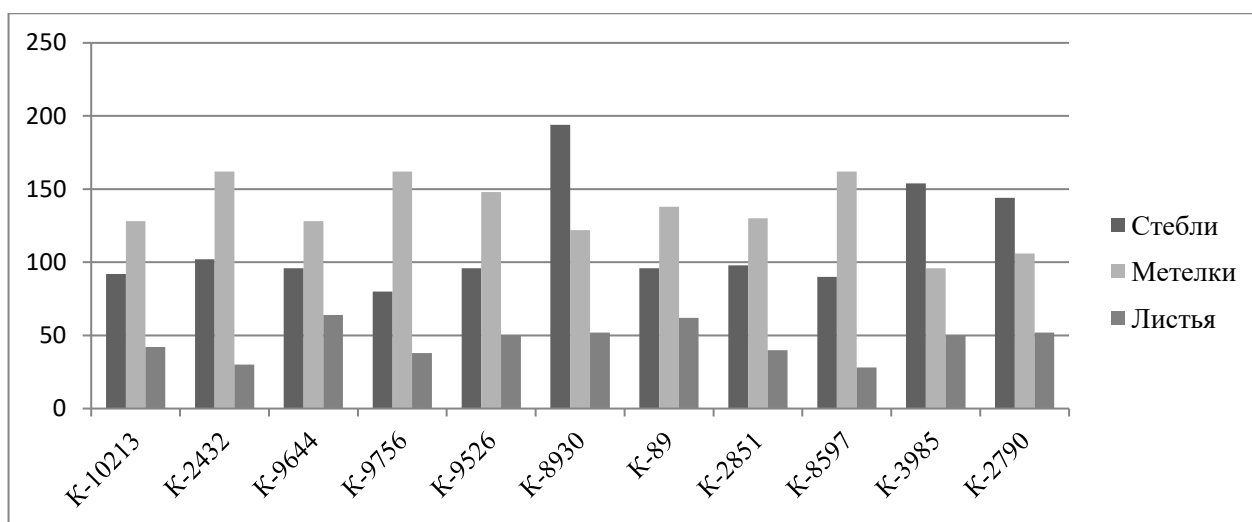


Рисунок 23 – Сухая масса образцов проса в фазу восковой спелости, паровой предшественник

По стерневому фону учет фракционного состава в фазу восковой спелости по паре показал наибольшая сухая масса метелок у образцов К-2432 (Россия) – 238 г, и К-8597 (Венгрия) – 220 г. Вес стеблей у образца К-8930 (Беларусь) составил - 158 г, листьев у К-9644 (Казахстан) - 62 г. Наименьший показатель сухого веса был получен по стеблям у образцов К-2851 (Россия), К-89 (Казахстан), К-8597 (Венгрия)- 80 г, по метелкам у К-3985 (Казахстан) – 80 г, по листьям также у образца из Венгрии К-8597 - 24 г. По образцам наибольший сухой вес в фазу восковой спелости отмечен у К-2432 (Россия) – 362 г, наименьший у К-3985 (Казахстан) - 236 г (рис. 24).

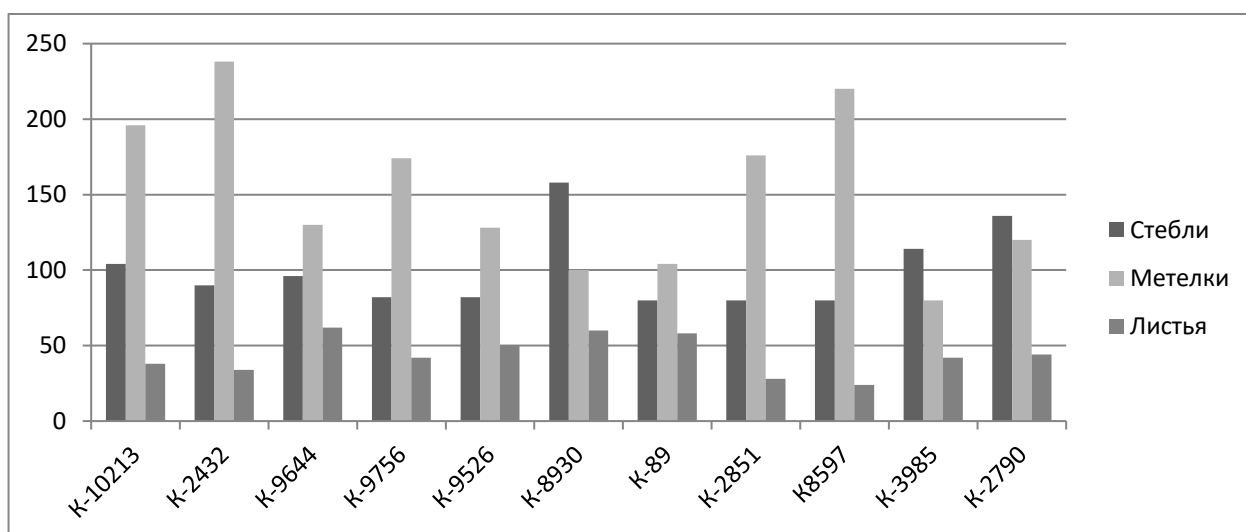


Рисунок 24 – Сухая масса образцов проса в фазу восковой спелости, стерневой фон

Таким образом, в результате трехлетних наблюдение от фазы выметывания до фазы восковой спелости шло нарастание сухого вещества в разных соотношениях.

Больше всего увеличивался удельный вес метелок (соцветий) за счет формирования и налива зерна. Увеличение сухого веса листьев было незначительным. По мере созревания растений доля сухого вещества в растении увеличивается. С каждым последующим укосом полученный сухой вес растительной пробы увеличивался на паровом и стерновом фонах. Закономерности, полученные при испытании по пару, подтвердились при испытании по стерне.

ГЛАВА 5 ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ

5.1 Производство семян и экономическая эффективность возделывания растений проса

Особое место занимает комплексная сравнительная экономическая оценка зерновых, зернобобовых и крупяных культур в условиях различного уровня организации использования производственно-экономического потенциала каждой культуры (Терехов А. И., 1968; 1973; 1976; Касторин А. А., 1970; 1977). Это обусловлено тем, что при дифференцированном анализе ее применительно к худшим, средним и лучшим результатам ведения производства появляется реальная возможность не только для того, чтобы проследить, как изменяются показатели комплексной оценки и местоположение соответствующих культур по мере повышения их реальной производительной способности, но и определить те конкретные урожайные пределы и соотношения, которые обеспечивают выдающуюся экономическую роль высокобелкового зерна и особо ценного крупяного сырья в зерновом хозяйстве (Терехов А. И. 2001).

Одним из главных условий быстрого внедрения в производство новых высокоурожайных качественных сортов является наличие кондиционных семян. Для обеспечения устойчивых и высоких урожаев исключительное значение имеет распространение более продуктивных и качественных сортов. Эти задачи должна решить правильная организация системы семеноводства. 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 (табл. 21).

Таблица 21 - Производство семян лучших сортообразцов проса (среднее за 2015-2018 гг.)

№ по каталогу ВИР	Страна происхождения образца	Отобрано элитных растений, шт.	Урожайность, ц/га	Выход семян, ц
К-10213	Россия	425	46,9	0,95
К-9756	Россия	660	35,4	1,00
К-2851	Россия	510	41,4	0,85
К-2432	Россия	488	18,3	0,90
К-9526	Украина	387	14,0	1,11
К-9644	Казахстан	311	16,5	1,2
К-89	Казахстан	355	17,4	1,05
К-8930	Беларусь	200	15,8	0,90
К-3985	Казахстан	290	14,1	0,8
К-2790	Россия	287	13,1	0,75
К-8597	Венгрия	218	13,6	0,26
Всего		4131	20,7	9,77

Примерный расчёт экономической эффективности возделывания кормовых культур на зерно (табл. 22).

Таблица 22 - Экономическая эффективность возделывания сортообразцов проса на зерно (среднее 2015-2018 гг.)

№ по каталогу ВИР	Урожайность, ц/га	Зерно после подработки, ц			Стоимость продукции, тг/га		Общая стоимость продукции с 1 га, тг.	Общие затраты на 1 га посева	Условно-чистый доход, тенге/рублей на 1 га***
		товарное зерно	зерно-отходы	мёртвые отходы	товарное зерно*	зерно – отходы**			
К-9644	16,5	10,6	4,4	1,0	38160	7920	46080	24200	21 880/ 4 736
К-2851	41,4	31,7	7,6	2,1	114120	13680	127800	26750	101 050/ 20 210
К-2432	18,3	12,2	5,0	1,6	43920	9000	52920	26750	26 170/ 5 234
К-8597	19,8	14,3	3,9	1,6	51480	7020	58500	30500	28 000/ 5 600
* - средняя закупочная стоимость товарного зерна - 36 000 тг/т; 7 200 руб./т ** - средняя стоимость фуражного зерна (зерноотходы): – 18 000 тг/т; 3 600 руб./т *** по курсу 1 рубль = 5 тенге									

При сложившихся в текущем году закупочных ценах на товарное зерно (36 тыс. тг. 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 ц/га по зерну и 14,3 -35ц/га по сению.

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. 23).

Таблица 23 - Экономическая эффективность возделывания сена (среднее за 2015-2018 гг.)

№ по каталогу ВИР	Урожайность, зеленой массы ц/га	Содержание			Стоимость продукции с 1 га, тг*	Затраты на 1 га посевной площади, тг	Условно-чистый доход, тенге/рублей на 1 га**
		выход сена, ц/га	кормовых единиц кг/кг	переваримых протеин			
К-2851	291,0	30,2	0,602	0,075	483200	26750	456 450/ 91 250
К-2432	225,7	37,0	0,606	0,054	592000	26750	565 250/ 113 050
К-9644	262,2	31,8	0,663	0,050	508800	24200	484 600/ 96 920
К-8597	91,8	39,7	0,605	0,058	635200	30500	604 700/ 120 940
К-2790	240,9	29,8	0,582	0,062	476800	28700	448 100/ 89 620

* - средняя рыночная стоимость сена - 16 000 тг/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 годах 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 резкоконтинентального 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 665 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 Шортандинское 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 отборов 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 ($222,5-286,1 \text{ см}^2$) К-2764, К-2790, К-2851, К-2874, К-2928 К-3985. По стерневому фону максимальное значение площади листьев сформировали позднеспелые образцы, максимального значения достигли в фазу начала выметывания $345,6 \text{ см}^2$, а к фазе полной спелости площадь листьев уменьшилась до значения $205,0 \text{ см}^2$, 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 ($286,1-232,2 \text{ см}^2$); К-2432 ($142,5-168,1 \text{ см}^2$); К-2790 ($279,9-345,6 \text{ см}^2$); К-2851 ($176,9-177,8 \text{ см}^2$); К-8597 ($112,2-149,7 \text{ см}^2$).

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:

- 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;
- высоко урожайные – 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 – и 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 ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агарков, В.А. Реакция проса на заражение головней и факторы внешней среды / В.А Агарков // Харьков, 1952.
2. Агафонов, Н.П. Некоторые агротехнические приемы повышения урожайности проса в Курской области / Н.П. Агафонов // Гречиха и просо. - Орел, 1967. - С. 331-349.
3. Агафонов, Н.П. Фенотипическая изменчивость проса в зависимости от метеорологических факторов / Н.П. Агафонов, З.П. Лузина // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. – Л.: ВИР, 1973. - Т. 51. – Вып. 1. – С. 188 - 199.
4. Агафонов, Н.П. Мировая коллекция проса как исходный материал для селекции на качество зерна / Н.П. Агафонов // Селекция и семеноводство проса: науч. тр. ВАСХНИЛ. - М.: Колос, 1976. - С. 24 - 33.
5. Агафонов, Н.П. Изучение мировой коллекции проса: метод. указ. / Н.П. Агафонов, А.Ф. Курцева // Всесоюзный НИИ растениеводства имени Н.И. Вавилова. - Ленинград, 1988. – 28 с.
6. Алабушев, А.В. Состояние и перспективы развития семеноводства зерновых культур в России / А.В. Алабушев, А.В. Гуреева, С.А. Раева // Зерновое хозяйство России. – 2010. – № 6 (12). – С. 13-16.
7. Алешин, Е.П. Изучение влияния пониженной температуры на фосфорный обмен как метод оценки сортов риса на холодостойкость / Е.П. Алешин, Н.В. Воробьев // Труды Кубанского СХИ, 1975. - Краснодар. - Т. 98. - Вып. 126. – 25 с.
8. Аринов, К.К. Из учебн. Растениеводство / К.К. Аринов. – Астана: Изд. КАТУ им. С. Сейфуллина, 2013. – 507 с.
9. Артемьева, Н.Н. Коллекция проса на фоне искусственного заражения пыльной головней / Н.Н. Артемьева // Сб. работ. - Л., 1959. - С.233 -239.
10. Балюра, В.И. Селекция на скороспелость / В.И. Балюра. - М.: Знание, 1964. - 46 с.

11. Бараев, А.И. Агротехника проса в Западном Казахстане / А.И. Бараев, Г.П. Мазихин // Колхозы и совхозы Казахстана, 1939. - № 9. – С. 3-7.
12. Бакаев, Н.М., Ревенский Л.Е. Северный Казахстан, рельеф, климат, почвы // В кн.: Яровая пшеница в Северном Казахстане. – Алма-Ата: Кайнар, 1976. – 227 с.
13. Бегишев, А.Н. Работа листьев разных сельскохозяйственных растений в полевых условиях / А.Н. Бегишев // Труды ин-та физиологии растений. - 1953. - Т.8. - Вып. 1. - С. 229-263.
14. Бекк, Э.Г. Результаты работы по селекции проса на севере Казахстана / Э.Г. Бекк // Селекция, семеноводство и технология возделывания проса. – Орел, 1982. – С.47–50.
15. Белолубцев, А.И. Агроклиматическое обеспечение продукционных процессов сельскохозяйственных культур в условиях центрального района нечерноземной зоны / А.И. Белолубцев, И.Ф. Асауляк // Изв. ТСХА. 2013. - № 4. – С. 66-84.
16. Беляков, И.И. Устойчивость к почвенной засухе пшеницы и ячменя в разные периоды развития / И.И. Беляков // в кн.: Труды аспирантов и молодых научных сотрудников Всесоюзного НИИ растениеводства. - Л.:1964, вып. 5 (9). – С. 193 - 195.
17. Бенц, В.А. Полевое кормопроизводство в Сибири / В.А. Бенц, Н.И. Кашеваров, Г.А. Демарчук // РАСХН. Сиб. отд-ние СибНИИ кормов. – Новосибирск, 2001. – 165 с.
18. Богомолов, В.А. Организация сырьевого конвейера для производства высокобелковых кормов / В.А. Богомолов // Кормопроизводство. – 2001. - № 6. - С. 15-18.
19. Борисова, Л.П. Технологические качества сортов проса в зависимости от районов произрастания / Л.П. Борисова. // Информационный бюллетень, № 9. - 1951.
20. Бородай, Ю.Г. Урожайность и качество зерна ячменя разных сроков посева в зависимости от водного и азотного обмена в условиях южной лесостепи Ом-

- ской области: автореф. дис ... канд. с. - х. наук / Ю. Г. Бородай. - Горький, 1970. -16 с.
21. Буянкин, В.И. Просо Приуралья / В.И. Буянкин, В.С. Кучеров // Зерновые культуры, 1989. – № 2. – С. 10-11.
 22. Вавилов, Н.И. Полевые культуры Юго-Востока / Н.И. Вавилов. Петроград: Государственное сельскохозяйственное издательство «Новая деревня», 1922. – 232 с.
 23. Вавилов, Н.И. Избранные сочинения. Генетика и селекция / Н.И. Вавилов - М.: Колос, 1966. – 562 с.
 24. Ван дер Планк, Я. Устойчивость растений к болезням. – М.: 1972. – 253 с.
 25. Василевская, Т.А. Особенности роста и развития проса в Саратовской области / Т. А. Василевская, В. В. Седов // Специалисты АПК нового поколения: материалы IV Всероссийской научно-практической конференции ФГОУ ВПО Саратовский ГАУ им. Н. И. Вавилова; под ред. И. Л. Воротникова. - Саратов: КУБиК, 2010. - С. 42-44.
 26. Ващенко, В.В. Адаптивная селекция ярового ячменя в Донбассе / В.В. Ващенко // Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету. – 2004. – № 1. – С. 42-45.
 27. Воронцова, Ю.В. Современный уровень производства сельскохозяйственной продукции / Ю.В. Воронцова // Аграрная наука. – 2011. - №12. - С. 6-7.
 28. Весна, Б.А. Продуктивность и технологические качества зерна и потребительские достоинства пшеницы у гибридов проса первого поколения / Б.А. Весна, З.С. Чернявская // Селекция и семеноводство (Киев). – 1969. - Вып. 13. – С. 30-36.
 29. Гавриленко, И.А. Просо: идеальная культура для сухой степи / И.А. Гавриленко // Журнал «Агробизнес. Казахстан». - 2021. - №6. – С. 10-12.
 30. Гамзикова, О.И. Некоторые показатели фотосинтеза сортов пшеницы, различающихся по продолжительности вегетационного периода / О.И. Гамзикова, Л.Г. Гудинова // Селекция и семеноводство зерновых культур в Сибири. - Новосибирск, 1981. – С. 39-47.

31. Гасиев, В.И. Подбор и оценка кормовых культур в предгорной зоне РСО-Алания // 13 Международная конференция «Биологическое разнообразие Кавказа», Грозный, 27-29 октября. 2011. – Грозный, 2011. – С. 52-354.
32. Генкель, П.А. Современное состояние проблемы засухоустойчивости растений и дальнейшие пути ее изучения / П.А. Генкель // Физиология устойчивости растений. – М.: изд.АН СССР, 1960. – С. 385-401.
33. Германцева, Н.И. Селекция нута на крупность семян / Н.И. Германцева, Т.В. Селезнева // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2018, – № 2 (19). – С. 6-8.
34. Гибадуллина, Ф.С. Многофункциональное адаптивное кормопроизводство / Ф.С. Гибадуллина, Л.П. Зарипова // Мат. Межд. научн.-практ. конф., посвящ. памяти академика Россельхозакадемии Б. П. Михайличенко. - М., 2013. - С. 437-772.
35. Гуринович, С.О. Просо африканское (*Pennisetum glaucum* (L.) R.br) - новая культура в земледелии центральной России / С.О. Гуринович, В.И. Зотиков, В.С. Сидоренко // Зернобобовые и крупяные культуры. - №2(34). - 2020. – С. 64-71.
36. ГОСТ 12037-81 Межгосударственный стандарт. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения чистоты и отхода семян. – Взамен ГОСТ 12037-66; введ. 1982.07.01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 16 с.
37. ГОСТ 12038-84 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести. – Взамен ГОСТ 12038-66; введ. 1986.07.01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 36 с.
38. ГОСТ 12042-80 Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения массы 1000 семян. – Взамен ГОСТ 12042-66 кроме части семян сахарной свеклы; введ. 1981.07.01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 116 с.
39. ГОСТ 13496.15-97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира. – Взамен ГОСТ 13496.15-85; введ.

- 1997.11.21. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 112 с.
40. ГОСТ 13496.4-93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина. – Взамен ГОСТ 13496.4-84; введ. 1995.01.01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 40 с.
41. ГОСТ 26226-95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. – Взамен ГОСТ 26226-84; введ. 1997.01.01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 3 с.
42. ГОСТ 4808-87 Сено. Технические условия. – Взамен ГОСТ 4808-75, кроме п.3.7; введ. 1988.05.01. – Минск: Межгос. совет по стандартизации, метрологии и сертификации. – 29 с.
43. Горленко, М.В. Бактериальные болезни растений / М.В. Горленко – Учебник. — 3-е изд. испр. и доп. — М.: Высшая школа, 1966. – 291 с.
44. Гуз, Г.В. Просо Приуралья / Г.В. Гуз, Ж.И. Айтуев // Экология и степное природопользование: сб. науч. тр. - Уральск: РГКП Уральская СХОС, 2005. – С. 198-200.
45. Гуляев, Г.В. Селекция и семеноводство полевых культур / Г.В. Гуляев, Ю.Л. Гужов. М.: Колос, 1972. – 455 с.
46. Гуляев, Б.И. Фотосинтетическая продуктивность агроэкосистем / Б. И. Гуляев // Физиология и биохимия культурных растений. - 2003. - Т. 35. - № 5. - С. 371-381.
47. Гуринович, С.О. Селекция проса африканского (*Pennisetum glaucum* (L.) R.BR) / С.О. Гуринович // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - №3(35). - 2020. – С. 93-102.
48. Джубатырова, С. О. Формировании листовой поверхности у твердой пшеницы в условиях Западного Казахстана / С. Джубатырова // Селекция и семеноводство, 2001. - № 1 - 2. - С. 54 - 56.

49. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
50. Добрунов, Л.Г. Продуктивность фотосинтеза различных растений в связи с условиями возделывания / Л.Г. Добрунов // В кн.: Проблемы фотосинтеза. - М.: Изд-во АН СССР, 1959. – С.469 – 476.
51. Долинный, Ю.Ю. Влияние агроклиматических условий на урожайность проса в Акмолинской области / Ю.Ю. Долинный, В.И. Коберницкий // Диверсификация культур и нулевые технологии в засушливых регионах: сборник докл. междунар. конф. 31 июля – 1 августа 2013г. - Шортанды. – Астана, 2013. – С. 290 – 295.
52. Дороганевская, Е.А. Зависимость белковистости зерна пшеницы от условий погоды / Е.А. Дороганевская // Докл. финол. комиссии. Вып. 3. - Л., 1966. - С. 25-30.
53. Джанпеисов, Р. Карбонатные малогумусные черноземы Центрального Казахстана: тр. Института почвоведения. — Т. 9. — Алматы: АН КазССР, 1959.
54. Дмитриев, Н.Н. Влагообеспеченность и уровень урожая зерновых культур в лесостепи Прибайкалья // Достижение науки и техники. АПК. – 2012. - № 12. – С. 27-29.
55. Евдокимова, О.А. Фотосинтез и продуктивность растений / О.А. Евдокимова, В.А. Кумаков // Сельскохозяйственная биология, 2002. - № 5. - С. 34-42.
56. Екатеринская, Е.М. Агроценозы степной зоны: метод. указ. - Костанай, 2016. - 83 с.
57. Елагин, И.Н. Агротехника проса / И.Н. Елагин. - Москва: Россельхозиздат, 1987. – 160 с.
58. Жученко, А.А. Адаптивная система селекции растений (эколого-генетические основы). – М., 2001. – Т. 1. – 617 с.
59. Зотиков, В.И. Качество зерна сортообразцов гороха, гречихи и проса / В.И. Зотиков, Л.Н. Варлахова, С.В. Бобков // Аграрный вестник Юго-Востока. – 2010. – № 1 (4). – С. 26-28.

60. Зотиков, В.И. Результаты интродукции новых однолетних кормовых культур в степной зоне Северного Казахстана / В.И. Зотиков, Н.А. Серекпаев, Г.Ж. Стыбаев, А.А. Байтеленова, А.А. Ногаев, Н.К. Ногаев // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – №4 (28). - С. 60-67. DOI:10.24411/2309-348X-2018-1051.
61. Зотиков, В.И. Развитие производства зернобобовых и крупяных культур в России на основе использования селекционных достижений // В.И. Зотиков, А.А. Полухин, Н.В. Грядунова, В.С. Сидоренко, Н.Г. Хмызова // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры» - №4(36) - 2020. – С. 5-17.
62. Зинченко, В.И. Масса 1000 зёрен в селекции на продуктивность яровой мягкой пшеницы / В.И. Зинченко // 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.
63. Зыкин, В.А. Густота стеблестоя и урожайность яровой пшеницы / В.А. Зыкин, Л.К. Мамонов // Вестник с.-х. науки. - 1969. - № 11. - С. 18-29.
64. Зыкин, В.А. Методика расчета и оценки параметров экологической пластичности сельскохозяйственных растений / В.А. Зыкин, И.А. Белан, В.С. Юсов, В.Д. Недорезков, Р.Р. Исмагилов, Р.К. Кадиков, Д.Р. Исламгулов // Изд-во БашГАУ. – Уфа, 2005. – 100 с.
65. Ионова, Е.В. Устойчивость сортов и линий пшеницы, ячменя и сорго к региональному типу засухи: автореф. д-ра. с.-х. наук. - Краснодар, 2011. - 47 с.
66. Исаченко, Т.И. Основные зональные типы степей Северного Казахстана / Т.И. Исаченко, Е.И. Рачковская // Растительность степей Северного Казахстана: тр. Бот. ин-та. Серия 3. Геоботаника. Вып. 13. - Л., 1961. - С. 133-397.
67. Ильин, В.А. Методы селекции проса / В. А. Ильин // ВНИИ зерновых и крупяных культур, Орел – 1979.
68. 21 Ильин, В.А. Селекция проса в Поволжье // Дисс.... д. с.-х. н. - Саратов, 1984. – 345 с.

69. Ильин, В.А. Избранные труды / РАСХН; НИИСХ Юго-Востока НПО «Элита Поволжья». Саратов, – 1984. – С. 60-68.
70. 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.
71. Имашев И.Г., Белоголовцев В.П. Влияние минеральных удобрений на качество зерна проса на светлокаштановой почве Саратовского Заволжья // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 1. – С. 23-25.
72. Кадыров, М.А. Некоторые аспекты селекции сортов с широкой агроэкологической адаптацией / М.А. Кадыров, С.И. Гриб, Ф.Н. Батуро // Селекция и семеноводство. – 1984. - № 7. – С. 8-11.
73. Казенас, Л.Д. Болезни сельскохозяйственных растений Казахстана / Л.Д. Казенас. – Кайнар, 1974. – 366 с.
74. Калмыков, К.Ф. О корреляции анатомического строения, степени скороспелости различных сортов кукурузы / К.Ф. Калмыков. – М.: изд-во АН СССР, 1960. – С. 436-440.
75. Касторин, А.А. Экономика социалистического сельского хозяйства: учебное пособие / А.А. Касторин. – М., 1970. – 231 с.
76. Касторин, А.А. Экономика сельского хозяйства: учебное пособие / А.А. Касторин. – М., 1977. – 249 с.
77. Капустин, Н. И. Агробιοлогические особенности новых и традиционных кормовых культур, технологий их возделывания и приемы биологизации земледелия в Северо-Западном регионе: автореф. дис. на соиск. уч. степ. докт. с.-х. наук. - М., 2013. - 34 с.
78. Кильчевский, А.В. Основные направления экологической селекции растений / А.В. Кильчевский // Селекция и семеноводство. – 1993. – № 3. – С. 5-10.
79. Кирдин, В.Ф. Агротехнологии для противодействия засухе / В.Ф. Кирдин // Аграрная Россия. – 2010. - № 6. - С. 2-5.

80. Коберницкий, В.И. Основные направления селекционных исследований по созданию сортов проса в условиях Северного Казахстана / В.И. Коберницкий // Ресурсосбережение и диверсификация как новый этап развития идей А.И. Бараева о почвозащитном земледелии: сб. докл. междунар. научно-практической конф., посвященной 100-летию со дня рождения А. И. Бараева. – Шортанды, 2008. - С. 323-328.
81. Коберницкий, В.И. Сорта крупяных культур селекции НПЦЗХ им. А.И. Бараева / В.И. Коберницкий, Ю.Ю. Долинный, В.А. Волобаева // Каталог. – Астана, 2013. – 27 с.
82. 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. мат. междунар. научно-практической конференции, посв. 70-летию академика НАН РК Е. Ш. Шаханова. - Караганда, 2014. - С.48-53.
83. Кобызева, Л.Н. Коллекция проса (*Panicum L.*) и просовидных культур национального генбанка Украины / Л.Н. Кобызева, Л.В. Григоращенко, О.В. Бирюкова // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - 2014. - №3 (11). – С. 65-68.
84. Койшибаев, М. Болезни проса / М. Койшибаев. – Алматы: Бастау, 1998. – 248 с.
85. Койшибаев, М. О передаче инфекции головни через почву / М. Койшибаев // Вестник с.-х. науки Казахстана. - 1974. – № 4. – С. 112-115.
86. Конарев, В.Г. Накопление питательных веществ и формирование урожая у различных сортов кукурузы / В.Г. Конарев, Г.С. Курамшин // В кн.: Вопросы биологии, физиологии и биохимии кукурузы. - Уфа: Башкириздат, 1958. – С. 32-34.
87. Кожемякин, Е.В. Вопросы физиологии яровой пшеницы в связи с селекцией на продуктивность в Северном Казахстане / Е.В. Кожемякин // В кн.: Попро-

- сы повышения продуктивности зерновых культур. - Иркутск, 1974. – С. 54-58.
88. Козьмина, Е.П. Крупность зерна сортов проса и технологические свойства / Е.П. Козьмина, С.Л. Зотова // Информ. бюл. по сортоиспытанию с.-х. культур при МСХ СССР, 1958. - № 5. – С. 9-11.
89. Козьмина, Е.П. Технологические свойства крупяных и зернобобовых культур / Е.П. Козьмина. - М., 1963. - 42 с.
90. Козьмина, Е.П. Технологические свойства сортов крупяных и зернобобовых культур / Е. П. Козьмина. - М.: Колос, 1981. - 176 с.
91. Коломиец, И.А. Влияние почвенной засухи на продукцию сухого вещества пшеницы в различные фазы развития растений // Тр. лаборатории физиологии и биохимии растений. Т. 1. - Л.: Изд-во АН СССР, 1934.
92. Коняева, К.С. Влияние минеральных удобрений на урожайность зеленой массы проса в Предуралье / К.С. Коняева, Э.Д. Акманаев // Агрономия, агрохимия, агропочвоведение, агроэкология, общая химия, лесоведение, садово-парковое и садовое строительство, ветеринария и зооинженерия. - Пермь. ФГОУ Пермская ГСХА. – 2010. – С. 36-38.
93. Косолапов, В.М. Перспективы развития кормопроизводства России / В.М. Косолапов // Кормопроизводство. – 2008. - №8. - С. 5-10.
94. Косолапов В.М., Трофимов И.А., Трофимова Л.С. Кормопроизводство-стратегическое направление в обеспечении продовольственной безопасности России / В.М. Косолапов, И.А. Трофимов, Л.С. Трофимова // Теория и практика. - М.: Росинформагротех, 2009. – 200 с.
95. Кравцова, Б.Е. Размеры листовой поверхности и продуктивность ее работы / Б.Е. Кравцова // Вестник с.-х. науки. - 1957а. - №4. – С. 73-82.
96. Красавин, В.Д. Качество зерна и крупы проса в условиях Северного Казахстана / В.Д. Красавин, В.Е. Хованова // В кн.: Пути повышения плодородия почвы и урожайности с.-х. культур в Сев. Казахстане. - Целиноград, 1976. – С. 133-136.

97. Котляр, А.И. Влияние окраски и крупности зерна на показатели качества у проса посевного / А.И. Котляр, В.С. Сидоренко, С.В. Бобков // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2013. - №3. – С. 26-34.
98. Котляр, А.И. Изменение показателей качества зерна у возделываемых в РФ сортов проса посевного в процессе селекции / А.И. Котляр, В.С. Сидоренко, Л.Н. Варлахова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2014. - №2. – С. 51-55.
99. Котляр, А.И. Показатели качества зерна у сортов проса посевного различных групп хозяйственной спелости / А.И. Котляр, С.В. Бобков // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - 2014. – №3(11). - С. 60-64.
100. Котляр А.И., Сидоренко В.С. Сорта проса посевного в коллекции ВНИИЗБК / А.И. Котляр, В.С. Сидоренко // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2016. - № 4. – С. 70-71.
101. Котляр, А.И. Крупнозёрные формы проса посевного в коллекции ВНИИЗБК / А.И. Котляр, В.С. Сидоренко / Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». – 2017. - №4(24). – С. 70-71.
102. Кузьмин, В.П. Селекция и семеноводство зерновых культур в Целинном крае Казахстана. – М.: Колос, 1965. – 263 с.
103. Кузьмин, В.П. Вопросы селекции сельскохозяйственных культур: изб. тр. - Алма - Ата, Кайнар, 1978. - 432 с.
104. Куличенко, Н.А. Вегетационный период сортов ярового ячменя в связи с проб, селекции на Севере Казахстана: автореф. дис. канд. с.-х. наук / Куличенко Н.А. – Л., 1972. - С. 5-15.
105. Кумаков, В.А. Роль листьев разных ярусов в наливе колоса яровой пшеницы / В.А. Кумаков // Тр. Гродн. СХИ, 1954, вып. 1. – С. 43-58.
106. Кумаков В.А., Кузьмина К.М. Некоторые особенности фотосинтетической деятельности и структуры урожая, различных по скороспелости растений проса и яровой пшеницы / В.А. Кумаков, К.М. Кузьмина // Физиология растений. - 1968. - Т. 15, вып. 1. - С. 41-46.

107. Кумаков, В.А. Индивидуальная изменчивость фотосинтетических показателей и их связь с урожайностью растений яровой пшеницы и проса / В.А. Кумаков // Тр. Сарат. СХИ, вып. 29. - 1971. – С.18-21.
108. Кумаков, В.А. Листовой аппарат как объект для оценки зерновых культур при селекции в условиях недостаточного увлажнения / В.А. Кумаков // Физиология растений в помощь секции. - М.: Наука, 1974. - С. 213-239.
109. Кумаков, В.А. Оценка роли отдельных органов б наливе зерна пшеницы и ее селекционные аспекты / В.А. Кумаков, А.П. Игошин, Б.В. Березин, Г.Д. Леина // Физиология и биохимия культурных растений, 1983. - Т. 15. - №2. – С. 163-169.
110. Кумаков, В.А. Распределение сухого вещества между органами в связи с продуктивностью растений / В.А. Кумаков и др. // Физиология растений. – 2001. – Т. 48, №3. – С. 421-426.
111. Курцева, А.Ф. Генетические ресурсы проса (*Panicum miliaceum* L.) ВНИИР им. Н.И. Вавилова: сто лет на службе аграрной науке / А.Ф. Курцева, О.И. Романова / Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», №4. - 2012. – С. 57-61.
112. Лавренко, Е.М. Степи СССР, в кн.: Растительность СССР, т. 2. - М.-Л., 1940.
113. Лазаревич, С.В. Взаимосвязь признаков анатомического строения стебля у короткостебельных сортообразцов овса посевного / С.В. Лазаревич // Вестник Белорусской сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 3. – С. 66- 69.
114. Лошак, И.Ф. Особенности и перспективы селекции проса в Северном Казахстане / И.Ф. Лошак, Н.Т. Ониськов // Материалы Всесоюз. совещ. по селекции, семеноводству и агротехнике проса. - Саратов, 1970. - С. 128-135.
115. Лозина, Н.А. Изменчивость элементов продуктивности проса в результате применения микроудобрений / Н.А. Лозина, В.И. Зотиков / Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - №4 (40). - 2021. – С. 46-52.
116. Литвинов, Л.С. О почвенной засухе и устойчивости к ней растений / Л.С. Литвинов – Львов: изд-во Львовского университета, 1951. – 139 с.

117. Лузина, З.П. Исходный материал для селекции проса в условиях севера Казахстана / З.П. Лузина, Н.А. Куличенко // Материалы IV научной конференции ВНИИЗХ. - Целиноград, 1970.
118. Лукин, С. В. Оптимизация качества урожая / С.В. Лукин, В.А. Черников, О.А. Соколов, Н.Я. Шмырева. - Белгород: Константа. - 2014. - 212 с.
119. Лысов, В.Н. Исходный материал для селекции проса на устойчивость против пыльной головни / В.Н. Лысов. Н.И. Артемьев // Тр. по прикл. ботанике, генетике и селекции. - Л.: ВИР, 1962. - Т. 34. - Вып. 3. - С. 112 – 124.
120. Лысов, В.Н. Просо / В. Н. Лысов. - Л.: Колос, 1968. – 224 с.
121. Лысов, В.Н. Коллекция ВИР источник исходного материала / В.Н. Лысов // Материалы Всесоюз. совещ. по селекции, семеноводству и агротехнике проса. - Саратов, 1970. - С. 184-185.
122. Лысов, В.Н. Фитопатологическая оценка Мировой коллекции проса / В.Н. Лысов, В.И. Потлайчук // Материалы Всесоюз. совещ. по селекции, семеноводству и агротехнике проса. Саратов, 1970. - С. 84-90.
123. Лысов, В.Н. Исходный материал в селекции проса / В.Н. Лысов // Селекция и семеноводства проса: науч.тр. ВАСХНИЛ. - М.: Колос, 1973. – С. 14-23.
124. Лысов, В.Н. Мировая коллекция источник выделения устойчивых к болезням сортов проса / В.Н. Лысов // Селекция проса на качество зерна и устойчивость к болезням: науч. тр. ВАСХНИЛ. - М., 1979. - С.11 - 20.
125. Маликова, М.Г. Химический состав и питательность кормов северо-восточной лесостепной зоны Республики Башкортостан / М.Г. Маликова, И.Н. Ахметова, Р.Р. Ялалов // Кормопроизводство. – 2010. - № 1. – С. 37-40.
126. Мантуленко, Н.Ф. Реакция проса на разные сроки сева: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Н.Ф. Мантуленко. - Саратов, 1967. – 29 с.
127. Мартынов, П.Г. Некоторые данные к познанию культуры проса в казакском хозяйстве (из работ Уральской ОС). - Уральск: Гостипография им. Луначарского, 1930. – 14 с.

128. Маренич, Н.Н. Влияние метеорологических факторов на урожайность зерновых культур и возможности прогнозирования урожаев / Н.Н. Маренич, В.С. Шкурко // Вестник Кург. ГСХА. – 2014. - № 1. – С. 18-20.
129. Максимов, Н.А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений / Н.А. Максимов – Т. 1, изд-во Акад. наук СССР, 1952. – 576 с.
130. Методика проведения сортоиспытания сельскохозяйственных культур. Астана, 2010, - 179 с.
131. Мережко, А.Ф. Проблема доноров в селекции растений. – СПб.: ВИР. – 1994. – 128 с.
132. Мершин, А.П. Физико-химические и агропроизводственные свойства целинных черноземов и темнокаштановых почв Акмолинской области Казахстана. – М.: Изв. ТСХА, 1956. – Вып. 22. – С. 13-19.
133. Мершин, А.П. Почвы северных районов Акмолинской области и их агропроизводственная характеристика // Почвенно-агрономические исследования на целинных землях. – М., 1957. – С. 64-103.
134. Мурзамадиева, М.А. Продуктивность фотосинтеза и роста проса в зоне сухих степей Актюбинской области / М.А. Мурзамадиева // Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана, 1963. - № 10. – С. 9-14.
135. Мурзамадиева, М.А. Просо / М.А. Мурзамадиева. - Алма-Ата: Кайнар, 1979. - 80 с.
136. Мурри, И.К. Биохимия проса / И.К. Мурри // Биохимия культурных растений. - М.; Л.: Сельхозгиз, 1958. - Т. 1. - С. 512-588.
137. Муханов, Н.К. Урожайность африканского проса в зависимости от агротехнических мероприятий в сухостепной зоне Северного Казахстана / Н.К. Муханов, Н.А. Серекпаев, В.И. Зотиков, Г.Ж. Стыбаев, А.А. Байтеленова // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - №1(25). - 2018. – С. 98-102.
138. Никифорова, И.Ю. Устойчивость раннеспелых и среднеранних образцов проса к меланозу в условиях Предкамской зоны Республики Татарстан /

- И.Ю. Никифорова // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - №1(5). - 2013. – С. 37-42.
139. Никифорова, И.Ю. Оценка адаптивности образцов проса посевного различных групп спелости по статистическим параметрам, рассчитанным по признаку «урожайность зерна» / И.Ю. Никифорова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 1 (13). – С. 79-83.
140. Нарушен, В.Б. Влияние прямого посева на плодородие почвы и продуктивность полевых культур в степном Поволжье / В.Б. Нарушен, Е.В. Одинокое, Д.С. Косолапов // Плодородие. – 2013. - № 5. - С. 6-8.
141. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А.А. Ничипорович. - Изд. АН СССР, 1956. – 94 с.
142. Ничипорович, А.А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А.А. Ничипорович, Л.Е. Строгонова, С.Н. Чмора, М.П. Власова. - М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 136 с.
143. Ничипорович, А.А. Фотосинтез и рост в эволюции растений и в их продуктивности / А.А. Ничипорович // Физиология растений, 1980. - Т. 27, вып. 5. – С. 942-961.
144. Ничипорович, А.А. Физиология фотосинтеза и продуктивность растений / А.А. Ничипорович // В кн.: Физиология фотосинтеза. - М.: Наука, 1982. – С. 7-33.
145. Новопокровский, И.В. Влияние температуры на прорастание хламидоспор головки хлебных злаков / И.В. Новопокровский, Ф.Д. Сказкин // Доложено проф. И.В. Новопокровским в засед. Рус. ботан. о-ва при Акад. наук в Ленинграде 14 янв. 1925 г.
146. Овчинников, Н.Н. Закономерности онтогенеза однолетних культурных злаков / Н.Н. Овчинников, Н.М. Шиханова. - М: Наука, 1964. - 184 с.
147. Переправо, Н.И. Семеноводство кормовых трав – основа кормопроизводства / Н.И. Переправо, В.И. Антонов, Л.Н. Мельникова // Докл. ТСХА. – 2010. - № 282. - Ч.1. – С. 351-353.

148. Петинов, Н.С. О роли отдельных органов в наливе зерна пшеницы / Н.С. Петинов, А.Н. Павлов // Докл. АН СССР. - 1957. - Т. 117. - № 1. – С. 146-149.
149. Петинов, Н.С. Физиология орошаемой пшеницы / Н.С. Петинов. - М.: Изд-во АН СССР, 1959. - 554 с.
150. Петинов, Н.С. Влияние водного режима и минерального питания на фотосинтез растений в связи с продуктивностью / Н.С. Петинов, Шань Лунь // Физиология растений, т.9, вып.3, 1962 – С. 309-317.
151. Полторецкий, С.П. Урожайность и качество семенного материала проса посева в зависимости от сроков уборки / С.П. Полторецкий // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры. - №4(12). - 2014. – С. 99-103.
152. Полимбетова, Ф.А. Влияние отдельных органов на налив зерна пшеницы / Ф.А. Полимбетова, Л.К. Мамонов // Тр. института ботаники АН КазССР. - 1963. - Т. 16. – С. 51-63.
153. Полимбетова, Ф.А. Физиологические свойства и продуктивность яровой пшеницы в Казахстане / Ф.А. Полимбетова. = Алма-Ата: Наука, 1972. - 271 с.
154. Полимбетова, Ф.А. О передвижении и распределении пластических веществ у пшеницы после колошения / Ф.А. Полимбетова, Л.К. Мамонов // Изв. АН КазССР. Сер. биол., 1972. - № 5. – С. 19-23.
155. Полимбетова, Ф.А. Итоги исследований физиологии и биохимии пшеницы в зоне освоения целинных и залежных земель Казахстана / Ф.А. Полимбетова // Вестник АН Казахской ССР. - 1974. - № 4. – С. 22-28.
156. Попов, М.Г. Растительный покров Казахстана / М.Г. Попов. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1940. - 214 с.
157. Порохня, А.Д. Продуктивность ассимиляционной поверхности у различных образцов кукурузы в условиях восточной зоны Краснодарского края: дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / А.Д. Порохня. - Краснодар, 1966. - 183 с.
158. Потлайчук, В.И. Бактериоз проса / В.И. Потлайчук // Защита растений от вредителей и болезней, №8. - 1962. - С. 57-58.

159. Рашковский, Е.М. Динамика прироста растений, потребления питательных веществ и расхода воды полевыми культурами на темно-каштановых почвах Заволжья: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Е. М. Рашковский. – Саратов, 1970. – 18 с.
160. Редков, В.В. Почвы Целиноградской области: автореф. ... канд. с.-х. наук. – Алма-Ата, 1964. – 36 с.
161. Розентрер, Н.А. Значение корневой системы в селекции пшеницы / Н.А. Розентрер // Селекция и семеноводство. – М., 1950. - №10. – С. 10-15.
162. Румянцев, А.В. Итоги и перспективы селекции проса на урожайность и крупяные качества в поволжском НИИСС им. П.Н. Константинова / А.В. Румянцев, А.К. Антимонов, О.Н. Антимонova // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - № 1. - 2012. – С. 77-80.
163. Рутц Р.И., Колмаков Ю.В. Сортовой состав – основа стабилизации производства высококачественной продукции сельскохозяйственных культур в Омской области // Достижения науки и техники. АПК. – 2010. - №11. – С. 38-39.
164. Рыбась, И.А. Повышение адаптивности в селекции зерновых культур (обзор) / И.А. Рыбась // Сельскохозяйственная биология. – 2016. – Т. 51. – № 5. – С. 617-626. DOI: 10.15389/agrobiology.2016.5.617rus.
165. Санина, Н.В. Листовые подкормки как эффективный элемент в современных технологиях возделывания ярового ячменя / Н.В. Санина, А.А. Апаликов // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2015. – № 3 (15). – С. 61-64.
166. Сидоренко, В.С. История селекции проса в России / В.С. Сидоренко, С.Д. Вилунов // Развитие научных идей академика П.И. Лисицына: сб. трудов. – Москва, 2003. – С. 126-141.
167. Сисакян, Н.М. Биохимическая характеристика засухоустойчивости растений / Н.М. Сисакян – М.: Изд-во АН СССР, 1940. - 148 с.
168. Савенко, И.В. Качество и урожайность сельскохозяйственных культур // Достижения науки и техники. АПК. – 2010. - №11. – С. 3-4.
169. Соколов, А.А. Просо / А.А. Соколов. - М.: ОГИЗ - Сельхозгиз. - 1948. - 271 с.

170. Сокурова, Л.Х. Морфобиологические особенности и селекционная ценность коллекции проса в условиях степной зоны Кабардино-Балкарии / Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры». - №3(27). - 2018. – С. 67-71.
171. Спицын, В.П. Формирование листового аппарата кукурузы и его фотосинтетическая деятельность в условиях южной части Тамбовской области / В.П. Спицын // Науч. тр. Тамбовск. гос. обл. с.-х. опыт, станции. - 1969. - Вып. 1. - С. 116-127.
172. Страхов, Т.Д. Патологический процесс у растений и дегенерация возбудителей головни / Т.Д. Страхов // «Микробиология», Т.22, вып.2, 1953, - С. 185-193.
173. Сурков, А.Ю. Адаптивная способность и стабильность сортов проса в условиях Воронежской области / А.Ю. Сурков // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», №1(9). – 2014. – С. 63-37.
174. Сурков, А.Ю. Селекция проса на устойчивость к головне в условиях Юго-Востока ЦЧЗ / А.Ю. Суркова, И.В. Суркова // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры. - №1(13). - 2015. – С. 83-87.
175. Сурков, А.Ю. Влияние типа метелки на хозяйственно ценные признаки проса / А.Ю. Сурков, И.В. Суркова // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», №4(24). - 2017. – С. 72-78.
176. Сурков, А.Ю. Влияние морфотипа проса на характер связи между признаками / А.Ю. Сурков, И.В. Суркова // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», №2(34). - 2020. - С. 71-77.
177. Сурков, А.Ю. Адаптивная способность и стабильность различных морфотипов проса в условиях юго-востока Центрально Черноземного региона / А.Ю. Сурков, И.В. Суркова // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2022. - 1(41). – С.72-81. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-72-81.
178. Терехов, А.И. Сравнительная экономическая оценка культур как источник кормов / А.И. Терехов // Научные труды Брянской ГОСХОС, 1968. – С. 248-259.

179. Терехов, А.И. Пути повышения рентабельности производства в колхозах: автореф. дис. ...канд. эконом. наук / А.И. Терехов. – Л., 1968. – 12 с.
180. Терехов, А.И. Метод комплексной сравнительной экономической оценки зерновых и зернобобовых культур / А.И. Терехов // БНТИ ВНИИЗБК, №7. - Орел, 1973. – С. 3-9.
181. Терехов, А.И. Сравнительная экономическая оценка отдельных зерновых культур на товарные цели / А.И. Терехов // БНТИ ВНИИЗБК, №14. - Орел, 1976. – С. 9-12.
182. Терехов, А.И. Сравнительная экономическая оценка зерновых, зернобобовых и крупяных культур / А.И. Терехов. – Орел, 1982. – 213 с.
183. Терехов, А.И. Комплексная сравнительная экономическая оценка зерновых, зернобобовых и крупяных культур в хозяйствах с различным уровнем использования их производственно-экономического потенциала / А.И. Терехов // Вопросы физиологии, селекции и технологии возделывания сельскохозяйственных культур. - Орел: издат. – 2001. – С. 251 – 260.
184. Тимирязев, К.А. Избранные сочинения в 2-х томах / К.А. Тимирязев. – М.: Сельскохозяйственной литературы, 1957. – 1400 с.
185. Титков, В.И. Просо и гречиха в Оренбуржье / В.И. Титков, А.В. Ряховский, В.В. Каракулев // - Оренбург, 1994. – 92 с.
186. Тихонов, Н.П. Селекционно-генетические аспекты содержания каротиноидов в зерне проса посевного / Н.П. Тихонов, М.А. Михайлов // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», №1(17). - 2016. – С. 68-74.
187. Тихонов, Н.П. Идентификация сортов проса по устойчивости к головне / Н.П. Тихонов, Т.В. Тихонова, А.А. Милкин // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», №3(27). - 2018. – С. 72-77.
188. Тихонов, Н.П. Адаптивность и урожайность сортов проса селекции ФГБНУ «НИИСХ ЮГО-ВОСТОКА» / Н.П. Тихонов, Т.В. Тихонова, А.А. Милкин // Научно-производственный журнал «Зернобобовые и крупяные культуры», №4(28). - 2018. – С. 78-82.

189. Тихонов, Н.П. Адаптивность и урожайность сортов проса селекции ФГБНУ «НИИСХ Юго-Востока» / Н.П. Тихонов, Т.В. Тихонова, А.А. Милкин // Зернобобовые и крупяные культуры. – 2018. – № 4 (28). – С. 78-82. DOI:10.24411/2309-348X-2018-11053.
190. Тихонов, Н.П. Эколого-генетические аспекты и результаты селекции проса посевного на крупнозёрность / Н.П. Тихонов, Т.В. Тихонова // Зернобобовые и крупяные культуры. 2022; 1(41):82-89. DOI: 10.24412/2309-348X-2022-1-82-89.
191. Третьяков, Р.В. Оценка коллекции проса на засухоустойчивость в условиях Западного Казахстана: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Р.В. Третьяков. – Л., 1966. – 27 с.
192. Трофимовская, А.Я. Изменчивость вегетационного периода у ячменя в географических посевах в связи со стадийным развитием / А.Я. Трофимовская // Агробиология. – 1964. - №6. - С. 889- 895.
193. Трофимов, И.А. Управление агроландшафтами / И.А. Трофимов, Л.С. Трофимов, Е.П. Яковлева и др. // Кормопроизводство. – 2008. - № 9. - С. 4-5.
194. Удовенко, Г.В. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям / ВИР. - Л. - 1998. - С. 62.
195. Укуев, М.М. Мировая аграрная политика в условиях обострения продовольственной проблемы/ М.М. Укуев // Аграрная наука. – 2012. - №5. – С. 2-3.
196. Утешев, А.С. Климат Северного Казахстана / А.С. Утешев – Л.: Гидрометеопиздат, 1959. – 360 с.
197. Утешев, А.С. Засуха и уборка хлебов / А.С. Утешев. – Алма-Ата: Кайнар, 1965. – 15 с.
198. Фатыхов, И.Ш. Содержание протеина в зерне в зависимости от норм азота и урожайности зерновых культур / И.Ш. Фатыхов // Сб. научных трудов Пермского СХИ «Приемы повышения урожайности и качества семян зерновых культур», 1983. - С. 13-21.

199. Федорович, Б.А. Природное районирование Северного Казахстана (Кустанайская, Северо-Казахстанская, Кокчетавская, Акмолинская и Павлодарская области). – М.; Л.: Академия наук СССР, 1960. – 457 с.
200. Цыганков, И.Г. Просо в Западном Казахстане: монография / И.Г. Цыганков, В.И. Цыганков. - М. - Актобе: ТОО ИПЦ-Көкжиек, 2006. – 132 с.
201. Цыганков, И.Г. Технология возделывания и перспективы использования проса на западе Казахстана / И.Г. Цыганков, В.И. Цыганков и др. - Актобе: Nobel, 2007. – С. 153-172.
202. Цыганков, И.Г. Технологии возделывания приоритетных сельскохозяйственных культур / И.Г. Цыганков, В.И. Цыганков и др. // В кн.: Система ведения сельского хозяйства Актюбинской области: рекомендации. - Актобе: Nobel, 2007. – С. 73-96.
203. Чупахин, В.М. Страна природных контрастов. – Алма-Ата.: Казахстан, 1973. – 133 с.
204. Шатилов, И.С. Динамика ассимилирующей поверхности, интенсивность и продуктивность фотосинтеза, и формирование урожая озимой пшеницы / И.С. Шатилов, А.Ф. Шаров // Изв. ТСХА, 1978. - № 1. – С. 23-35.
205. Шевелуха, В.С. Фотосинтетические аспекты модели сортов зерновых культур интенсивного типа / В.С. Шевелуха, В.С. Довнар // С.-х. биология, 1976, ф. II, III 2. – С. 218-225.
206. Шичкин, А. Возродим былую славу казахстанского проса / А. Шичкин // Сельское хозяйство Казахстана, №4. - 1972.
207. Шпаков, А.С. Основные направления развития и научное обеспечение полевого кормопроизводства в современных условиях / А.С. Шпаков // Кормопроизводство, 2007. - №5. – С. 8-11.
208. Шпаков, А.С. Перспективы использования пахотных угодий в кормопроизводстве Российской Федерации / А.С. Шпаков // Кормопроизводство, 2008. - №11. – С. 2-5.
209. Шпаков, А.С. Основные факторы продуктивности кормовых культур / А.С. Шпаков, В.Т. Воловик // Кормопроизводство. – 2012. - № 6. – С. 17-19.

210. Эйдельман, З.М. Влияние механического уменьшения листовой площади на рост и развитие культурных растений в связи с методикой учета повреждений от болезней З.М. Эйдельман // Труды по защите растений. ВИЗР. Сер. 3, 1933, вып. 3. – С. 15-43.
211. Ярош, Н.П. Количественный и качественный состав белка и крахмала в зерне различных эколого-географических групп проса / Н.П. Ярош // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. Т.37. - Л., 1965. - С. 50-56.
212. Яшовский, И.В. Селекция и семеноводство проса / И.В. Яшовский. – М.: Агропромиздат, 1987. – 256 с.
213. Яшовский, И.В. Методические указания по селекции проса на устойчивость к головне // Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук имени В.И.Ленина. - М., 1983. – 24 с.
214. Послание Президента Республики Казахстан - Лидера нации народу Казахстана Стратегия «Казахстан 2050»: новый политический курс состоявшегося государства. [Электронный ресурс] – Электронные данные.- Журнал «headline»
URL: http://news.headline.kz/society/polnyiy_tekst_poslaniya_prezidenta_rk_narodu_kazahstana.html
215. Abeledo L. Gabriela, Calderini Daniel F., Slafer Gustavo A. Modelling yield response of a traditional and a modern barley cultivar to different water and nitrogen levels in two contrasting soil types. Crop and Pasture Sci. - 2011. – 62. - № 4. – P. 289-298.
216. Antimonov A. K., Antimonova O. N., Syrkina L. F., Kosykh L. A. Introdutsirovanie novykh genistochnikov prosa posevnogo dlya selektsii v usloviyakh Srednego Povolzhya [Introduction the new genetics of seed millet for breeding in the Middle Volga] // Mezhdunarodnyy zhurnal gumanitarnykh i estestvennykh nauk. 2018. No. 11-1. P. 154–157. (In Russian.)
217. Bennett Amanda J., Bending Gary D., Chandler David, Hilton Sally, Mills Peter. Meeting the demand for crop production: The challenge of yield decline in crops grown in short rotations. Biol. Rev. - 2012. - Vol. – 87. - № 1. – P. 52-71.

218. Doring Sandra, Doring Jiirgen, Borg Heinz, Bttcher Falk. Vergleich von Trockenheitsindizes zur Nutzung in der Landwirtschaft unter den klimatischen Bedingungen Mitteldeutschlands. *Hercynia*. - 2011. – 44. - № 2. – P. 145-168.
219. Dyusibayeva E. Study of the millet varieties and samples with respect to resistance against dusty smut / E. Dyusibayeva, A. Seitkhodzhaev, A. Tleppayeva, N. Zhanbyrshina, S. Babkenova, A. Rysbekova // *Ecology, Environment and Conservation. Eco. Env. & Cons.* 2017. Vol. 23. - P. 852–858.
220. Evdokimov M.G. Zasukhoustoichivyi genofond tverdoi iarovoi pshenitsy, identifirovannyy v mnogoletnikh ispytaniyakh pitomnikov kazakhstansko-sibirskoi selektsii pshenitsy / M.G. Evdokimov, V.S. Iusov, A.I. Morgunov, Iu. I. Zelenskii // *Vavilovskii zhurnal genetiki i selektsii*. – 2017; 21 (5) – P. 515-522.
221. Eberhart, S.A., Russell W.A. Stability parameters for comparing varieties // *Corp Sci.* – Vol. 6. – 1966.-№ 1.–P. 36-40.
222. Gust Lawrence. Abiotic stress and agricultural sustainability. *J. Crop Improv.* 2012. 26. № 3. - P. 415-127.
223. Giruissem Wilhelm, Battig-Frey Petra, Magere Zeiten-Die. Herausforderungen der modernen Landwirtschaft: [Gemeinsames Symposium der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 30-31 Okt., 2008]. *Nova acta Leopoldina*. - 2010. - Vol. – 108. - № 374. - P. 89-110.
224. Chander S., Bhat K. V., Kumari R., Sen S., Gaikwad A. B., Gowda M. V. C., Dikshit N. Analysis of spatial distribution of genetic diversity and validation of Indian foxtail millet core collection // *Physiol Mol. Biol. Plants*. 2017. No. 23. P. 663.
225. Reif, J.C. Maurer H., Mohring J., Piepho H.-P. J. Visual scorings of drought stress intensity as covariates for improved variety trial analysis Muhleisen J *Agron. and Crop Sci.* 2013. 199. № 5. -P. 231-330.
226. Minxuan Liu, Yue Xu, Jihong He, Shuang Zhang, Yinyue Wang, Ping Lu. Genetic Diversity and Population Structure of Broomcorn Millet (*Panicum miliaceum* L.) Cultivars and Landraces in China Based on Microsatellite Markers // *International Journal of Molecular Sciences*. 2016. No. 17 (3): 370. P. 117–135.

227. M'Ribu, H. K., and Hilu, K. W. (1996). Application of random amplified polymorphic DNA to study genetic diversity in *Paspalum scrobiculatum* L. (Kodo millet, Poaceae). *Genet. Resour. Crop Evol.* 43, 203–210.
228. Hu, Y. G., Zhu, J., Liu, F., Zhang, Z., Chai, Y., and Weining, S. (2008). Genetic diversity among Chinese landraces and cultivars of broomcorn millet (*Panicum miliaceum*) revealed by the polymerase chain reaction. *Ann. Appl. Biol.* 153, 357–364. doi: 10.1111/j.1744-7348.2008.00263.x
229. Hu, X., Wang, J., Lu, P., and Zhang, H. (2009). Assessment of genetic diversity in broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) using SSR markers. *J. Genet. Genomics* 36, 491–500. doi: 10.1016/S1673-8527(08)60139-3
230. Jayaraman, A., Puranik, S., Rai, N. K., Vidapu, S., Sahu, P. P., Lata, C., et al. (2008). cDNA-AFLP analysis reveals differential gene expression in response to salt stress in foxtail millet (*Setaria italica* L.). *Mol. Biotechnol.* 40, 241–251. doi: 10.1007/s12033-008-9081-4
231. Jones E.S. Influence of temperature on the Spore germination of *Ustilago Zeae* // Your, agricul. Research. 1923. -V. 24. - N. 7. - 25 p
232. Baltensperger, D.D. (2002). Progress with proso, pearl and other millets in *Trends in New Crops and New Uses*, eds J. Janick and A. Whipkey (Alexandria: ASHS Press), 100–103.
233. Habiyaemye C., Matanguihan J. B., Guedes J. D., Ganjyal G. M., Whiteman M. R., Kidwell K. K., Murphy K. M. Proso millet (*Panicum miliaceum* L.) and its potential for cultivation in the Pacific Northwest, US: a review // *Front Plant Sci.* 2017. No. 7. Pp. 1–17.
234. Horlings L.G., Marsden T.K. Towards the real green revolution? Exploring the conceptual dimensions of a new ecological modernization of agriculture that could feed the world. *Clob. Environ. Change.* 2011.21, *Clob. Environ. Change.* - 2011. – 21. - № 2 – P.441-452.
235. Hunt, H.V. Reticulate evolution in *Panicum* (*Poaceae*): the origin of tetraploid broomcorn millet, *P. miliaceum*/H.V. Hunt, F. Badakshi, O. Romanova, C. J. Howe,

- M. K.Jones, J. S. P.Heslop-Harrison //J. Exp. Bot. 65, 2014. – P. 3165–3175. doi: 10.1093/jxb/eru161
236. Seghatoleslami, M.J. Effect of drought stress at different growth stages on yield and water use efficiency of five proso millet (*Panicum miliaceum* L.)genotypes /M.J.Seghatoleslami, M.Kafi, E. Majidi// Pakistan J. Bot. 40, 2008. – P. 1427–1432.
237. Sidorenko V.S.Area and Production of Proso Millet (*Panicum miliaceum* L.) in Russia /V.S.Sidorenko, V.I. Zotikov,S.V. Bobkov, A.I. Kotljar,S.O. Gurinovich // Advances in Broomcorn Millet Research. Proceedings of the 1st International Symposium on Broomcorn Millet. Northwest A&F University (NWSUAF), (25–31 2012. August). – Yangling, Shaanxi, People’s Republic of China, – 2012. – P. 3-9.
238. Turner Neil C, Li Feng-Min, Xiong You-Cai, Siddique Kadambot H.M. Climate change and agricultural ecosystem management in dry areas. Crop and Pasture Sci. - 2011. – 62. - № 6. – P. 445-503.
239. Trivedi A. K., Arya L., Verma M., Verma S. K., Tyagi R. K., Hemantaranjan A. Genetic variability in proso millet [*Panicum miliaceum*] germplasm of Central Himalayan Region based on morpho-physiological traits and molecular markers // Acta Physiol Plant. 2015. No. 37. P. 23.
240. Upadhyaya H. D. Diversity and gaps in Pennisetum glaucum subsp. monodii (Maire) Br. germplasm conserved at the ICRISAT genebank / H. D. Upadhyaya, K. N. Reddy, Sube Singh, C. L. L. Gowda, M. Irshad Ahmed and Vinod Kumar. // Plant Genetic Resources: Characterization and Utilization (2014) 12(2); 226-235. doi: 10.1017/S1479262113000555
241. Wang, C., Jia, G., Zhi, H., Niu, Z., Chai, Y., Li, W., et al. (2012). Genetic diversity and population structure of Chinese foxtail millet [*Setaria italica* (L.) Beauv.] landraces. G3 2, 769–777. doi: 10.1534/g3.112.002907
242. Wicki Ludwik. The impact of progress in biological crop production on its distribution in agricultural production. Efekty upowszechniania postępu biologicznego

- w produkcji roslinnej. Warszawa: Wyd. SGGW. 2010, 183 с., ил. (Rozpr. nauk. i monogr. SGGW). - P. 171-181.
243. Wu, Y. Computational prediction and experimental verification of miRNAs in *Panicum miliaceum*/Y.Wu, J.Du,X.Wang, X.Fang,W.Shan, Z.Liang // L. Sci. China 55, 2012. – P. 807–817. doi: 10.1007/s11427-012-4367-y
 244. Kalinova, J. Content and quality of protein in proso millet (*Panicum miliaceum* L.) varieties. / J. Kalinova, J. Moudry // Plant Foods Hum. Nutr. 61, 2006. – P. 45–49. doi: 10.1007/s11130-006-0013-9
 245. Li, Y., and Wu, S. (1996). Traditional maintenance and multiplication of foxtail millet (*Setaria italica* (L.) P. Beauv.) landraces in China. Euphytica 87, 33–38. doi: 10.1007/BF00022961
 246. Newton A. C. Impacts of climate change on diseases, crops and food security / A. C. Newton, S. N. Johnson, P. J. Gregory // Implications of climate change for diseases, crop yields and food security. Euphytica. - 2011. - № 1. - С. 3-18.
 247. Qaim Martin, Fischer Elisabeth. Das Welternährungsproblem: Ursachen und neue Herausforderungen: [Gemeinsames Symposium der Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien,30-31 Okt., 2008]. Nova acta Leopoldina. - 2010. - Vol. – 108. - № 374. - P. 51-68.
 248. Qu Huihui,Yang Xiaoguang, Zhang Xiaoyu, Huang Wanhua, Li Maosong, Li Jinyun. Оптимизированные системы выращивания сельскохозяйственных культур с целью предотвращения ущерба от засухи на основе адаптации между атмосферными осадками и потребностью культур в воде в условиях провинции Хунань. Shengtai xuebao=Acta ecol. Sin.- 2010. – 30. - № 16. – P.4257-4265.
 249. Wang R., Hunt H. V., Qiao Z., Wang L., Han Y. Diversity and cultivation of broomcorn millet (*Panicum miliaceum* L.) in China: a review // Econ Bot. 2016. No. 70. P. 1–11.
 250. Wenzel Gerhard. Wissensbasiert zu optimaler qualitativer und quantitativer Anpassung der Grundnahrungsmittelproduktion: [Gemeinsames Symposium der

- Deutschen Akademie der Naturforscher Leopoldina und der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 30-31 Okt.,2008]. Nova acta Leopoldina. - 2010. - Vol. – 108. - № 374. - P. 69-85.
251. Wiedemar Martina, Felder Daniel. Климатические стратегии для сельского хозяйства.Strategie climat pour l,agriculture. Rech. agron. Suisse. – 2011. - №6. - P. 260-283.
252. Yang, X., Wan, Z., Perry, L., Lu, H., Wang, Q., Zhao, C., et al. (2012). Early millet use in northern China. PNAS 109, 3726–3730. doi: 10.1073/pnas.1115430109

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение А1

Схема опыта

A1 – 2208
A2 – 2291
A3 – 2432
A4 – 2743
A5 – 2764
A6 – 2790
A7 – 2804
A8 – 2851
A9 – 2867
A10 – Шортандинское 7st
A11 – 2874
A12 – 2928
A13 – 2963
A14 – 2975
A15 – 3029
A16 – 3310
A17 – 3314
A18 – 3341

A19 – 3829
A20 – Шортандинское 11st
A21 – 3985
A22 – 7079
A23 – 8207
A24 – 8413
A25 – 8504
A26 – 8523
A27 – 8544
A28 – 8597
A29 – 8626
A30 – Кормовое 89 st
A31 – 8789
A32 – 8886
A33 – 8930
A34 – 9132
A35 – 9526
A36 – 9548

A37 – 9551
A38 – 9578
A39 – 9611
A40 – Кормовое 98st
A41 – 9644
A42 – 9648
A43 – 9658
A44 – 9698
A45 – 9711
A46 – 9746
A47 – 9756
A48 – 9853
A49 – 9989
A50 – Кормовое 89st
A51 – 9993
A52 – 9994
A53 – 10141
A54 – 10213

Схема наложения вариантов в опыте

ПРОХОДЫ	ЯРУСА			
	I	II	III	IV
	ЗАЩИТКА	ЗАЩИТКА	ЗАЩИТКА	ЗАЩИТКА
1	A 2	A 2	A 1	A 1
2	A 3	A 3	A 4	A 4
3	A 5	A 5	A 6	A 6
4	A 7	A 7	A 8	A 8
5	A 9	A 9	A 10	A 10
6	A 11	A 11	A 12	A 12
7	A 13	A 13	A 14	A 14
8	A 15	A 15	A 16	A 16
9	A 17	A 17	A 18	A 18
10	A 19	A 19	A 20	A 20
11	A 21	A 21	A 22	A 22
12	A 23	A 23	A 24	A 24
13	A 25	A 25	A 26	A 26
14	A 27	A 27	A 28	A 28
15	A 29	A 29	A 30	A 30
16	A 31	A 31	A 32	A 32
17	A 33	A 33	A 34	A 34
18	A 35	A 35	A 36	A 36
19	A 37	A 37	A 38	A 38
20	A 39	A 39	A 40	A 40
21	A 41	A 41	A 42	A 42
22	A 43	A 43	A 44	A 44
23	A 45	A 45	A 46	A 46
24	A 47	A 47	A 48	A 48
25	A 49	A 49	A 50	A 50
26	A 51	A 51	A 52	A 52
27	A 53	A 53	A 54	A 54
	ЗАЩИТКА	ЗАЩИТКА	ЗАЩИТКА	ЗАЩИТКА

Приложение Б1

Результаты дисперсионного анализа данных однофакторного полевого опыта, проведенного методом организованных повторений.

Содержание белка у коллекционных образцов проса в % на сухое вещество обрубленного зерна, 2015 г.

Название группы	Повторения				Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV		
Стандарт-Шортандин-ское 7	17,0	16,9	17,1	17,0	68	17,0
Монголо-бурятская	18,4	18,1	18,2	18,5	73,2	18,3
Саяно-алтайская	18,2	17,6	18,4	18,0	72,2	18,0
Северная	18,0	17,9	18,9	18,1	72,9	18,2
Степная казахстанская	18,6	18,5	18,4	18,5	74	18,5
Степная украинская	18,2	18,7	17,7	17,9	72,5	18,1
Степная поволжская	18,0	18,2	18,4	18,6	73,2	18,3
Среднеазиатская горная	18,3	17,8	17,9	18,0	72	18,0
Переднеазиатская	18,5	17,8	18,5	18,3	73,1	18,3
Дальневосточная	18,1	18,0	18,3	18,1	72,5	18,1
Восточноазиатская	18,0	17,8	18,3	17,9	72,5	18,0
Прочие образцы	18,0	17,5	17,9	17,9	71,3	17,8
Суммы Р	217,3	214,8	218	216,8	866,9	216,6

Дисперсия	Сумма квадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний квадрат	F ₀₅
Общая	10,095	1,0000	47	0,215	
Фактор	6,407	0,6347	11	0,582	5,687
Сл. факторы	3,687	0,3653	36	0,102	

F-критерий = 5,6866, ст.св.=11,36, P=0,0000

Степень влияния по Снедекору = 0,5395

Станд.Ошибка = 0,1600 (0,89% от общего среднего)

НСР(5%)= 0,4590

Результаты дисперсионного анализа данных однофакторного полевого опыта, проведенного методом организованных повторений.

Содержание белка у коллекционных образцов проса в % на сухое вещество обрубленного зерна, 2016 г.

Название группы	Повторения				Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV		
Стандарт- Шортандин- ское 7	13,6	13,3	13,1	13,1	53,1	13,3
Монголо-бурятская	13,8	13,6	13,8	13,7	54,9	13,8
Саяно-алтайская	13,8	13,9	13,9	13,9	55,5	13,9
Северная	14,0	13,9	14,0	14,0	55,9	14,0
Степная казахстанская	14,1	14,1	14,0	14,1	56,3	14,1
Степная украинская	13,7	13,6	13,9	13,7	54,9	13,7
Степная поволжская	13,2	13,0	13,5	13,2	52,9	13,2
Среднеазиатская горная	13,4	13,3	13,6	13,6	53,9	13,5
Переднеазиатская	13,5	13,5	13,6	13,4	54	13,5
Дальневосточная	14,0	13,8	13,9	13,9	55,6	13,9
Восточноазиатская	13,3	13,3	13,2	13,3	53,1	13,2
Прочие образцы	14,0	13,9	14,2	14,0	56,1	14,0
Суммы Р	164,4	163,2	164,7	163,9	656,2	164,1

Дисперсия	Сумма квадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний квадрат	F ₀₅
Общая	4,867	1,0000	47	0,104	
Фактор	4,332	0,8901	11	0,394	26,50
Сл. факторы	0,535	0,1099	36	0,015	

Полная рандомизация: Анализ средних по НСР(5 %)

F-критерий = 26,498, ст.св.=11, 36, P=0,0000

Степень влияния по Снедекору = 0,8644

Станд.Ошибка = 0,0610 (0,45 % от общего среднего)

НСР(5 %)= 0,1748

Результаты дисперсионного анализа данных однофакторного полевого опыта, проведенного методом организованных повторений.

Содержание белка у коллекционных образцов проса в % на сухое вещество обрубленного зерна, 2017 г.

Название группы	Повторения				Суммы V	Среднее
	I	II	III	IV		
Стандарт-Шортандин-ское 7	17,3	17,2	17,3	17,3	69,1	17,3
Монголо-бурятская	18,8	18,5	18,7	18,6	74,6	18,7
Саяно-алтайская	19,0	18,9	18,9	18,7	75,5	18,8
Северная	19,2	19,0	19,4	19,2	76,8	19,2
Степная казахстанская	18,3	18,1	18,0	18,5	72,9	18,3
Степная украинская	17,8	17,6	17,9	18,0	71,3	17,8
Степная поволжская	18,6	18,5	18,6	18,6	74,3	18,6
Среднеазиатская горная	18,4	18,3	18,0	18,2	72,9	18,2
Переднеазиатская	18,6	18,5	18,6	18,6	74,3	18,6
Дальневосточная	20,1	19,9	20,1	20,3	80,4	20,1
Восточноазиатская	18,1	18,2	18,1	18,0	72,4	18,1
Прочие образцы	18,0	17,9	18,2	18,0	72,1	18,0
Суммы Р	222,2	220,6	221,8	222	886,6	221,7

Дисперсия	Сумма квадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний квадрат	F ₀₅
Общая	23,499	1,0000	47	0,500	
Фактор	22,829	0,9715	11	2,075	111,5
Сл. факторы	0,670	0,0285	36	0,019	

Полная рандомизация: Анализ средних по НСР(5%)

F-критерий = 111,51, ст.св.=11, 36, P=0,0000

Степень влияния по Снедекору = 0,9651

Станд.Ошибка = 0,0682 (0,37% от общего среднего)

НСР(5%)= 0,1956

Результаты дисперсионного анализа данных однофакторного полевого опыта, проведенного методом организованных повторений.

Содержание белка у коллекционных образцов проса в % на сухое вещество обрубленного зерна, 2018 г.

Название группы	Повторения				Суммы V	Среднее
	1	2	3	4		
Стандарт-Шортландское 7	13,9	13,8	13,8	13,7	55,2	13,8
Монголо-бурятская	14,0	14,1	14,0	14,2	56,3	14,1
Саяно-алтайская	14,1	13,9	14,0	13,9	55,9	14,0
Северная	14,9	14,5	14,6	14,3	58,3	14,6
Степная казахстанская	14,0	13,9	13,9	14,0	55,8	14,0
Степная украинская	13,9	13,8	13,9	13,9	55,5	13,9
Степная поволжская	13,9	13,8	13,9	13,8	55,4	13,9
Среднеазиатская горная	13,9	13,8	13,9	13,9	55,5	13,9
Переднеазиатская	14,1	13,8	13,9	13,9	55,7	13,9
Дальневосточная	14,8	14,9	14,9	14,9	59,5	14,9
Восточноазиатская	13,9	13,8	13,9	13,8	55,4	13,9
Прочие образцы	14,5	14,0	14,2	14,0	56,7	14,2
Суммы Р	169,9	168,1	168,9	168,3	675,2	14,1

Дисперсия	Сумма квадратов	Доля вариации	Степени свободы	Средний квадрат	F ₀₅
Общая	5,347	1,0000	47	0,144	
Фактор	4,817	0,9009	11	0,438	29,74
Сл. факторы	0,530	0,0991	36	0,015	

Полная рандомизация: Анализ средних по НСР(5%)

F-критерий = 29,743, ст.св.=11, 36, P=0,0000

Степень влияния по Снедекору = 0,8778

Станд.Ошибка = 0,0607 (0,43% от общего среднего)

НСР(5%)= 0,1740

Динамика формирования площади листовой поверхности образца проса К-9644, см² паровой предшественник (2015-2018 гг.)

Повтор-ности	Фазы учета											
	кущение - выход в трубку			выметывания (колошение)			цветение-молочная спелость			полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	221,87	216,38	207,23	260,97	254,12	234,78	459,05	447,86	403,07	203,11	198,05	177,72
2	277,72	244,61	231,78	324,15	312,24	309,86	168,12	159,75	137,18	122,04	119,50	106,86
3	231,71	192,19	179,96	128,90	123,05	117,89	307,87	298,78	276,19	255,07	238,03	242,11
4	253,75	232,06	218,97	235,97	218,97	210,06	285,56	274,43	269,01	130,05	126,97	119,03
5	313,41	299,88	285,75	280,94	265,14	249,08	187,96	168,09	154,12	346,11	312,01	304,93
6	114,70	115,93	105,11	175,03	169,12	147,74	302,05	291,11	280,00	226,86	221,90	207,11
7	155,77	173,75	138,94	284,12	275,03	254,05	312,43	302,47	294,53	124,89	118,03	106,75
8	273,92	238,24	227,76	124,24	122,87	109,12	298,65	281,07	281,12	230,15	218,27	205,19
9	271,04	245,50	234,64	253,09	245,19	228,96	342,23	326,85	315,06	198,04	184,18	168,27
10	110,88	103,59	97,73	298,13	284,23	265,28	197,12	186,74	177,76	212,43	218,04	202,73
Среднее	222,5	206,2	192,8	236,6	226,9	212,7	286,1	273,8	258,8	204,9	195,5	184,1
Сумма Р	2224,77	2062,13	1927,87	2365,54	2269,96	2126,82	2861,04	2737,15	2588,04	2048,75	1954,98	1840,7

Приложение В2

Динамика формирования площади листовой поверхности образца проса К-9644, см²,стерневой фон (2015-2018 гг.)

Повтор-ности	Фазы учета											
	кущение - выход в трубку			выметывания (колошение)			Цветение-молочная спелость			Полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	230,98	203,84	197,12	257,62	225,23	212,05	154,06	146,87	132,01	164,52	154,86	144,03
2	141,04	139,11	124,58	172,47	184,46	159,19	221,01	216,05	209,48	125,86	119,53	108,87
3	233,94	214,82	210,96	278,89	268,63	221,58	243,34	231,38	227,74	205,16	201,09	189,43
4	235,27	212,58	201,34	234,61	219,91	209,12	234,05	228,93	218,04	219,07	203,11	202,24
5	118,43	112,56	117,65	243,59	210,21	198,08	198,75	173,50	165,96	132,90	127,75	114,94
6	146,53	125,58	119,44	183,49	185,28	155,12	219,18	211,05	207,64	225,18	207,06	204,15
7	153,23	144,45	123,76	268,79	260,29	224,75	263,98	246,40	239,63	219,75	197,05	186,75
8	162,11	141,12	129,97	231,48	224,53	212,18	215,41	213,97	201,19	208,44	204,11	202,11
9	168,24	152,25	146,64	202,13	169,34	158,88	247,87	225,74	217,74	209,42	194,46	187,75
10	175,51	148,18	131,63	249,27	257,49	229,70	164,06	156,68	146,93	195,48	186,12	188,37
Среднее	176,5	159,4	150,3	232,2	220,5	198,1	216,2	205,1	196,7	190,6	179,5	172,9
Сумма Р	1765,28	1594,49	1503,09	2322,34	2205,37	1980,65	2161,71	2050,57	1966,36	1905,78	1795,14	1728,64

Приложение В3

Динамика формирования площади листовой поверхности образца проса К-2432 см², паровой предшественник (2015-2018 гг.)

Повторно-сти	Фазы учета											
	кущение - выход в трубку			выметывание (колошение)			цветение-молочная спелость			полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	207,48	195,64	175,12	134,68	132,11	124,45	91,24	89,99	74,46	112,07	108,78	104,11
2	129,49	118,19	114,08	131,27	135,90	110,79	154,05	148,11	132,01	86,63	79,11	72,28
3	174,35	164,05	148,83	208,11	198,98	191,11	54,11	56,17	44,27	87,74	82,19	71,06
4	173,68	175,22	156,64	136,67	133,04	118,65	124,06	121,06	109,97	84,18	76,63	59,01
5	121,38	115,79	104,07	74,45	86,23	69,06	117,78	113,97	101,05	101,74	89,52	74,05
6	129,47	132,20	109,35	182,87	175,97	159,04	104,06	95,58	89,96	76,63	71,17	73,12
7	63,28	67,13	64,06	102,11	97,78	87,79	113,37	105,44	94,80	43,11	44,28	35,57
8	92,25	80,64	76,93	128,19	123,34	118,08	143,76	137,73	120,06	65,51	59,74	48,11
9	122,36	126,62	111,08	184,56	172,87	154,46	96,04	88,23	79,14	100,04	91,05	86,12
10	131,59	118,13	103,77	142,27	138,09	122,1	110,08	103,11	99,35	72,28	68,90	61,09
Среднее	134,5	129,3	116,4	142,5	139,4	125,6	110,9	105,9	94,5	82,9	77,1	68,5
Сумма Р	1345,33	1293,61	1163,93	1425,18	1394,31	1255,53	1108,55	1059,39	945,07	829,93	771,37	684,52

Приложение В4

Динамика формирования площади листовой поверхности листьев образца проса К-2432 см², стерневой фон (2015-2018 гг.)

Повторно-сти	Фазы учета											
	кущение - выход в трубку			выметывание (колошение)			цветение-молочная спелость			полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	133,54	133,28	119,98	167,03	172,14	154,09	97,35	84,11	71,11	33,09	31,04	28,94
2	221,7	212,77	208,77	111,49	119,03	107,73	101,54	94,04	82,04	24,27	23,11	18,05
3	251,49	250,39	236,64	169,13	174,29	148,12	148,09	128,07	117,90	19,75	21,05	16,57
4	144,48	135,93	124,46	142,03	153,39	134,07	201,35	184,23	163,57	45,12	48,72	32,73
5	182,37	177,09	161,17	175,32	181,12	162,14	145,12	131,65	118,05	32,01	34,97	24,95
6	107,61	104,16	98,94	123,98	128,82	109,01	147,97	137,19	121,73	44,96	48,11	36,1
7	138,69	127,51	119,24	180,83	183,38	164,48	97,11	94,11	78,64	28,11	26,05	19,08
8	186,46	170,72	159,76	115,12	119,04	103,43	120,94	118,73	116,06	38,27	33,73	26,45
9	147,72	126,0	113,38	179,16	181,97	161,30	137,11	124,74	119,04	17,85	14,95	11,05
10	166,53	154,94	148,59	237,15	251,16	221,14	149,01	137,90	117,37	11,93	12,34	9,65
Среднее	168,1	159,3	149,1	160,1	166,4	146,6	134,6	123,5	110,6	29,5	29,4	22,4
Сумма Р	1680,6	1592,8	1490,9	1601,24	1664,34	1465,51	1345,59	1234,77	1105,51	295,36	294,07	223,57

Приложение В5

Динамика формирования площади листовой поверхности образца проса К-2790, см² паровой предшественник (2015-2018 гг.)

Повторно-сти	Фазы учета											
	кущение - выход в трубку			выметывание (колошение)			Цветение-молочная спелость			Полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	167,5	165,19	148,14	185,12	189,08	169,03	298,78	274,12	265,04	241,10	238,12	214,5
2	212,37	182,18	174,07	257,97	243,12	238,56	244,18	213,37	201,19	165,97	174,47	154,19
3	238,83	232,76	213,38	250,06	265,23	233,12	199,27	205,54	179,91	169,34	174,95	149,35
4	227,67	195,05	179,16	190,04	198,01	178,94	317,38	321,19	301,24	176,09	181,19	158,07
5	223,1	200,02	198,60	215,56	221,08	210,04	442,18	409,42	375,14	176,12	165,58	149,95
6	186,51	145,6	135,12	234,89	245,86	205,06	313,67	308,05	298,05	189,04	173,12	162,03
7	176,46	129,92	112,24	211,09	224,97	201,94	246,16	212,04	199,48	203,03	193,74	176,12
8	157,38	108,19	114,91	237,89	251,97	198,04	389,23	374,12	342,45	236,06	247,90	201,97
9	164,35	128,13	111,05	264,65	259,06	236,08	218,16	201,78	198,95	195,53	201,23	176,65
10	179,13	131,04	124,12	248,9	256,97	236,94	129,56	114,04	102,48	186,74	193,34	164,48
Среднее	193,3	161,8	151,1	229,7	235,5	210,1	279,9	263,4	246,4	193,9	194,4	170,7
Сумма Р	1933,3	1618,08	1510,79	2296,17	2355,35	2107,75	2798,57	2633,67	2463,93	1939,0	1943,6	1707,3

Динамика формирования площади листовой поверхности образца проса К-2790 см², стерневой фон (2015-2018 гг.)

Повторно-сти	Фазы учета											
	кущение - выход в трубку			выметывание (колошение)			цветение-молочная спелость			полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	204,91	167,55	148,12	297,32	269,89	248,1	164,98	174,76	149,04	274,43	253,30	228,04
2	137,9	117,94	109,30	227,81	216,58	201,45	198,07	189,54	168,23	275,65	249,84	232,14
3	112,32	87,89	79,58	667,11	610,05	554,12	265,58	249,75	241,86	170,01	154,95	148,80
4	110,71	97,90	84,16	349,22	338,88	308,85	328,76	322,96	301,03	154,12	135,12	127,42
5	298,54	286,65	254,68	455,04	426,3	398,30	214,09	225,65	198,45	256,85	239,04	226,74
6	371,46	321,78	319,70	165,2	155,06	139,48	328,05	307,90	29976	183,21	164,46	159,12
7	312,19	283,82	275,44	205,51	185,98	178,54	275,96	254,08	238,05	183,42	164,74	154,81
8	350,48	329,58	321,29	164,05	144,45	132,28	434,76	421,97	401,22	239,05	211,86	210,04
9	448,42	394,13	375,15	426,52	409,14	401,18	314,87	310,53	307,94	159,02	136,93	124,79
10	462,22	430,92	412,21	494,86	473,12	453,04	243,76	211,20	203,37	154,46	130,36	124,46
Среднее	280,9	251,8	237,9	345,3	322,9	301,5	276,9	266,8	321,9	205,0	184,1	173,6
Сумма Р	2809,2	2518,2	2379,6	3452,6	3229,5	3015,34	2768,88	2668,34	32185,19	2050,22	1840,6	1736,3

Динамика формирования площади листовой поверхности образца проса К-2851 см², паровой предшественник (2015-2018 гг.)

Повтор- ности	Фазы учета											
	кущение – выход в трубку			выметывание (колошение)			Цветение – молочная спелость			Полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	148,42	149,06	124,05	102,31	121,14	99,58	186,32	176,09	171,29	164,08	153,97	139,01
2	71,47	69,38	54,12	140,46	152,98	129,18	197,56	184,44	181,91	111,57	113,08	129,76
3	98,1	90,09	87,41	235,1	241,9	209,42	128,09	129,64	110,04	297,75	286,02	254,04
4	55,68	54,88	48,19	157,76	164,48	144,49	112,04	108,95	94,37	87,23	89,11	69,02
5	56,27	54,05	45,58	172,51	181,16	161,05	143,56	132,95	109,45	119,37	124,09	103,37
6	97,05	92,06	79,12	175,02	184,46	169,14	187,11	164,47	159,85	142,09	158,63	132,28
7	115,28	109,65	94,49	82,32	94,12	72,48	138,82	128,89	117,74	164,76	132,64	148,11
8	117,61	122,89	104,47	129,94	132,27	119,94	357,17	332,28	302,21	101,75	98,05	99,07
9	106,54	95,55	84,19	111,77	121,14	102,25	154,08	143,11	117,78	101,67	109,05	87,77
10	120,69	109,07	101,90	128,46	138,19	114,07	164,26	159,05	141,04	98,04	96,12	74,49
Среднее	98,7	94,7	82,4	143,6	153,2	132,2	176,9	165,9	150,5	138,8	136,0	123,6
Сумма Р	987,11	946,68	823,52	1435,65	1531,84	1321,6	1769,01	1659,87	1505,68	1388,31	1360,76	1236,92

Динамика формирования площади листовой поверхности образца проса К-2851 см², стерневой фон (2015-2018 гг.)

Повтор-ности	Фазы учета											
	кущение – выход в трубку			выметывание (колошение)			цветение – молочная спелость			полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	196,3	195,11	178,94	169,13	153,12	148,07	143,12	137,87	124,47	134,75	139,05	117,04
2	171,17	171,30	153,36	158,06	147,14	129,14	134,09	142,95	126,09	75,23	74,97	53,11
3	232,14	224,22	211,15	137,41	141,12	118,46	112,03	104,09	98,43	123,11	116,03	109,97
4	122,98	118,19	112,35	198,98	186,84	169,17	271,12	264,11	243,11	126,67	129,54	117,75
5	140,24	132,61	123,04	198,99	177,94	154,58	165,32	167,09	148,87	112,90	107,74	98,03
6	104,77	99,96	88,91	182,18	179,25	168,05	156,8	148,98	129,97	134,97	124,05	117,01
7	111,63	97,52	101,14	135,1	139,14	121,24	98,34	83,75	80,05	87,34	82,26	71,11
8	79,8	73,08	65,97	318,13	294,48	244,08	80,45	78,10	65,17	94,02	74,09	55,90
9	82,8	77,71	63,12	167,66	159,15	138,14	154,43	148,12	131,06	99,37	101,02	92,27
10	117,16	117,6	104,24	112,03	109,7	98,81	101,46	99,97	85,54	211,08	205,06	198,04
Среднее	135,9	130,7	120,2	177,8	168,8	148,9	141,7	137,5	123,3	119,9	115,4	103,0
Сумма Р	1358,99	1307,3	1202,22	1777,67	1687,88	1489,74	1417,16	1375,03	1232,76	1199,44	1153,81	1030,23

Приложение В9

Динамика формирования площади листовой поверхности образца проса К-8597, см², паровой предшественник (2015-2018 гг.)

Повтор-ности	Фазы учета											
	Конец кущения – выход в трубку			Начало выметывания (колоше-ние)			Цветение – молочная спе-лость			Полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	108,42	93,41	87,12	129,76	134,12	128,12	56,98	61,23	48,95	64,18	61,29	56,97
2	190,75	201,6	175,65	98,68	105,04	87,75	90,05	84,34	75,65	50,95	48,84	47,72
3	68,7	67,13	56,24	209,46	196,73	185,56	87,12	83,45	69,93	124,76	112,07	105,74
4	70,13	67,54	59,12	106,79	101,72	94,59	76,86	80,09	63,39	75,13	64,35	63,39
5	89,58	85,68	71,96	63,00	74,19	54,12	77,96	68,76	52,29	39,95	41,18	37,06
6	104,54	105,64	94,23	94,30	81,24	69,94	65,46	61,58	54,49	74,56	69,90	63,25
7	101,42	95,55	84,09	104,66	96,56	84,23	84,7	73,39	64,49	33,86	34,46	31,28
8	48,48	47,74	39,75	99,71	86,12	72,20	94,54	88,92	72,26	38,83	36,67	29,07
9	60,41	57,54	48,87	112,85	102,4	93,05	85,78	74,19	65,05	64,32	56,09	48,95
10	99,7	94,08	77,79	103,21	96,12	85,43	154,2	139,54	124,04	39,76	29,01	28,11
Среднее	94,2	91,6	79,5	112,2	107,4	95,5	87,4	81,6	69,1	60,6	55,4	51,2
Сумма Р	942,13	915,9	794,8	1122,4	1074,2	954,99	873,65	815,5	690,54	606,3	553,86	511,5

Динамика формирования площади листовой поверхности проса К-8597 см², стерневой фон (2015-2018 гг.)

Повторности	Фазы учета											
	Конец кущения – выход в трубку			Начало выметывания (колошение)			Цветение – молочная спелость			Полная спелость		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
1	169,25	175,62	154,19	94,59	84,72	77,12	54,32	52,46	43,30	64,57	62,98	53,95
2	233,94	236,96	214,02	84,83	85,01	71,30	101,08	94,12	83,94	52,36	49,01	38,12
3	125,2	119,95	102,30	72,22	76,16	58,14	89,94	76,63	69,94	84,12	76,39	61,95
4	111,14	105,84	97,12	100,82	93,41	84,38	102,08	98,64	86,64	81,09	72,75	64,48
5	110,86	107,46	99,44	52,71	56,98	45,19	87,12	72,09	65,51	62,14	59,79	44,21
6	114,95	120,83	116,54	84,28	74,59	69,27	68,76	59,04	48,90	48,90	44,07	33,01
7	141,04	132,34	121,19	71,95	77,91	68,24	69,97	53,38	39,53	54,18	52,11	42,16
8	111,27	110,79	104,28	119,06	108,3	101,15	74,60	63,21	54,96	75,51	71,96	54,28
9	180,92	183,89	158,25	77,01	77,95	68,19	64,19	54,12	46,73	54,09	50,74	46,90
10	197,88	182,95	165,04	123,87	127,76	119,21	64,53	52,41	41,24	50,04	48,19	39,04
Среднее	149,7	147,7	133,2	88,1	86,3	76,2	77,7	67,6	58,1	62,7	58,8	47,8
Сумма Р	1496,5	1476,6	1332,37	881,34	862,79	762,19	776,59	676,1	580,69	627	587,99	478,1