

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОМСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ П.А. СТОЛЫПИНА»
(ФГБОУ ВО Омский ГАУ)**

На правах рукописи

БЫКОВА КСЕНИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

**ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ НУТА (CICER.L)
И СОЗДАНИЕ ИСХОДНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ЕГО СЕЛЕКЦИИ
В ЮЖНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ**

06.01.05 – Селекция и семеноводство сельскохозяйственных растений

Диссертация
на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:
доктор с.-х. наук, профессор
Казыдуб Н.Г.

Омск-2017

Содержание

Введение.....	4
1. Нут как объект исследований (обзор литературы).....	9
1.1. Происхождение, эволюция и распространение	9
1.2. Характеристика нута как пищевой культуры.....	14
1.3. Морфологические и биологические особенности	18
1.4. Генотипические основы селекции нута.....	22
1.5. Развитие методов культуры тканей нута.....	34
1.6. Болезни и вредители нута.....	37
1.7. Направления и достижения современной селекции нута.....	38
2. Условия, объект и методика проведения исследований.....	41
2.1. Почвенные условия южной лесостепи Омской области.....	41
2.2. Климатическая характеристика.....	42
2.3. Метеорологические условия в годы проведения исследований.....	44
2.4. Объект и методика исследований	47
3. Характеристика образцов нута по хозяйственно-ценным признакам.....	52
3.1. Продолжительность и структура вегетационного периода.....	52
3.2. Компоненты продуктивности.....	56
3.3. Пригодность к механизированной уборке.....	60
3.4. Клубенькообразующая способность.....	63
3.5. Жизнеспособность пыльцы.....	66
3.6. Устойчивость к болезням и вредителям.....	68
3.7. Химический состав и качество семян.....	69
3.8. Показатели корреляционной зависимости основных хозяйственно- ценных признаков.....	71
3.9. Кластерный анализ образцов нута.....	81
4. Создание и оценка исходного материала для селекции нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири.....	87

4.1. Наследование и наследуемость хозяйственно-ценных признаков гибридами F_1 и F_2 нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири.....	90
4.2. Селекционно-генетическая оценка гибридов F_3 нута по хозяйственно-ценным признакам в условиях южной лесостепи Западной Сибири.....	96
Заключение.....	101
Рекомендации для селекционной практики и производства.....	103
Библиографический список.....	105
Приложения.....	117

Введение

Актуальность темы

Большое значение в повышении общего уровня и качества белкового питания населения имеют продовольственные зернобобовые культуры, среди которых по питательности и многообразию использования в пищевых целях выделен нут. Его пищевая ценность определяется значительным содержанием белка в семенах и наличием незаменимых аминокислот. В семенах нута содержится от 17 до 32% белка и от 2 до 3,5% жира, до 50% крахмала, а также витамины: С, каротин, В₁, В₂, В₆, РР [82]. Нут также используют как кормовое, лекарственное и декоративное растение.

Для разнообразного питания населения ассортимент зернобобовых культур, используемых на территории Западной Сибири, следует расширить.

Нут (*Cicer arietinum* L.) – вторая зернобобовая культура в мире по посевным площадям и третья – по производству. Сегодня нут культивируется в странах Центральной и Средней Азии, Восточной Африки, Восточной Европы, Америки, Австралии [58, 61].

В РФ за последние несколько лет производство нута возросло в несколько раз, поскольку он стал выгодной экспортной культурой. Однако современные сорта нута восприимчивы к болезням, страдают от засухи и имеют сильные колебания урожайности по годам. Одним из путей улучшения культуры может быть интрогрессия генов адаптивности из старых местных сортов, особенно из мест генетического разнообразия вида – центров его происхождения: первичного – Турции и вторичного – Эфиопии.

Увеличение посевных площадей под нутом сдерживается недостаточной изученностью биологии и генетического потенциала культуры, в связи с этим весьма актуальны в сибирском направлении научных исследований в западном регионе – зоне рискованного земледелия - комплексное изучение коллекции нута и выделение источников хозяйственно-ценных признаков с целью создания сортов, что определило цели и задачи наших исследований [55].

Степень разработанности темы исследований

Значительный вклад в изучение проблемы селекции и семеноводства нута внесли Надежда Ивановна Германцева, Лариса Павловна Шевцова, Петр Петрович Вавилов, Николай Иванович Васякин, Василий Васильевич Балашов, Ольга Александровна Рожанская, Сауле Кажаловна Макенова (приложение А).

В их работах отражены генетические и морфобиологические особенности культуры, селекционные и семеноводческие методы, хозяйственное значение, дана экономическая оценка.

Цель исследований – провести сравнительную оценку генофонда нута по хозяйственно-ценным признакам и создать новый исходный материал для селекции в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Задачи исследований:

– изучить коллекционные образцы по хозяйственно-ценным признакам и выделить перспективные формы для использования их в селекции в качестве исходного материала при межсортовой гибридизации;

– определить корреляционную зависимость между погодными условиями и основными хозяйственно-ценными признаками;

– провести кластерный анализ образцов нута по продуктивности, пригодности к механизированной уборке, продолжительности вегетационного периода и выделить источники хозяйственно-ценных признаков;

– создать новый гибридный материал нута путем межсортовой гибридизации с комплексом хозяйственно-ценных признаков;

– изучить характер наследования гибридов F_1 и наследуемость хозяйственно-ценных признаков гибридами F_2 нута и провести отбор ценных фенотипов в расщепляющихся популяциях F_3 .

Научная новизна работы. В результате изучения образцов коллекции выделены ценные генотипы нута по отдельным и комплексу селекционных признаков: скороспелости, высокой продуктивности, технологическим каче-

ствам, устойчивости к болезням и вредителям. Установлена зависимость между основными хозяйственно-ценными признаками и погодными условиями. Даны рекомендации для проведения отбора ценных форм и ускорения селекционного процесса. Установлен характер наследования и наследуемость основных хозяйственно-ценных признаков нута. Показана возможность использования кластерного анализа для изучения коллекционного материала и выделения источников селекционно-ценных признаков. Создан ценный гибридный материал путем искусственной гибридизации, проведена его селекционная оценка.

Теоретическая и практическая значимость работы. В процессе исследований изучены элементы структуры урожая, изменчивость количественных признаков. Установлено влияние факторов (температура воздуха, количество осадков и генотип) на величину параметров продуктивности нута. На основе комплексной оценки полевых и лабораторных исследований получен исходный материал, находящийся на разных этапах селекционного процесса, выделены и рекомендованы источники ценных признаков нута адаптированных к местным климатическим условиям. Созданный на основе коллекции исходный материал включен в селекционный процесс лаборатории селекции, семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева кафедры агрономии, селекции и семеноводства Омского ГАУ.

Методология и методы исследования. Научная методология основывается на системном подходе к изучаемой проблеме и комплексном рассмотрении процессов селекции нута. Методологической базой послужили труды отечественных и зарубежных ученых по теоретическим вопросам селекции нута. Для проведения исследований были заложены лабораторные и полевые опыты. Учеты и наблюдения осуществляли согласно методическим указаниям ВИР (1978), статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного, кластерного, корреляционного и регрессионного анализа [41].

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Исходный материал для селекционной практики, полученный на основании комплексного изучения коллекции нута, и выявленные селекционно-генетические параметры культуры по хозяйственно-ценным признакам.
2. Характер изменчивости, наследования и зависимости хозяйственно-ценных признаков нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Апробация результатов

Основные материалы диссертации доложены: на десятой Международной научно-практической конференции «Сибирская деревня: история, современное состояние, перспективы развития» (Омск, 2014); на первой Всероссийской конференции «Теория и практика успеха» (Омск, 2013); на второй Международной молодежной конференции «Поколение будущего» (Омск, 2013); на международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию юбилею агрономического факультета (Омск, 2013); на XIX научно-технической конференции по специальности «Селекция, генетика и семеноводство сельскохозяйственных растений» (Омск, 2014).

За годы обучения в аспирантуре автор выиграла грант на прохождение стажировки в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева по направлению «Биотехнологии в сельском хозяйстве Agro BioTech-14», (Москва, 2014). Принимала участие в конкурсах: «Умник» (Омск, 2013); Всероссийском конкурсе на лучшую работу среди студентов, аспирантов и молодых ученых высших учебных заведений Министерства сельского хозяйства РФ по Сибирскому федеральному округу в номинации «Сельскохозяйственные науки» (Самара, 2016).

Публикации.

Общее количество публикаций на тему исследований – 7. Основные положения диссертации опубликованы в 7 научных работах, в том числе три статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

Структура и объем диссертации.

Диссертация состоит из введения, пяти глав, выводов и рекомендаций производству, библиографического списка, в который включено 114 источников, в том числе 14 на иностранном языке.

Работа изложена на 134 страницах, содержит 25 таблиц, 21 рисунок, 10 приложений.

1. Нут как объект исследований (обзор литературы)

1.1 Происхождение, эволюция и распространение

Нут имеет древнюю историю. На Ближнем Востоке его употребляли в пищу около 7500 лет назад. Одомашненные семена растения найдены в отложениях позднего неолита (приблизительно 3500 лет до н.э.) в Фессалии, Кастанасе, Лерне и Димини. Нут из мезолитических слоев в пещере L'Abeurador в департаменте Од южной Франции датируется 6790 ± 90 лет до н.э.

Нут имеет множество названий – гарбанзо, chickpeas, турецкий горох, бараний горох (из-за угловатой формы зерна и наличия вытянутого носика, напоминающего голову барана), пузырник – что говорит о его популярности в мире.

При раскопках поселений древнего человека в Греции и в Турции в городе Хакилар были обнаружены зерна нута, возраст которых семь тысяч лет. В Ираке найдены семена нута, относящиеся к бронзовому веку (3300 лет до н.э.). Исследователь К.Б. Сингх считает, что в Индии нут возделывался с 2000 года до н.э., остатки зерна, найденные около Орангабада, относятся к 300–100 гг. до н.э.

Первые письменные упоминания о нуте встречаются в «Илиаде» Гомера. Распространялся нут вместе с передвижением людей к западу от бассейна Средиземного моря и на юг в сторону полуострова Индостан через «Шелковый путь». В древние времена семена нута не только употребляли в пищу, но и широко использовали в лечебных целях. Так, Диоскорид сообщает, что нут благотворно влияет на работу желудка как в вареном, так и в жареном виде, и рекомендует использовать нежные молодые семена в качестве десерта [8].

Плиний советует использовать нут в качестве мочегонного средства, стимулирующего роды и выделение женского молока. Считалось, что компрессы из молодых растений нута излечивают воспаления, чесотку, язвы, ра-

ковые опухоли, улучшают цвет кожи, предупреждают кожные заболевания и уничтожают бородавки.

Додонеус сообщает об использовании нута как сексуального стимулятора. Употребление водного настоя семян нута увеличивает мужскую потенцию. Отваром нута избавлялись от камней в почках и в мочевом пузыре.

В классической Греции нут называли *egébinthos*. Он служил основным элементом питания, использовался в приготовлении десертов или подавался сырым. Его жарили на масле и подавали как закуску. Римский гурман Апикиус дает несколько рецептов приготовления блюд из нута. Упомянут нут в «*Capitularedevillis*» Карла Великого (приблизительно 800 год нашей эры) как растение, выращиваемое во всех имперских владениях. Албертас Магнас упоминает красные, белые и черные сорта нута. В XVIII–XIX вв. нут использовался в Европе как заменитель кофе.

В Россию нут завезен из Болгарии через Украину, а также из стран Закавказья и юго-западной Азии, его начали возделывать на полях и огородах в 70-х годах XVIII в.

Производственные посевы нута в засушливых районах России появились в начале 30-х годов XX в. Раньше в СССР зерно нута поступало из республик Средней Азии. Сейчас посевные площади его остались в Нижнем Поволжье, Саратовской, Оренбургской, Пензенской, Астраханской областях, то есть, в районах с резко континентальным климатом [8, 45].

Нут – не очень известная для народов России полевая культура. Основное производство (около 95%) продовольственного нута сосредоточено в развивающихся странах. Индия, Пакистан, Турция, Иран и Сирия – главные производители в Юго-Западном регионе. Несмотря на то, что Индия выращивает много разных видов бобовых культур, на долю нута приходится 43,2% их общего годового производства. В Африке нут возделывают в Эфиопии, Марокко, Танзании, это составляет приблизительно 80% мирового производства нута, в Латинской Америке – 3%. В США площадь посева нута

составляет 150, в РФ Саратовской области – 270 тыс. га., а в Канаде – 250 тыс. га. 95% производства и потребления нута приходится на развивающиеся страны. В 2010 г. посеяно около 11,9 млн га. Производство нута увеличилось за последние 30 лет с 6,6 до 10,0 млн тонн. Большое количество выращивают в Южной Азии (75% мирового производства нута).

В Азии главным экспортером является Турция; в 1996-1998 гг. на её долю приходилось 30% мирового экспорта нута. Так же другими важными странами производства нута являются Пакистан, Турция, Мексика, Канада и Австралия. Австралия начала коммерческое производство нута сравнительно недавно, в основном экспортируя его зерно на рынки Индии, Пакистана, Бангладеш. Мексика – другой крупный экспортер нута сорта *Kabuli* (17% общего экспорта, главным образом, в США).

Крупнейшим импортером нута на сегодняшний день является Индия. За период 1978 – 1980 гг. и 2008 – 2010 гг. площадь под нутом в Индии увеличилась незначительно с 7,6 до 7,9 млн га, а производство за счет прогрессивных технологий – на 40% (с 4,8 до 6,8 млн т) [22, 69].

Международный центр сельскохозяйственных исследований аридной зоны (IKARDA) и Международный институт по изучению культур полуаридных зон (ICRISAT) ежегодно проводят конференции и совещания по работе с пищевыми и кормовыми зернобобовыми культурами. Сотрудники этих центров дают практические рекомендации по выращиванию нута, решают проблему борьбы с вредителями, болезнями и сорняками в его посевах, предлагают новые сорта этой культуры.

Грузинские ученые разработали программу возрождения нута и сои, которая была поддержана Всемирным банком реконструкции и развития. Им удалось за короткий период времени собрать в стране ценную геноплазму и с ее помощью улучшить селекционный материал ИКАРДА и ИКРИСАТ и других международных исследовательских центров, а затем передать перспективные сорта нута (*Зедазени* и *Элексир*) фермерам. Производственные опыты

показали, что сорт нута Зедазени, возделываемый по разработанной учеными Грузии технологии, с особой предпосевной инокуляцией семян обеспечивает высокую урожайность зерна (3,34 т/га) и соломы (2,28 т/га). Данная технология запатентована в семи странах, в том числе и в России.

В условиях засушливой степи Западного Казахстана на темно-каштановых почвах нут сорта Юбилейный способен формировать урожайность зерна до 1,5 т/га. В степной зоне Северного Казахстана урожайность нута Волгоградский 10 составляет 1,3-1,4 т/га, а в сухостепной зоне северо-востока Казахстана 1,2-1,4 т/га [48].

А.И. Заварзин считает, что белковый дефицит – одна из насущных проблем современного агропромышленного комплекса России. Учитывая рыночный спрос, внутрихозяйственные потребности и требования систем адаптивного земледелия, ориентирующегося на биологизацию и экологизацию процессов, они предлагают расширять посевы зернобобовых культур, которые позволят решить одновременно несколько проблем: продовольственную, повышения плодородия почвы, сбалансированности корма по протеину и аминокислотному составу [38].

В решении этой проблемы важная роль отведена нуту, поскольку он отличается высокой урожайностью. Семена богаты питательными веществами. Они содержат 18 - 30% белка, 4 - 8 % жира, 48 - 56% безазотистых экстрактивных веществ (крахмал, сахара и др.), 3,5 - 5% клетчатки, 2,8 - 3,7 % золы, витамины А, В₁, В₂, В₆, С, РР [16, 79].

Основная часть белков семени нута представлена глобулинами. По сведениям Государственной комиссии по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур, содержание белка в семенах и пределы варьирования зависят от района возделывания нута [60].

В приложении Е представлены районы возделывания нута за 2014 год.

Из этого можно сделать вывод, что изучение биохимии и селекция на повышение содержания белка в семенах нута – актуальная тема для исследований.

По данным В.Л. Поликарпова [65], в условиях южной лесостепи Воронежской области урожайность сортов Краснокутский 28 и Краснокутский 36 составляла 1,38 и 1,26 т/га зерна. Для южной подзоны светло-каштановых почв Волгоградской области перспективен сорт Волгоградский 36: урожайность зерна достигала 1,5 т/га, Волгоградский 10 – 1,77 т/га, Приво 1 – 1,8 т/га [18]. Высокая урожайность нута в условиях степной зоны Новосибирской области у сорта Краснокутский 123 достигала 1,03-1,12 т/га [81]. На каштановых почвах Кулундинской степи Алтайского края урожайность этого же сорта 1,0-1,2 т/га, а в степной зоне Кузнецкой котловины – 1,6 - 2,0 т/га. В южной лесостепи Омской области на лугово-черноземной почве урожайность нута Краснокутский 123 достигала 1,4-1,6 т/га, а сорта Волгоградский – 10 – 1,0-1,2 т/га зерна [52].

В Российской Федерации в 2017 г. допущен к использованию 21 сорт нута, семь из них – Краснокутский 195, Юбилейный, Краснокутский 123, Краснокутский 28, Краснокутский 36, Заволжский, Вектор – краснокутской селекции, Волгоградский 10 и Приво -1 – волгоградской, Совхозный – селекции Кубанской опытной станции ВНИИР [74]. На этой станции, расположенной в южной части левобережья Саратовской области, ведется селекция нута с 1931 г. Средняя урожайность зерна нового сорта Заволжский, по результатам конкурсного сортоиспытания в 1999-2001 гг., составила 1,64 т/га, а максимальная на Пугачевском сортоучастке в 1999 г. – 3,66 т/га. По данным А.И. Заварзина, возделывать нут экономически выгодно: в ценах 2002 г. одна тонна зерна нута стоила 3000 руб., ячменя – 1800 руб., а стоимость полученной продукции с каждой тысячи гектаров посевов ячменя составила 2,6, нута – 4,7 млн руб., в 2015 г. цена на нут варьирует уже от 44 до 50 руб. за килограмм [39].

1.2. Характеристика нута как пищевой культуры

Сегодня перед миром стоит сложная задача: достичь продовольственной безопасности и обеспечить сбалансированное питание для всего населения планеты. Статистика неутешительна: около 800 миллионов человек страдают от хронического голода, а примерно два миллиарда – от нехватки одного или более питательных микроэлементов. В то же время более полумиллиарда человек больны ожирением.

Зернобобовые, к которым относится культура нут, уже многие века являются неотъемлемой частью человеческого рациона, однако их питательный потенциал недооценивается, а потребление остается на невысоком уровне.

С 1960 г. мировое производство зернобобовых медленно, но стабильно увеличивается примерно на 1% в год. Однако темпы роста отстают от других основных сельскохозяйственных культур, например, зерновых.

В настоящее время зернобобовые возделываются в мире на 190 млн. га. При этом в РФ немногим более 2 млн га, что составляет менее 1% от мировых. В структуре производства зерна в РФ зернобобовые культуры в 2015 г. составляли всего 2,1%. Между тем, по представлениям специалистов, общая площадь пашни в РФ, на которой возможно введение в севообороты зернобобовых, может превышать 100 млн. га, а сами зернобобовые культуры в частности нут может занимать 1,5- 3,5 млн. га.и более.

В Санкт-Петербурге находится Всероссийский институт растениеводства имени Н.И. Вавилова (ВИР), где хранится крупнейшая в Европе коллекция генетических ресурсов зерновых бобовых. По данным на 1 ноября 2016 г. она насчитывает 46555 образцов, относящихся к 13 родам и более чем к 200 видам семейства Fabaceae. Это представители основных, экономически значимых для РФ культур – гороха, сои, нута, фасоли, вики, чины, чечевицы, люпина, бобов, видов вигны. В настоящее время по РФ районировано 525 сортов зернобобовых культур из них 21 сорт нута.

Генеральной Ассамблеей ООН 2016 год был объявлен Международным годом зернобобовых для повышения осведомленности о многих преимуществах бобов, повышения их производства и товарооборота, а также поощрения новых и более рациональных методов использования на протяжении всей пищевой цепи.

Ниже представлены пять основных направлений, по которым культура нут, вносит полезный вклад: обеспечение продовольственной безопасности и полноценного питания, поддержание здоровья людей, повышение плодородия почв, противодействие изменению климата.

Нут является доступной альтернативой более дорогому животному белку, что делает его идеальным для улучшения рациона питания. Белок, поступающий из молока, например, в пять раз дороже, чем белок, который может быть получен из нута. Содержание протеинов в семенах нута в два раза превосходит их содержание в пшенице и в три раза – в рисе. В нуте мало жиров, и он богат растворимой клетчаткой, потребление которой способствует снижению уровня холестерина и нормализации пищеварения, а высокое содержание в нем железа и цинка делает его мощным инструментом для борьбы с анемией у женщин и детей. Нут является основной составляющей здорового рациона питания, помогает бороться с ожирением, используется для профилактики хронических, сердечно-сосудистых и раковых заболеваний, и, поскольку он не содержит глютена, он также подходит для пациентов с целиакией.

Поскольку культура нут как группа обладает огромным генетическим разнообразием, она также имеет большой потенциал для адаптации к изменению климата, так как позволяет сельхозпроизводителям выбрать новые сорта, чтобы адаптировать свое производство к меняющимся климатическим условиям.

Существует девять причин для включения нута в рацион питания:

1. Низкая жирность

2. Низкое содержание натрия
3. Богатый источник железа
4. Богатый источник белка
5. Высокое содержание клетчатки
6. Высокое содержание фолатов
7. Повышенный источник содержания калия
8. Отсутствие холестерина
9. Отсутствие глютена

Бобовые культуры по праву занимают первое место в хит-параде правильных продуктов. Нут, фасоль, соя, чечевица – это кладези клетчатки, витаминов, белков и минералов. После многолетних исследований выяснилось, что всего 20-30 граммов нута, фасоли, гороха или чечевицы, съедаемые ежедневно, способны серьезно улучшить здоровье (активно выводится вредный холестерин, а риск заболеть раком резко снижается). И это не все. Фолиевая кислота и фитоэстрогены повышают настроение и помогают справиться с депрессией. Вегетарианцев, страдающих из-за несбалансированного питания, они насытят полным набором необходимых человеку аминокислот.

Любые бобовые и, в частности, нут – это просто золотые прииски элементов для борьбы со старением, но исследования показывают, что нут содержит наибольшее количество антиоксидантов – ключевых компонентов в вопросе продления молодости. Это витамины Д, Е и А, которые признаны обладающими способностью восстанавливать поврежденные клетки в организме.

Содержание белка в семенах нута варьирует от 20,1 до 32,4 %. По количеству основных незаменимых кислот – метионина и триптофана – нут превосходит другие бобовые культуры. Семена нута содержат много фосфора, калия и магния. Нут – хороший источник лецитина, рибофлавина (витамина В₂), тиамина (витамина В₁), никотиновой и пантотеновой кислот, холина. Содержание витамина С в семенах нута варьирует от 2,2 до 20 мг на 100 г

биомассы. В его листьях обнаружены щавелевая, лимонная и яблочная кислоты. В зависимости от сорта содержание жира в семенах нута колеблется от 4,1 до 7,2 %, по этому показателю нут превосходит другие бобовые культуры, кроме сои.

В зонах выращивания нута его широко используют для продовольственных и кормовых целей, а также в качестве сырья для консервной и пищевой промышленности. Главное назначение нута – продовольственное [51].

Семена нута употребляют в пищу обычно в вареном и жареном виде как лакомство, а также для приготовления супов, вторых блюд, гарниров, пирожков и национальных кушаний. Из жареных дробленых семян готовят брикеты в смеси с изюмом, семенами кунжута или грецким орехом [55; 77].

Нут используют и при изготовлении консервов, которые отличаются высокой питательностью и хорошими вкусовыми качествами.

Добавление нутовой муки (в количестве 10-20 %) к пшеничной при выпечке хлеба и изготовлении кондитерских и макаронных изделий повышает питательность и вкусовые свойства продуктов. Из муки нута в чистом виде или смеси с молочным порошком приготавливают питательную кашу для детей [51].

Мы живем в парадоксальном мире, одновременно населенном сотнями миллионов тучных людей и почти миллиардом хронически голодающих. Ответ на непростые вопросы, стоящие перед стремительно растущим населением планеты, могут дать зернобобовые, в частности, культура нут – благодаря своей универсальности, приспособляемости, высокой урожайности и исключительной пищевой ценности, он является отличным решением и дает надежду на благоприятное и светлое будущее.

1.3. Морфологические и биологические особенности

Нут – *Cicer arietinum* L. (бараний горох, пузырник) – однолетнее растение, относится к семейству бобовые (Fabace), (Fabace LidI) ботанического порядка Бобоцветные (Fadales Nakai).

В статье «Теоретические основы селекции» Н.И. Вавилова [20] указаны центры происхождения культурных растений, их близких сородичей. По его материалам нут имеет три центра происхождения:

1. Индостанский центр происхождения и формообразования. В Индии, расположенной в стороне от ареала рода *Cicer*, издавна возделывались мелкосемянные формы темно-коричневой и черной окраски. Может быть, там находится вторичный генетический центр культурного нута.

2. Бассейн Средиземноморья. *Cicer arietinum* L. – нут культурный (2п = 16, 32). В диком состоянии неизвестен. Формы, как и в индийском очаге, мелкосемянные (ssp. asiaticum).

3. Средиземноморский центр. *Cicer arietinum* L. – нут культурный (2п = 16, 32). Важное пищевое растение в Иране и Турции (Малой Азии). Для Малой Азии характерен крупносемянный культурный тип местных сортов. Западная и южная части Малой Азии – первичный генетический центр крупносемянных форм культурного нута [81].

В культуре возделывается один вид – Нут культурный (*Cicerarietinum* L). Г.М. Попов делит *C. arietinum* на четыре подвида: восточный, азиатский, евразийский, среднеземноморский, а каждый подвид, в свою очередь, делит на разновидности. Наибольшее значение имеет евразийский подвид. Н.А. Майсуриан делит этот подвид на три группы: южно-европейскую, среднеевропейскую и анатолийскую. Корневая система – стержневая, с хорошо развитым главным корнем, который проникает в почву на глубину до 100 см и более. Около 50% корневой системы развивается на глубине до 20 см. На корнях образуются клубеньки с азотфиксирующими бактериями [64, 84].

Стебель прямостоячий, разветвленный, сжатой или раскидистой формы. Ветвление начинается около основания стебля или в средней части, в зависимости от сорта. Высота растений колеблется от 20 см до 1 м, в среднем 45-55 см. Окраска зеленая, с различными отклонениями от светло - до темно-зеленой с наличием или отсутствием антоциановой пигментации. Форма куста от штамбовой до раскидистой, высотой от 40 до 70 см.

Форма листочков эллиптическая или обратнойцевидная, длина от 9,3 до 20,7 мм, ширина – от 3,5 до 11,3 мм. Окраска листьев зеленая, серозеленая, желто-зеленая, иногда с фиолетовым оттенком.

Листья, стебель и створки боба покрыты мелкими волосками, играющими защитную роль для растения.

Цветок. Цветоносы одноцветковые, изредка двухцветковые. Цветки пятичленные, мелкие, окраска венчика чаще всего белая или фиолетовая, хотя могут быть вариации розового, светло-розового, темно-розового, голубого или желто-зеленого оттенков. Между окраской цветков и семян существует корреляция: светлые семена формируются на растениях с белыми цветками, темные – с розовыми и фиолетовыми. Нут – растение самоопыляющееся. С.П. Кульжинский в своих работах отмечает, что опыление у нута происходит еще в бутоне, когда венчик не раскрылся [50].

Плод – боб овально-продолговатой, овальной или ромбической формы, длиной 1,5-3,5 см, с пергаментным слоем, при созревании не растрескивается. Спелые бобы окрашены в разные оттенки: белосемянные сорта – соломенно-желтые, зеленосемянные – зеленоватые, темноссемянные – сизо-фиолетовые. Количество семян в бобе 1-2, редко 3.

Зерно нута характеризуется наличием вытянутого носика. Поверхность у него сморщенная или гладкая. Различают три формы зерен: угловатую, похожую на голову барана; округлую, т.е. гороховидную; промежуточную, напоминающую голову совы. Окраска кожуры зерна может быть белой или желтой, оранжевой, серой, зеленой, светло-коричневой, коричневой, черной,

розовой и темно-коричневой, изредка встречаются сорта с пестрой окраской. Во влажных условиях выращивания окраска кожуры зерна имеет более темный оттенок, а при сухих – более светлый. Семядоли обычно желтые, разной интенсивности, в редких случаях встречаются сорта с зелеными семядолями. Масса 1000 зерен колеблется от 60 до 700 г. Обычно по размеру зерна подразделяют на три группы: мелкосемянные – до 200 г; среднесемянные – 200-350 г; крупносемянные – более 350 г [9, 84].

Существует два основных типа нута: *desi*, на его долю приходится около 85%, и *kabuli* – оставшиеся 15% общего производства. У типа *desi* зерно относительно мелкое, сморщенное, лилового, коричневого цвета с толстой семенной оболочкой. У *kabuli* – кремовые и белые, достаточно крупные зерна с тонкой семенной оболочкой, которые высоко ценятся на мировом рынке.

Нут не требует почв высокого качества, разве что тяжелые земли не любит. Поскольку корневая система у него глубокая, то наличие песка очень поможет. Уровень pH должен быть от 6 до 9, более низкие показатели увеличивают вероятность заболевания грибковыми заболеваниями. Отзывчив на кальций. Если температура почвы при посадке слишком низкая, всходы задерживаются, в период вегетации ночная температура должна быть 21-24°C, дневная – 29-30°C. Проблемы с высокой температурой у нута могут быть только тогда, когда она выше 40°C. Не любит слишком большой влажности и много осадков. Посадка – ранней весной.

Относят нут к группе зернобобовых культур, не выносящих семядоли на поверхность почвы. У него сразу появляются настоящие листья, но с меньшим числом листочков в них. Оставление семядолей в почве позволяет и глубже заделывать семена, и тем самым избегать вытеснения их из почвы в процессе прорастания. При этом формируются растения с более мощными корнями, которые прочнее удерживаются в почве и имеют повышенную продуктивность [36].

Нут – культура теплолюбивая, отличается высокой засухоустойчивостью. Его можно сравнить с чиной по посевной засухоустойчивости. Природа нута такова, что хорошо развитая корневая система глубоко проникает в почву и снабжает его влагой, а опушённые стебли и листья предохраняют растение в период жары и суховея. Хорошо переносит почвенную засуху и мало поддается губительному действию атмосферных засух. Нут обладает важной биологической особенностью – в период засухи приостанавливает свой рост, а при наступлении благоприятных условий возобновляет его и при достаточном количестве тепла обеспечивает хорошую урожайность зерна [20].

Относится к растениям длинного дня. Возделывание культуры в климатических зонах с длинным днем, растения нута ускоряет период цветения. Его вегетационный период – 80-120 дней в зависимости от сорта и условий выращивания [73].

По сравнению с другими зерновыми бобовыми культурами нут менее требователен к почвам. Лучше всего он удаётся на черноземах, серых лесных, каштановых, суглинистых и лесовидных почвах. При возделывании нута на песчаных и супесчаных почвах необходимо дополнительное внесение органических удобрений. Тяжелосуглинистые, заболоченные, с близким залеганием грунтовых вод почвы малопригодны для нута. Оптимальная реакция почвенного раствора для нута – нейтральная или слабощелочная (РН – 6,8-7,4).

Как и другие культуры семейства бобовые, нут обладает способностью накапливать азот в почве. Такую способность растения нута приобрели в результате их симбиоза с клубеньковыми бактериями. При активной азотфиксации около 30 % углеводов, синтезированных растениями в процессе фотосинтеза, затрачивается клубеньками на связывание азота воздуха. Поэтому все приемы, улучшающие рост и развитие растений нута, будут способствовать увеличению количества азота, усвоенного ими из воздуха. После запа-

хивания в почву пожнивных остатков нута почва обогащается азотом, который благоприятно влияет на урожай последующей культуры.

1.4. Генотипические основы селекции нута.

Нут (*Cicer arietinum* L.) - вторая зернобобовая культура в мире по посевным площадям и третья - по производству. Однако, современные сорта нута восприимчивы к болезням, страдают от засухи. Одним из путей улучшения культуры может быть интрогрессия генов адаптивности из старых местных сортов, особенно из мест генетического разнообразия вида – центров его происхождения: первичного – Турция и вторичного – Эфиопии [15].

Геном является интегральным показателем генетической информации, которую несет ядро клетки. Практически это совокупность всех хромосом, которые объединены в единое целое. Он включает количество, форму и размеры хромосом, которые обеспечивают информацией развитие, рост и эволюцию живых организмов. Число соматических хромосом у большинства диких видов нута составляет $2n = 16$ [108]. Некоторые пары хромосом несут четкие морфологические особенности, которые позволяют их классифицировать (рис. 1.1).

У вида *C. reticulatum* L. существует 2 пары хромосом с сателлитами, тогда как другие виды отличаются только одной такой парой. Выявлена разница также по соотношению длины плеч хромосом (г-индекс) у разных видов. Наиболее асимметричным кариотипом характеризуется *C. judaicum* Boiss. Незначительной изменчивостью по г-индексу характеризуется вид *C. arietinum* L. На основе этих исследований следует сделать вывод, что наиболее вероятным предком культурного нута является *C. reticulatum* Ladis. По количеству ДНК в клетке дикие виды можно разделить на 3 группы. Первая из них включает *C. judaicum*, вторая – *C. cuneatum*, *C. bijugum*, *C. pinnatifidum*, *C. reticulatum* и *C. echinospermum*, третья - *C. arietinum*.

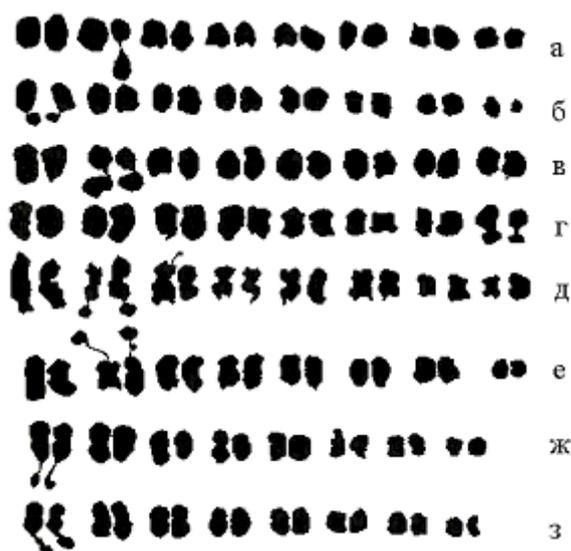


Рис. 1.1. Кариотип: а) *C. judaicum*; б) *C. cuneatum* в) *C. bijugum*; г) *C. pinnatifidum*; д) *C. reticulatum*; е) *C. echinospermum*; ж) *C. arietinum desi*; з) *C. arietinum kabuli*

Культурные сорта нута, имеют самый высокий уровень асимметрии и наибольшее количество ДНК, хотя они несущественно отличаются между собой по форме хромосом (рис. 1.2) [111].



Рис. 1.2. Кариотип сортов нута: а) *desi*; б) *kabuli*; в) ИСС 4918; г) ИСС 4973; д) ИСС 5003 x 2720

В последние десятилетия мы наблюдаем интенсивное развитие молекулярной биологии и генетики, что привело к разработке новых методов анализа полиморфизма ДНК. Среди них особого внимания заслуживает изучение полиморфизма по длине рестриционных фрагментов (ПДРФ). Его суть заключается в обработке выделенной ДНК рестриктазой ферментом, в результате чего формируются фрагменты разной длины. Если потом их поместить на агарный гель, то возможно разделить по скорости перемещения в электрическом поле, которая зависит от их длины. Чем короче фрагмент, тем быстрее он движется при электрофорезе. Сравнивая спектры рестрикций их фрагментов, возможно, исследовать организацию и активность генома и идентифицировать отдельные гены [108].

В исследовании с 30 генотипами нута из 11 стран мира ПДРФ анализировали методом электрофореза при использовании рестриктазы Hind III. Наибольшую вариабельность по количеству полос обнаружили у сортов образцов из Пакистана и Ирака [110]. Методом кластерного анализа из изученных сортов сформировали 18 групп, но связи с происхождением каждого из них не обнаружили. Как правило, в один и тот же кластер входили генотипы из разных стран. Однако установлено, что сорта образцы нута, которые происходят из Пакистана, Ирана, Афганистана, России, Турции и Ливана, выделяются относительно повышенным уровнем генетического разнообразия.

Другая методика, которую интенсивно применяют для изучения геномов различных организмов, является полимеразная цепная реакция (ПЦР), которая позволяет за достаточно короткий период времени получить много копий определенных частей ДНК. Ключевым ферментом этого процесса является ДНК-полимераза. Для идентификации первичных участков ДНК применяют праймеры, которые представляют олигонуклеотиды длиной 10-30 остатков. Вследствие их взаимодействия с ДНК происходит быстрое увеличение количества определенных фрагментов молекулы с известной последовательностью нуклеотидов.

Основные хозяйственно-ценные признаки нута: урожайность, химический состав, вегетационный период, приспособленность к механизированной уборке и многие другие являются количественными. Еще в 1943 году К. Mathur [111] отметил, что основную роль в их проявлении играют многочисленные ассоциации генов (полигены) с относительно небольшими индивидуальными эффектами, которые сильно изменяются под влиянием условий окружающей среды.

Внутривидовая гибридизация остается основным методом создания исходного материала для последующего отбора элитных растений, которые дают начало новым сортам нута, поэтому изучение наследования количественных признаков и в настоящее время актуально. Знание закономерностей, действующих в расщепляющихся гибридных популяциях, позволяет более эффективно проводить отбор, выбраковывать малоценные и хранить перспективные генотипы, что в результате снижает затраты на создание сорта. Наиболее важными закономерностями наследования признаков, интенсивно изучающийся в настоящее время, являются: эффект гетерозиса, уровень наследования, который характеризуется степенью доминирования и характером взаимодействия генотип-среда, трансгрессивные расщепления.

Эффект гетерозиса, характерный для гибридов первого поколения, был использован в ряде исследований по зернобобовым культурам. На примере сое были предприняты попытки создания гибридов для производственных целей. Однако ряд трудностей при получении гибридных семян, выделении стерильных растений и опылении самоопыляющихся культур мешает использовать гетерозис в масштабах, превышающих уровень эксперимента. Однако установлено, что отбор высокопродуктивных растений, как правило, более вероятен в высокогетерозисных гибридных популяциях ранних поколений [108,110]. Эффект гетерозиса у нута изучен слабо. Так, А.Mangal, P.Bahl [112] отмечали как положительный, так и отрицательный гетерозис по

производительности в зависимости от гибридной комбинации, хотя в большинстве случаев он был небольшим.

Для правильной работы с гибридными популяциями в ранних поколениях необходимо иметь достаточно полную информацию о характере проявления у потомков основных признаков, предоставляемый показатель степени доминирования и характер расщепления в гибридных популяциях.

Изучение трансгрессивного расщепления в селекционно-генетических работах необходимо для определения закономерностей создания форм с максимальным проявлением хозяйственно-ценных признаков в процессе селекции на увеличение урожайности и улучшение адаптивных свойств сельскохозяйственных культур. D.Bhapkar, J.Patil [113] при проведении гибридологического анализа результатов скрещивания линий нута Чикоди и Бронзовый, которые отличаются цветом листьев, венчика и кожуры семян, в F_2 наблюдали расщепление по цвету листьев в соотношении 3:1, цветом венчика – 9 : 7, цветом семян – 15: 1. На основании этих данных и изучения потомства F_3 авторы делают вывод о том, что цвет листьев нута контролируется двумя комплементарными генами, один из которых сцеплен с дубликатным геном цвета семян (величина кроссинговера 12,43%). Аналогичное расщепление по цвету кожуры семян было получено в других опытах с различными генотипами [108,114].

В Международном научно-исследовательском сельскохозяйственном институте полусасушливых тропиков (ICRISAT) с помощью гамма-лучей индуцировали мутантную форму нута с детерминантным типом роста [114]. Растения этого типа выделялась кустовым габитусом, малым количеством цветков и не формировали бобов. Пыльцевые зерна имели нормальный вид и окрашивание ацетокармином, но были мелкие по размеру, более округлой формы по сравнению с фертильными растениями. При искусственном опылении этого мутанта индетерминантной формой получили гибриды F_1 нормального типа роста, что свидетельствует о рецессивном характере призна-

ка. Авторы предложили символ sd для обозначения признака детерминантного типа роста [111].

Успехи селекционеров в изучении и создании новых сортов неоспоримы. Но современные веяния в сельскохозяйственном производстве к сортам предъявляют новые требования.

В настоящее время работы ведутся по всем направлениям селекции, но все же основной упор приходится на сокращение вегетационного периода без потери продуктивности сорта. Немаловажным показателем остается и высокая устойчивость к болезням и вредителям. Следует учитывать погодные условия зоны возделывания, соответственно создаваемые сорта должны им отвечать. Для условий южной лесостепи Западной Сибири необходимы сорта с коротким вегетационным периодом, повышенной холодоустойчивостью на первых фазах развития, имеющие равномерное созревание, адаптированные к определенной длине дня. Сорта должны быть иммунными к грибным и бактериальным заболеваниям.

При создании сорта следует учитывать его назначение (зерновое, овощное, универсальное) и способ возделывания (чистые или смешанные посева, посева в теплице, при орошении и т. д.). Следует принять во внимание и требования к сорту, зависящие от традиционных привычек и вкусов населения.

Селекция на продуктивность. Создание сорта с высоким показателем продуктивности – это показатель эффективности селекционной работы для всех культур.

Но увеличение продуктивности представляет одну из самых сложных задач, так как этот признак комплексный по многим показателям. Для её решения проводятся масштабные и трудоемкие работы.

Так, по данным А. Мережко, в СИММУТ только сотая часть гибридных комбинаций дает линии, выпускаемые в качестве сортов. Еще более наглядно это прослеживается по бывшей югославской селекции, где за 9 лет

прошли конкурсное сортоиспытание 2000 образцов. Из них 17 переданы в Государственное испытание, 7 – районированы и лишь 2 сорта получили широкое распространение в производстве.

Сложная ступенчатая гибридизация – основной метод селекции на продуктивность. В настоящее время селекция на продуктивность развивается очень интенсивно, отметим таких видных ученых, как Надежду Ивановну Германцеву, Василия Васильевича Балашова [23, приложение А].

Основными элементами структуры семенной продуктивности нута являются: количество продуктивных узлов на растении, число бобов с растения, масса 1000 семян, масса семян с растения. Эти элементы связаны с сопутствующими признаками: высотой растения, количеством ветвей, облиственностью и др. Между некоторыми вышеперечисленными признаками обнаружена отрицательная корреляция, однако путем гибридизации можно изменить характер корреляции и получить более продуктивные трансгрессивные, чем родительские формы, генотипы.

Вероятность создания положительных трансгрессий увеличивается при скрещивании родительских форм, подобранных по принципу различий по элементам продуктивности, а также тех, которые относят к разным типам. Каждому сорту присущи определенные проявления и зависимость элементов структуры семенной продуктивности, степень их изменчивости. Формы с различными признаками структуры продуктивности могут давать практически одинаковые урожаи и, наоборот, подобные по многим элементам, но резко отличающиеся хотя бы по одному из них, будут иметь разную продуктивность. Преимущество одного элемента может быть нивелировано негативным влиянием другого [60].

Селекция на продолжительность вегетационного периода

В условиях лесостепи Западной Сибири работа над сокращением вегетационного периода без потери продуктивности – одно из основных направлений селекции. Продолжительность вегетационного периода – ре-

шающий показатель пригодности сорта к определенной зоне, также этот показатель влияет на продуктивность и качество. Селекция на скороспелость затруднена тем, что продолжительность вегетационного периода тесно коррелирует с показателем продуктивности. Часто скороспелые сорта менее продуктивны, чем позднеспелые [10, 11, 30].

В селекции нута на скороспелость необходимо учитывать не только продолжительность всего вегетационного периода, но и межфазных периодов: посев – всходы, всходы – цветение, цветение – биологическая спелость.

При селекции на продолжительность вегетационного периода подбор родительских пар должен осуществляться с целью создания сорта, максимально адаптированного к условиям региона. Выделенные образцы должны различаться по продолжительности фаз: у одного образца короткими должны быть одни фазы, у второго – другие. Подбирая для скрещивания образцы с разной продолжительностью отдельных фаз, можно добиться сочетания наиболее коротких из них и создать скороспелый сорт с повышенной урожайностью [64].

Вегетационный период нута составляет 80-120 сут, в зависимости от сорта и условий выращивания. Нут – культура длинного дня по фотопериодической реакции, поэтому не следует проводить посев в более поздние сроки, так как это укорачивает фазы вегетационного периода и уменьшает урожай.

Оценку образцов проводят с помощью учета начала и окончания фаз фенологического развития. Начало фазы отмечают, когда в нее вступают 10-15 % растений, а окончание – при 75%.

При селекции на скороспелость следует подбирать для скрещивания сорта с разной длительностью отдельных фаз, таким путем получить более скороспелый сорт. Причем у одного родительского сорта короткими должны быть одни фазы, у второго – другие. Основное требование при таком под-

боре – точное знание фенологии обоих исходных сортов. В своей основе метод аналогичен предыдущему [12].

Продолжительность вегетационного периода в связи с важностью этого показателя изучают на всех этапах селекционного процесса. Практически ее определяют на основании учета данных сроков наступления каждой фазы [14, 83].

Селекция на повышенную клубенькообразующую способность

Отечественные селекционеры, в основном, не занимались проблемой повышения клубенькообразующей способности, хотя это самостоятельное и важное направление селекции: высокая клубенькообразующая способность служит существенным фактором повышения урожайности сорта.

Кроме того, сорта с высоким уровнем симбиоза активных клубеньковых бактерий и растений способны в определенной степени обеспечивать себя азотом, который не повышает содержания нитратов в семенах и зеленых бобах, это очень важно для получения экологически чистой продукции [14].

Учитывая роль нута как предшественника для многих сельскохозяйственных культур, предпочтительны сорта с высокой клубенькообразующей способностью и высокой интенсивностью азотфиксации. Почва после таких сортов для последующих культур в севообороте содержит большое количество азота и более плодородна.

Способность бобовых растений в симбиозе с клубеньковыми бактериями усваивать атмосферный азот обеспечивает им экологические преимущества в условиях дефицита азота. Использование этого свойства в сельскохозяйственной практике позволяет значительно уменьшить или полностью исключить применение минеральных удобрений без существенного снижения урожайности бобовых культур, сохраняя плодородие почвы [45, 98].

Биологическая фиксация азота может быть главным рычагом, которым следует воспользоваться при решении проблемы растительного белка. При включении азота воздуха в биологический круговорот обеспечивается производство дополнительного белка. Белковая продуктивность культур, способных к образованию азотфиксирующих клубеньков при благоприятных условиях симбиоза, во много раз превосходит белковую продуктивность культур, не обладающих таким свойством [25, 28, 70].

Учитывая важность этой проблемы, селекционерами в последнее время проводится большая работа по выделению источников с высокой клубенькообразующей способностью, которые можно использовать в селекции для повышения интенсивности азотфиксации [44].

Лидером по изучению нута по всем направлениям селекции является Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Всероссийский научно - исследовательский институт зернобобовых и крупяных культур. Институт выполняет и координирует научные исследования по важнейшим направлениям повышения эффективности и развития агропромышленного комплекса России.

Разработанные этим институтом технологии возделывания способствуют максимальной реализации биологического потенциала новых сортов и получению экологически безопасной продукции при возможном снижении энергетических затрат. Так, биологизированная энергосберегающая технология возделывания нута, предусматривающая применение органических удобрений в виде соломы и фитомассы пожнивных сидератов зернобобовых культур, совместно с внесением стартовой дозы ($N_{20}P_{20}K_{20}$) минеральных удобрений обеспечивает урожай экологически чистого зерна – 3,4-3,72 т/га. В настоящее время изучаются особенности формирования совместных посевов зернобобовых культур [15, 72].

Приемы, ускоряющие селекционный процесс нута

В условиях сложившегося состояния российского рынка и учитывая программу по импортозамещению, селекционный процесс требует ускорения. В настоящее время есть разработаны наиболее быстрые и эффективные методы с использованием последних достижений агрономической науки.

Изначально следует правильно подобрать родительские пары и в последующем наиболее целесообразно проводить отбор гибридных растений. Работа осложнена тем, что изучение хозяйственно-ценных качеств новых форм и их размножение – довольно продолжительный процесс.

Селекционный процесс состоит из трех этапов: отбор нужных генотипов исходных родоначальных растений; выбор популяций для отбора; испытание потомств и их размножение до производственного уровня. Создание нового сорта длится 10-12 лет и более.

Селекция нута производится методами педегри, массового отбора, беккрасса и множественного скрещивания. Однако в случаях более сложного наследования и необходимости изучения расщепляющихся поколений требуются слишком большие объемы популяций, и очень редко можно получить желаемое сочетание двух признаков в ранних поколениях. В таких случаях более пригоден индуцированный мутагенез, особенно если один из желаемых признаков имеется у хорошо адаптированного высокоурожайного местного сорта. В Пакистане значительно возросли площади под нутом после выведения устойчивого к *Ascochyta blight* и высокопродуктивного сорта CM72, полученного путем облучения γ -лучами в дозе 15 крэд местного высокоурожайного, но неустойчивого к *A. blight* сорта. По мнению Н.А. VanRheenen с коллегами, нут очень тяжело поддается генетическому улучшению, но обработка семян этилметаносульфидом (ЭМС) в концентрации 0,1% в течение 4 часов или облучение γ -лучами в дозе 30-45 крэд дает в M_2 большой спектр качественной и количественной изменчивости. Индуцированный мутагенез применяется и для создания дополнительных генных маркеров [68].

Отечественные сорта нута создавались методами индивидуального и массового отбора местных сортов, гибридных комбинаций, спонтанных гибридов [56].

На всех этапах возможны варианты сокращения селекционного процесса. Для более эффективной работы используют камеры с искусственным климатом. Фитотроны – сложные инженерные сооружения, позволяющие с высокой точностью создавать заданный режим по температуре, освещенности и относительной влажности воздуха. В сооружениях с искусственным климатом есть возможность получить по 2-3 урожая в год и таким образом сократить селекционный процесс на 1-2 года. Фитотроны и другая техника ускоряют только начальные этапы селекции.

На начальных этапах следует применять различные методы оценки на устойчивость к болезням, к погодным условиям, пригодность к механизированной уборке и др.

С помощью таких оценок можно своевременно выбраковать неподходящий материал и ускорить размножение лучших образцов.

Можно сэкономить время и на завершающих этапах селекции при совершенствовании методики сортоиспытания и своевременном проведении экологического испытания, которое организуется для сортов, подготовленных к передаче в Государственное сортоиспытание. Его проводят в течение одного года в разных природных зонах предполагаемого использования сорта. Экологическое сортоиспытание позволяет выявить реакцию сорта на различные условия выращивания, оценить экологическую пластичность культуры и решить вопрос о целесообразности его передачи в Государственное испытание. Сорта, показавшие в экологическом сортоиспытании хорошие результаты, быстро адаптируются на обширной территории. Использование экологического испытания позволяет сократить срок изучения гибридных популяций на 1-2 года и решить вопрос об ареале Государственного испытания.

П.П. Лукьяненко в Краснодарском научно-исследовательском институте сельского хозяйства им. П.П. Лукьяненко (Краснодарский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. П. П. Лукьяненко) и П.Ф. Гаркавый во Всесоюзном селекционно-генетическом институте (ВСГИ) разработали методы, позволяющие значительно ускорить селекцию растений. При использовании их метода селекционный процесс сокращается на 3-5 лет.

Лучшие выделенные образцы можно испытывать и размножать, минуя отдельные звенья принятой схемы селекционного процесса. Следует организовывать предварительное размножение семян особенно ценных образцов параллельно с конкурсным в Государственном и экологическом сортоиспытании.

1.5. Развитие методов культуры тканей нута

Биотехнология возделывания нута разработана зарубежными специалистами для местных сортов, особенно активно развивают это направление ученые Пакистана и Индии, в экономике которых нут занимает важное место.

Большой вклад в изучение культуры тканей нута внесла доктор биологических наук О.А. Рожанская. В монографии ученого приведена подробная информация о количественной и качественной изменчивости потомств регенерантов и мутантов нута в четырех поколениях. Также обсуждается возможность использования соматоклональных вариаций в селекции.

Первые работы по культуре тканей проведены в 1970-х годах. Образование каллуса на стеблевых и корневых эксплантах происходило в присутствии ауксина дихлорфеноксисукусной кислоты (2,4-Д). В 1974 г. O.L. Gamborg с коллегами сообщили о делении клеток в культуре протопластов листового происхождения В 1979 г. появилась информация о морфогенезе в культуре тканей нута после криосозревания на среде Мурасиге-Скуга (MS): стеблевые апексы в присутствии 2 мг/л индолилуксусной кислоты (ИУК) формировали целые растения, а при замене ее на 2,4- дихлорфеноксисукусную кис-

лота (2,4-Д) дали каллус. В том же году опубликованы сообщения о побегообразовании и ризогенезе в культуре апикальных систем и образовании каллуса из семядолей. В дальнейшем при культивировании нута были получены побеги из стеблевых меристем, каллус и корни в культуре гипокотелей. Семядольные узлы на среде 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4-Д) и кинетина давали каллус, а в присутствии нафтилуксусной кислоты (НУК) – стеблевые почки и корни. N. Altaf и M.S. Ahmad получали целые растения в культуре семядольных узлов и стебельных узлов и апексов, каллус и корни из семян, апексов, молодых листьев, стеблей, семядольных узлов, корней, пыльников. A. Neelam с коллегами сообщили о развитии побегов из гипокотелей и стеблевых апексов, образовании каллуса и корней в культуре семядолей. Y.P.S. Bajaj и S.S. Gosal получили многоклеточную пыльцу и эмбриониды в культуре пыльников. Исследования N. Altaf и M.S. Ahmad показали, что для культивирования тканей нута вполне применимы основные среды Мурасиге-Скуга (MS) и Гамбурга (B5), а фитогормоны чаще всего действуют следующим образом: бензиламинопурин (БАП) способствует росту побегов, индолилуксусная кислота (ИУК), нафтилуксусная кислота (НУК) и индолилмасляная кислота (ИМК) стимулируют рост корней, а 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) пригодна для длительной пролиферации клеток. Росту каллуса, полученного на среде Мурасиге-Скуга (MS) в присутствии бензиламинопурина (БАП) (5 мг/л) и гиббереллина (0,5 мг/л), способствовали добавки следующих веществ: зеатина (5 мг/л), экстракта проростков нута (70%), экстракта семядолей нута (70%), кокосового молока (10 – 15%), меда (2 г/л), картофельного экстракта (15-20%). Также хорошо каллусная ткань пролиферировала на среде Мурасиге-Скуга (MS) с экстрактом зеленых семян (50%) или с добавкой пролина, глутамина, цистеина, глицина в концентрации 1 мг/л. Из цитокининов наилучшее действие на каллусообразование оказывали зеатин (2-5 мг/л), вторым был БАП (95-96 мг/л), кинетин и 2-ip действовали хуже. Определено, что 25-30-кратное превыше-

ние концентрации цитокинина над ауксином оптимально для роста каллуса нута. Наилучшей комбинацией гормонов была: бензиламинопури́н (БАП) 5 мг/л + нафтилуксусная кислота (НУК) 0,1 мг/л + 2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота (2,4-Д) 0,1 мг/л. Облучение каллуса нута γ -лучами в дозе 5 крад увеличивало массу ткани. После изучения большого набора сортов сделано заключение, что генотипы с высокой урожайностью более отзывчивы на введение в культуру *in vitro*, а белосемянные сорта растут хуже темносемянных [69].

В восьмидесятые годы XX в. техника *in vitro* стала восприниматься как потенциальный источник селекционного материала. Для нута это означало возможность создания устойчивых к аскохитозу и фузариозу форм методами клеточной селекции и генной инженерии, поэтому большие усилия прилагались для разработки способов регенерации растений из активно пролиферирующих каллусных тканей и клеточных суспензий.

R. Islam с коллегами (Пакистан) всесторонне исследовали методические проблемы культуры тканей нута для трансформации посредством *Agrobacterium tumefaciens* и *A. Rhizogenes*. Разрабатывая способы клонального размножения нута и регенерации из эксплантов-гипокотелей, они установили, что среда Мурасиге-Скуга (MS) дает лучшие результаты, чем B5, а оптимальной гормональной комбинацией явилось сочетание бензиламинопури́н (БАП) с индолилуксусной кислотой (ИУК) или нафтилуксусной кислотой (НУК). Также отмечено: различные генотипы нута по-разному реагируют на разные комбинации и концентрации фитогормонов [69].

Итальянские специалисты разработали методики генетической трансформации нута с помощью *A. tumefaciens*, обеспечив массовую регенерацию побегов из осей зрелых зародышей без апикальной меристемы.

Соматические зародыши нута были получены на среде MS с добавкой – 3 мг/л ауксина трихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4,5-Т). Эмбриогенный каллус формировался на незрелых семядолях и незрелых зародышевых осях,

инкубируемых при 25° С в течение 60 дней при 16-часовом фотопериоде. Прямой органогенез и регенерацию побегов нута в культуре незрелых семядолей индуцировали L. George и S. Eapen из Индии с помощью тидиазурона. Изучая два местных сорта нута, R.H. Sarker и S.T. Awal из Бангладеша установили сортовые различия сред для регенерации из каллуса при одинаковом составе сред для прямой регенерации растений из каллуса, полученного в темноте из эксплантов междоузлий и семядолей. Многими исследователями отмечены большие различия требований к составу сред и условиям культивирования у разных сортов и разновидностей нута [69].

1.6. Болезни и вредители нута

Все местные и селекционные сорта нута в той или иной степени поражаются болезнями, которые можно разделить на три группы:

- грибные (аскохитоз, фузариоз);
- бактериальные (бактериозное увядание);
- вирусные (вирус деформирующей мозаики нута).

Аскохитоз. Сильное поражение растений нута этой болезнью наблюдается во влажные годы. Аскохитоз поражает листья, стебель, бобы и семена. Сначала поражаются листья. На них появляются овально-округлые бурые пятна, позднее и на стебле и боковых ветвях. Пораженные листья засыхают и опадают, стебель в местах поражения надламывается. При сильной инфекции растения погибают. При поражении аскохитозом бобов на них появляются округлые пятна буроватой окраски. Мицелий гриба проникает через стенки боба и поражает семена. При поражении бобов в период созревания образуются семена, которые не развиваются, при поражении в период налива семян последние становятся щуплыми и теряют всхожесть.

Фузариоз (возбудитель – гриб из рода *Fusarium* sp.) вызывает загнивание семян в почве, что приводит к изреживанию всходов, а при более позднем развитии обуславливает увядание растений. Установлено, что сорта с

черными и коричневыми семенами обычно устойчивы к этому заболеванию. Меры борьбы. Чередование культур, повторный посев на одном и том же участке не ранее чем через 3-4 года. Опрыскивание посевов 1%-ной коллоидной серой. Выращивание аскохитозоустойчивых сортов.

Из вредителей наиболее вредоносны хлопковая совка и нутовая муха [66].

Хлопковая совка. Буровато-желтая бабочка; задние крылья желтовато-белые, с широкой темной полосой по заднему краю. Окраска взрослой гусеницы желтовато-зеленая с продольными светлыми и темными полосами; длина 40-50 мм. Гусеница сначала питается листьями, а затем прогрызает створки зеленых бобов и питается семенами.

Нутовая (минирующая) муха. Относится к Семейству Минирующие мухи. Вред причиняют личинки. У мухи длина 1,5 мм. Личинка желто-зеленого цвета длиной 2,6 мм. Мухи вылетают ранней весной. Откладывают яйца на листочки нута. Личинки продельвают в листе узкие, светлые ходы, заметные только с верхней стороны листочка. Они желтеют и опадают. В результате повреждения снижается урожай. Меры борьбы – ранние посевы, тщательная обработка междурядий и применение ядов кишечного действия [62].

Наибольший вред растениям в Западной Сибири наносит аскохитоз и минирующая муха, поэтому актуален вопрос о выведении устойчивых сортов.

1.7. Направления и достижения современной селекции нута

Селекция нута в СССР проводилась с 1930 г. В это время были районированы следующие сорта: Азербайджанский 583, Астрахан-Базарский местный, Белосемянный местный, Днепропетровский 1, Киевский 120, Краснокутский 195, Кубанский 16, Кубанский 199 (черносемянный), Кугартский местный, Ленинанканский 313, Милютинский 4, Среднеазиатский 400, Та-

джикский 10, Ташкентский 511, Кулундинский 5. Кроме того, ряд новых сортов находится в Государственной комиссии по сортоиспытанию. Крупным достижением советской селекции является выведение раннеспелых образцов, аскохитоустойчивых и пригодных к уборке комбайном. Их наличие позволяет быстро расширять посевные площади под нутом [16].

В России нут высевается, в основном, в Поволжье. Площадь посева трудно определить, так как культуру не учитывают органы статистики. По полученным данным, под нутом в России в 2008 г. было занято около 100 тысяч га, из которых свыше 80% сосредоточены в Волгоградской и Саратовской областях.

В последние годы площади посева нута, занимаемые сортами волгоградской селекции, стали расширяться. Проявляют интерес к этой культуре сельхозпроизводители из Оренбургской, Ростовской, Самарской, Омской, Тамбовской областей, Алтайского и Ставропольского края и других регионов России [24, 35].

Дальнейшее распространение посевных площадей в значительной степени зависит от повышения урожайности нута, где сорту отведена ведущая роль [39].

Большое значение в селекции нута имеют работы отечественных ученых: Н.И. Германцева – выведено 4 сорта, адаптированных к условиям Поволжья, с увеличенными показателями продуктивности, устойчивости к наиболее распространенным заболеваниям, пригодности к механизированной уборке. Л.П. Шевцова разработала оптимальные приемы агротехники культуры нут для условий Саратовской области. Ее научные труды посвящены так же изучению биологических особенностей, технологи возделывания, приспособленности к условиям засушливой и сухостепной зоны Нижнего Поволжья. В.В. Балашов занимается исключительно изучением культуры нут, вывел 4 сорта, переданных в Государственное сортоиспытание, разработал технологию возделывания нута. Значителен вклад О.А. Рожанской в об-

ласти биотехнологии культуры, она разработала методические вопросы применения *in vitro* в селекции нута. В изучении технологии возделывания и использования нута в условиях южной лесостепной зоны Омской области внесла Макенова С. К., так же хорошо изучено использование культуры в пищевом производстве.

В 2011 г. под руководством профессора Н.Г. Казыдуб и доцента С.П. Кузьминой на территории Омского ГАУ впервые началось изучение коллекции нута из 12 образцов, полученных из ВИРа. В Омской области нут не имеет широкого распространения, несмотря на свои достоинства, в связи с отсутствием адаптированных к условиям региона сортов. Поэтому актуально комплексное изучение образцов нута и выделение источников хозяйственно-ценных признаков с целью создания новых сортов, пригодных для возделывания в Западной Сибири. Работа селекционеров прежде всего направлена на скороспелость, дружность созревания, продуктивность, устойчивость к болезням и вредителям, пригодность к механизированному возделыванию, повышению содержания белка в семенах. В 2012 г. коллекция нута пополнилась соматклонами из Сибирского НИИ кормов (г. Новосибирск). В настоящее время в коллекции нута изучается около 50 образцов, переданных доктором биологических наук О.А. Рожанской. Лучшие образцы, наиболее полно отвечающие условиям Омской области, включены в гибридизацию.

2. Условия, объект и методика проведения исследований

2.1. Почвенные условия южной лесостепи Омской области

Западно-Сибирская низменность, в состав которой входит Омская область, сложна по рельефу и представляет огромный тектонический прогиб, длительное время аккумуляровавший разнородные рыхлые наносы, оставляемые морем, текучими водами и ветром. Почвы зоны представлены в основном разновидностями слабовыщелоченных и карбонатных черноземов, главным образом среднего и тяжелого гранулометрического состава. Кроме того, в зоне расположены высокобонитетные обыкновенные черноземы и их полугидроморфные аналоги – лугово-черноземные почвы, сформировавшиеся при уровне грунтовых вод 3-6 м или при дополнительном поверхностном увлажнении на слабодренированных пространствах, иногда в комплексе с солонцами и солодами. Лугово-черноземные почвы широко используются в сельском хозяйстве, 89% их введено в пашню [57].

Гумусовое состояние лугово-черноземных почв области в 50-70 годы впервые детально изучал Н.И. Богданов (1961), позднее сотрудники Омского ГАУ – Л.Н. Мищенко, С.Д. Халилова, В.О. Шредер (Мищенко, 1988). Почва опытного участка малогумусовая с содержанием в пахотном слое 3,92% гумуса (приложение А) (Рендов, 2008). В отличие от черноземов, гумус лугово-черноземных почв менее насыщен азотом (0,201%). По данным Н.Ф. Кочегаровой (1976), все минеральные формы в горизонте А представлены, в основном, нитратным и аммиачным азотом. Очень высокое содержание подвижного фосфора и калия. Реакция почвенного раствора – от нейтральной до слабощелочной [52].

Наиболее подробно вопросы физических и водных свойств почв области изложены Н.Д. Градобоевым (1960) и Н.И. Богдановым (1976). Основные водно-физические свойства лугово-черноземной почвы на опытном поле Омского ГАУ получены Н.А. Рендовым (2008) по средним данным за годы исследований. Величина влажности устойчивого завядания рассчитана по мак-

симальной гигроскопичности с использованием коэффициента 1,34, применяемого в гидрометеослужбе.

В лугово-черноземных почвах основная масса связанной воды приходится на среднюю и нижнюю часть 2-метровой толщи. В метровом слое почвы мертвый запас влаги составлял 85,7 мм. Максимальные запасы продуктивной влаги при наименьшей влагоемкости могут достигать 208 мм, а при полной влагоемкости – 403,5 мм.

Агрономическая оценка лугово-черноземных почв зависит от погодных условий: в нормальные по увлажнению годы они не уступают по плодородию черноземам, в сухие – урожай может оказаться выше, в холодные – ниже [40].

2.2. Климатическая характеристика

Неодинаковое количество тепловой энергии, поступающей на земную поверхность в Западной Сибири, в том числе и в Омской области, является причиной формирования нескольких природных зон – от тайги на севере до степей на юге.

Тепловые ресурсы зоны удовлетворительные, увлажнение недостаточное. Сумма положительных температур воздуха выше 10°C – 2100-2200°C. Гидротермический коэффициент равен 0,95-1,05.

Для южной лесостепи характерны тепловые ресурсы 46-48 ккал/см² в год, из них 5,5-5,0 ккал расходуются на теплообмен в почве и снежном покрове. В январе ежегодно возможны понижения температуры воздуха до – 25,0 ...– 30,0° С. В южной лесостепи выпадает 330-380 мм осадков, из них 200 – 220 мм – за май-август, с максимумом в июле.

Вегетационный период начинается 22-24 апреля с переходом среднесуточной температуры воздуха через 5°C и продолжается 163 - 166 дней. Период активной вегетации наступает 11-12 мая и прекращается 16 -18 сентября. В это время накапливается 2100-2200°C тепла. Однако продолжительное вторжение холодных арктических воздушных масс вызывает снижение тем-

пературы (уменьшается на 200-250°C). В самые холодные годы отклонение от средних многолетних значений составляло 400-650°C. Весенние заморозки обычно прекращаются в середине мая.

Южная лесостепь ежегодно испытывает дефицит влаги. В средний год коэффициент увлажнения равен 0,62, то есть, тепловые ресурсы обеспечены влагой лишь на 62%. Более сложные условия складываются в теплый период. В это время тепловые ресурсы обеспечены влагой лишь на 50% и меньше. Такое соотношение между ресурсами влаги и тепла формирует критические запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы. В среднем за май-август влажность почвы равна влажности разрыва капиллярных связей в ней. Южная лесостепь подвергается засухам и суховеям. Засухи повторяются три раза в 10 лет, а суховейные явления – ежегодно. Большое число суховейных дней приходится на май-июнь – 15-17 и 13-15 дней на июль-август. Нередко суховейные явления сопровождаются пыльными бурями – до 7 дней в году [1].

На растения нута отрицательное влияние оказывает как дефицит влаги, так и ее избыток. Переувлажнение может привести к полеганию культуры, а также неравномерному созреванию бобов.

Важным фактором являются погодные условия при уборке культуры (1-2 декада сентября). Чаще всего в течение уборки не отмечена хорошая устойчивая погода, как правило, происходит чередование дождливой погоды с сухой, разной продолжительности. В южной лесостепи создаются неблагоприятные погодные условия для уборки с периодичностью 3-4 раза в 10 лет [25].

К неблагоприятным климатическим чертам зоны проведения опытов, которые следует учитывать при изучении культуры, а также разработке агромероприятий в практике земледелия, следует отнести: недостаточное либо избыточное количество осадков в отдельные годы; глубокое промерзание почв и их позднее оттаивание; короткий безморозный и вегетационный периоды; высокие среднегодовые скорости ветра, часто пре-

вышающие 15 м/с; заморозки поздние и ранние осенние, низкую температуру воздуха при малоснежных зимах.

Стоит отметить и положительные стороны климата – обилие солнечного света и тепла в период вегетации, что ускоряет вегетацию культуры и частично компенсирует непродолжительность периода положительных температур.

В целом условия южной лесостепи Омской области пригодны для возделывания культуры, несмотря на ряд неблагоприятных факторов климата [2].

2.3. Метеорологические условия в годы проведения исследований

В мае 2012 г. преобладала умеренно теплая дождливая погода в первой половине месяца. Средняя температура воздуха в первой декаде составила 5-7 °С, на 3-4 °С ниже нормы. По статистическим данным, такая холодная температура в первой декаде мая отмечается 1 раз в 5-6 лет. Во второй декаде температура повышалась, к концу превысив многолетнее значение повсеместно на 2-3 °С. Значительные дожди в мае выпали в первой половине месяца.

Месячная сумма осадков составила на большей территории области 40–70 мм, 1-2 нормы. В июне была очень теплая, с ливневыми осадками погода. В первой декаде преобладала жаркая погода с температурой воздуха 20-21°С, что выше обычной на 3-5 °С. Во второй и третьей декадах удерживалась теплая погода. Среднедекадная температура воздуха превысила климатическую норму в большинстве пунктов области на 1-2 °С (Приложение Г).

Осадки ливневого характера по территории и количеству распределялись неравномерно. На большей территории области месячная сумма осадков составила 46-86 мм, 1-2 нормы. В июле же, наоборот, наблюдалась теплая

погода, но с большим недобором осадков. На большей территории области месячная сумма осадков составила всего 2-37 мм. В августе продолжала сохраняться теплая погода. К концу месяца температура понижалась. За весь месяц количество осадков не превысило норму. Сентябрь характеризовался теплой погодой с умеренным количеством осадков, это не помешало провести уборку урожая [3].

В мае 2013 г. преобладала прохладная, дождливая погода. В первой и второй декадах температура варьировала от 5 °С до 11 °С, что на 4-5 °С ниже нормы. По статистике, холодная погода в мае отмечается 1 раз в 7-10 лет. В третьей декаде мая температура воздуха в большинстве пунктов области была ниже многолетних значений на 1–2 °С. Наибольшее количество осадков выпало в первой и второй декаде. Месячная сумма осадков на большей территории области составила 36-66 мм (больше средних многолетних значений). В июне преобладала прохладная погода, но, в отличие от мая, в этот месяц наблюдался значительный недобор по количеству осадков. В первой декаде погода холодная с температурой воздуха ниже нормы на 2–3°С. Во второй декаде температура начала расти, и к началу третьей температурный фон стал близким к норме.

Выпавшие в июне осадки ливневого характера по территории и количеству распределялись очень неравномерно. Большой недобор зарегистрирован на юге области. По среднестатистическим данным, такое малое количество осадков отмечается 1 раз в 12 лет. Июль характеризовался прохладной погодой с обильными осадками на большей территории области. В начале месяца наблюдалась прохладная погода, к его середине температура увеличилась и была близкой к норме, а в конце месяца стало тепло, температура воздуха на 1-2 °С выше нормы. Осадки выпали в трех декадах, но наиболее интенсивные – в середине месяца. Месячная сумма составила на большей территории области 80-140 мм. В августе была теплая погода с обильными осадками в большинстве лесостепных и степных районов. Средняя темпера-

тура воздуха в первой декаде – 18-20 °С (на 1-3 °С выше нормы). Затем температура снижалась и к концу месяца стала ниже нормы на 1°С. Осадки наблюдались на протяжении всего месяца, но наиболее интенсивные в первой и третьей декадах [4].

Май 2014 г. I декада характеризовалась теплой погодой, температура воздуха в среднем была 13,7 °С, осадков выпало мало (0,3 мм). Во второй декаде температурный фон 12...16°С оказался на 2-4°С выше нормы. К III декаде температура воздуха заметно понизилась до 9,5°С, осадков выпало много – 19 мм.

В начале *июня* наблюдалась прохладная погода, отклонение было незначительным. Во второй, особенно в третьей, декадах выпало большое количество осадков. В первой и второй декадах июня отмечена теплая погода. Средняя температура воздуха в начале и середине месяца – выше средних многолетних значений на 3,1°С соответственно. Третья декада также была умеренно теплой.

Для *июля* была характерна холодная, дождливая погода. Во второй декаде температурный фон на 3-5°С ниже нормы. Осадки выпадали во всех декадах, наиболее интенсивно в первой и третьей – 19-20 мм.

Август в первой и второй декаде был теплый с обильными осадками, в третьей декаде было тепло и сухо [5].

Самая высокая температура в *мае* 2015 г. отмечена в первой декаде 14,5°С, наибольшее количество осадков выпало в третьей декаде мая (19 мм), среднее количество осадков месяца –14,6 мм, отклонение от среднемноголетних данных – 8,6 мм.

В июне высокая температура наблюдается в первой декаде $20,3^{\circ}\text{C}$, средняя составила $19,9^{\circ}\text{C}$, наибольшее количество осадков выпало во второй декаде – 41 мм, отклонение от среднеголетних данных – 17 мм.

Самая высокая температура в июле 2015 г. наблюдалась во второй декаде $20,7^{\circ}\text{C}$, наибольшее количество осадков выпало в первой декаде 29 мм, среднее количество осадков месяца – 16 мм, отклонение от среднеголетних данных – 22,3 мм.

Самая высокая температура в августе 2015 г. – во второй декаде $17,7^{\circ}\text{C}$, наибольшее количество осадков – во второй декаде 33 мм (Приложение Г).

Таким образом, для периода вегетации в годы исследований характерно избыточное увлажнение на фоне умеренных температур [6].

Советским климатологом Г.Т. Селяниновым был предложен гидротермический коэффициент (ГТК), который показывает отношение количества осадков к количеству испаряемой влаги. В годы наших исследований он сильно варьировал. При значении ГТК 1 -1,5, – увлажнение оптимальное, более 1,5 – избыточное и недостаточное при ГТК менее 1; слабое при ГТК менее 0,5.

2.4. Объект и методика исследований

Экспериментальная часть работы выполнена в 2012–2015 гг. на полях учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ. Объектом исследований служили 23 коллекционных образца ВИР и селекционных линий нута, а также 23 образца соматклонов, полученных из лаборатории генетики и биотехнологии СибНИИ кормов. Всего на изучении было 46 образцов культуры. В качестве стандарта использовали сорт Краснокутский 123, включенный в Государственный реестр и рекомендованный для возделывания по Омской области.

Краснокутский 123 – внесен в реестр 1982 г. по всем регионам. Кормовой. Авторы: Н.И.Германцева, А.Н.Филатов, А.Н.Алпатова, З.Н.Шелестенко. Выведен методом гибридизации от скрещивания сорта Совхозный 14 с каталогом № 1417 ВИРа. Куст сжатый, прямостоячий, высотой 45-50 см и до 70 см. Высота прикрепления нижнего боба 30-35 см. Цветы фиолетово-красные, семена угловатой формы в виде бараньей головы, красно-коричневого цвета. Масса 1000 зерен 310-340 г. Сорт среднеспелый, созревает за 95-100 дней. Устойчив к засухе и суховеям. Содержание белка в зерне 22-24%. Урожайность 14-16 ц/га. Максимальная - 45.4 ц/га. Оригинатор: ГНУ Краснокутская селекционно-опытная станция Россельхозакадемии.

Предшествующая культура – яровая пшеница. Образцы в коллекционном питомнике высевали вручную на делянках в четырехкратной повторности по схеме 60x10 см на глубину 4-5 см. Площадь делянки – 5,2 м² (норма высева на 1 м² ≈ 16 семян). Высевали несколько рядков в качестве защитных полос.



Рисунок 2.1 – Коллекция образцов нута. Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2014 г.

Уход за посевами включал ручные прополки с подокучиванием, при необходимости с систематическим рыхлением почвы в междурядьях.

Наблюдения, учеты и анализ проведены по методическим указаниям по изучению коллекции зернобобовых культур (ВИР, 1975), Методическим указаниям по изучению образцов мировой коллекции нута (ВИР, 1987).

При изучении коллекции определили симбиотическую активность образцов нута на клубенькообразование в фазу цветения и начала образования бобов на растении – по количеству, размеру и местонахождению клубеньков (Посыпанов, 1991).

Жизнеспособность пыльцы определяли по разработанной методике в Федеральном государственном бюджетном научном учреждении «Всероссийский научно – исследовательский институт селекции и семеноводства овощных культур» (ВНИИССОК) сотрудниками лаборатории гаметной селекции, разработчик представленной методики – доктор И.Т. Балашов и научный сотрудник Е.Г. Козарь (2010 г.).

Биохимический анализ семян и зеленых бобов проведен в испытательной лаборатории Омского филиала ФГБУ «Федеральный центр оценки безопасности и качества зерна и продуктов его переработки» по нормативным документам: ГОСТ 10846 – 91 (белок), МУК 4.1986 – 00 (цинк), ГОСТ 28458 – 90 (йод), ГОСТ 27998 – 88 (железо).

Убирали растения ручным способом в фазу биологической спелости бобов. Анализ структуры урожая проведен по 10 основным хозяйственно-ценным признакам.

Полевая оценка устойчивости к болезням проведена по шкале поражения в соответствии с классификатором (ВИР, 1980). Устойчивость к основным заболеваниям и поражение культуры определяли с помощью шкал международного классификатора.

Основным методом создания исходного материала при селекции нута является гибридизация, она проведена в полевых условиях в ранние утренние

часы (с 6-00 до 9-00). Для кастрации брали бутон, разрывали пинцетом лепестки паруса, затем раскрывали бутон и осторожно удаляли тычинки. Для большего успеха при кастрации цветка пинцет необходимо держать в наклон, чтобы уменьшить риск повреждения пестика.

С отцовского растения брали раскрытый цветок, надавливая на крылья, тщательно опудривали покрытым пылью отцовским рыльцем рыльце материнского цветка. Затем на опыленные цветки надевали изолятор с этикеткой.

В 2012 г. в скрещивания были включены 4 образца нута, выделенные по комплексу биологических и хозяйственно-ценных признаков. ПС2394 (образец коллекции ВИР, форма куста раскидистая, фиолетовые цветы, семя имеет ровную поверхность, округлой формы, розового цвета, устойчив к фузариозу), Линия С-18 (образец коллекции ВИР, компактная форма куста, цветы белой окраски, семя имеет гладкую поверхность, округлой формы, розового цвета), С 12-Днепропетровский высокорослый (образец коллекции СибНИИ кормов, компактная форма куста, цветы фиолетовой окраски, семя имеет округлую морщинистую поверхность зеленого цвета), Линия С-16 (образец коллекции ВИР, компактная форма куста, цветы белой окраски, семя имеет гладкую поверхность, округлой формы, розового цвета). Получено 3 гибридных комбинации. В каждой опыляли по 100 цветков, средняя завязываемость составила 2 %. Полученные гибридные семена первого и второго поколения были высеяны в гибридном питомнике в полевых условиях в сравнении с родительскими формами по схеме: ♀P:F₁:♂P, ♀P:F₁:F₂:♂P.

Степень доминирования рассчитывали по формуле F. Petr и K. Frey (1)

$$h_p = \frac{F - MP}{P_l - MP}, \quad (1)$$

где h_p – оценка доминантности; F – среднее значение признака у гибрида; P_l – среднее значение признака лучшего родителя; MP – среднее значение признака у обоих родителей.

Если h_r колеблется от 0 до +1, наблюдается промежуточное наследование – уклонение признака в сторону лучшего сорта, комбинации; h_r колеблется от 0 до –1 – уклонение признака в сторону худшего родительского сорта; при $h_r = +1$ или $h_r = -1$ имеет место полное доминирование лучшего (+) или худшего проявления признака (–); если $h_r > +1$, наблюдается гетерозис, если $h_r < -1$ – депрессия.

Коэффициент наследуемости H^2 рассчитывали по формуле I. Mahmud и H. Kramer (4), в процентах

$$H^2 = \frac{\sigma^2 F_2 - \sqrt{\sigma^2 P_1 \sigma^2 P_2}}{\sigma^2 F_2} \cdot 100. \quad (4)$$

Корреляционный анализ проведен по методике, изложенной в пособии Б.А. Доспехова (Б.А. Доспехов, 1973).

Кластерный анализ образцов нута проведен с использованием компьютерного программного пакета SPSS версии PASWStatistics 20. Вычисляли на основе алгоритма средней связи (UPGMA) по евклидовым расстояниям (Ward's method), по семи основным хозяйственно-ценным признакам.

Метеорологические условия вегетационных периодов (2012–2015 гг.) оценивали по данным Омской метеорологической станции.

Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по методике, изложенной в пособии Б.А. Доспехова (Б.А. Доспехов, 1973) с помощью программ Microsoft Office Excel 2010 г. и SPSS версии PASWStatistics 10.0.

3. Характеристика образцов нута по хозяйственно-ценным признакам

3.1. Продолжительность вегетационного периода

Продолжительность вегетационного периода и его структура определяют приспособленность сорта к условиям данной климатической зоны. Важность изучения вегетационного периода заключается также в том, что с данным признаком коррелируют многие хозяйственно-биологические признаки и свойства, качество зерна, устойчивость к болезням и вредителям, а главное – урожайность [43].

Для выведения новых сортов необходимо определить фазу развития, которая в наибольшей степени влияет на продолжительность вегетационного периода, а также найти формы, наиболее оптимально сочетающие свойства раннеспелости с высокой продуктивностью.

Условия климата Западной Сибири требуют создания скороспелых сортов нута для обеспечения высококачественного зерна и их дружного и своевременного созревания.

Каждый этап жизнедеятельности растений отличается своими физиолого-биохимическими и морфологическими особенностями. Протекание фаз вегетации зависит от генетической основы изучаемого объекта и внешних условий, которые влияли на продолжительность каждой фазы в отдельности и вегетационного периода в целом. По данным Ю. Тюрина (1982), продолжительность периода всходы-цветение имеет сильную отрицательную зависимость от температуры и слабую положительную от осадков ($r = -0,7$ и $r = +0,3$ соответственно), как и периода цветение - созревание ($r = -0,7$ и $r = +0,5$ соответственно).

Создавая раннеспелые формы нута, селекционеры пользуются скороспелыми сортами с удовлетворительной урожайностью [43].

Для селекционных целей в условиях южной лесостепи Западной Сибири при конкретных почвенно-климатических условиях большое значение имеет

продолжительность периода от всходов до биологической спелости, определяющая возможность возделывания сорта на семена в данной климатической зоне. Длительность вегетационного периода и фазы роста в зависимости от генотипических особенностей образцов значительно отличались (рис. 3.1, 3.2).

Особый интерес представляют формы с коротким периодом всходы-биологическая спелость. Его продолжительность зависит от наличия тепла и влаги. В этот период происходит оплодотворение, образование бобов, накопление питательных веществ, перевод питательных веществ в запасное состояние. В значительной мере его продолжительность определяет крупность плодов и семян [37,75].

Посев коллекции нута во все годы исследований проводили во второй декаде мая.

В среднем за время изучения коллекции образцов СибНИИ кормов полные всходы отмечались на одиннадцатые сутки, это на пять суток раньше, чем у образцов коллекции ВИР.

Продолжительность вегетационного периода в условиях Омской области зависела от погодных условий. В среднем по всем изученным образцам продолжительность вегетационного периода в 2012 г. варьировала от 70 до 79 сут., в 2013 г. от 74 до 117 сут., в 2014 г. от 75 до 100 сут. и в 2015 г. от 80 до 120 сут. Продолжительность вегетационного периода стандарта Краснокутский 123 составила 91 сут.

По продолжительности созревания образцов коллекции ВИР и соматоклонов наблюдались существенные сортовые различия. Так, продолжительность вегетационного периода у образцов коллекции ВИР составила в среднем 100 сут., у коллекции СибНИИ кормов – 78 сут.

Наименьшую продолжительность вегетационного периода в коллекции ВИР имели ИЛС-3407, ИЛС – 10005, ИЛС-2394, Линия С-35.

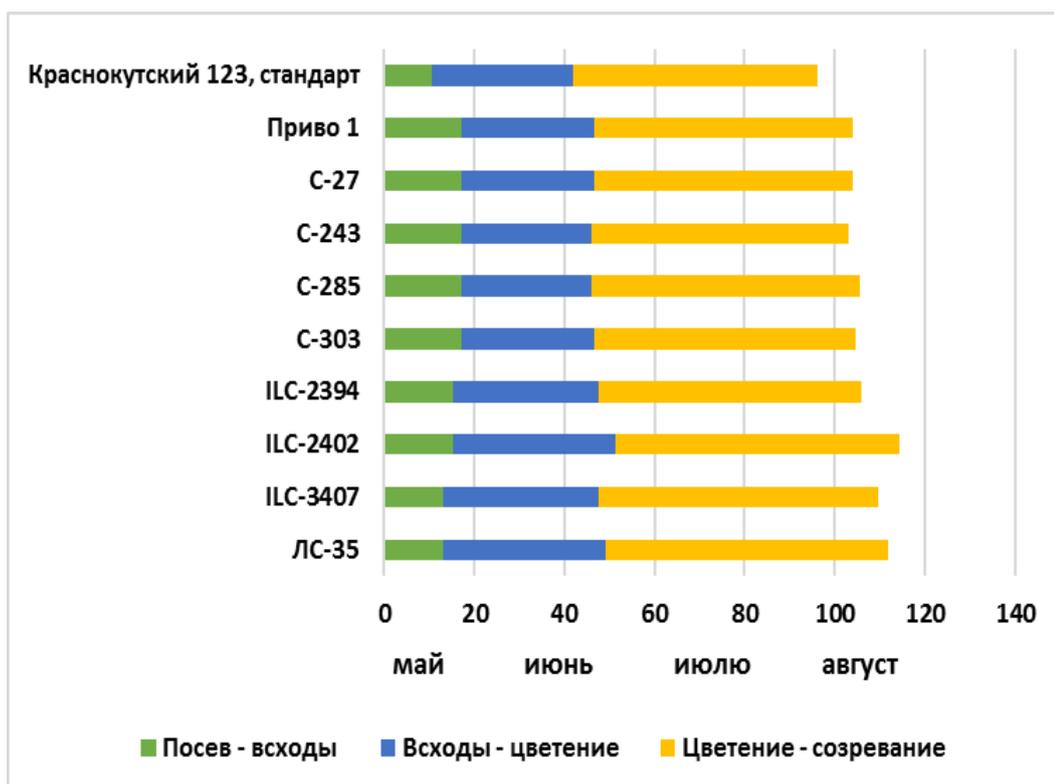


Рисунок 3.1 – Продолжительность межфазных периодов развития лучших образцов нута коллекции ВИР, суток. Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2012-2015 гг.

У каждого этапа жизнедеятельности растений свои физиолого-морфологические особенности. В связи с чем, нами была также определена продолжительность межфазных периодов: посева-всходы; всходы-цветение; цветение-созревание.

В 2014 г. период посева-всходы характеризовался как очень засушливый, что подтверждают данные ГТК, в период 2-й декады мая он составил 0,08 (сухой), 3-й декады ГТК – 0,5 (очень засушливый). Такая же ситуация зафиксирована и в 2015 г.

Межфазный период всходы-цветение у коллекционных образцов ВИР нута варьировал от 29 до 36 сут. По этому показателю выделились образцы С-285, С-243, существенно превзошедшие стандарт на четверо суток. Наиболее продолжительный период всходы-цветение имели образцы С-35 и ILC-10005 – 36 сут.

Самый продолжительный период цветение-созревание отмечен у образца ВИР - ILC-2402 (63 сут.). Ни один из коллекционных образцов ВИР достоверно не превзошел стандарт по данному показателю.

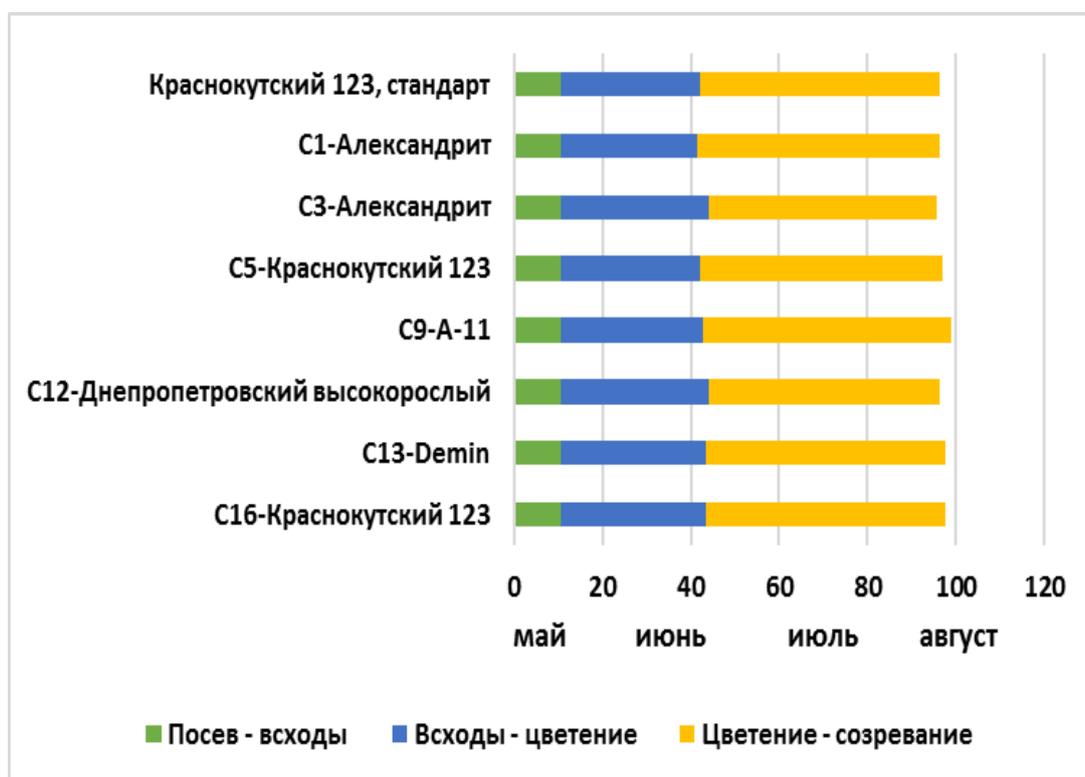


Рисунок 3.2 – Продолжительность межфазных периодов развития лучших образцов нута коллекции СибНИИ кормов, суток. Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2012 – 2015 гг.

Наименьшую продолжительность вегетационного периода в коллекции СибНИИ кормов имели образцы C4-Deemin, C7-Александрит, C17-C11, C14-Александрит, C8-Александрит, C6-Александрит. Однако, существенных различий между образцами по данному показателю не обнаружено. Наибольший период вегетации наблюдался у образца C9-A-11 (91,7 сут.).

Образцы коллекции СибНИИ кормов отличаются дружными всходами, в отличие от образцов ВИР; более ранним и дружным созреванием, что характеризует их как более адаптированные для возделывания в данных условиях, а также указывает на возможность использования в качестве исходного материала для селекции на скороспелость.

Т.о. в качестве источников для селекции на скороспелость рекомендуется использовать образцы из коллекции ВИР: ILC-3407, ILC-2394, Линия С-35, ILC-10005; из коллекции соматклонов: С4-Deemin, С7-Александрит, С17-С11, С14- Александрит, С8-Александрит, С6-Александрит.

3.2. Компоненты продуктивности

Продуктивность сортов нута – один из основных критериев его оценки, сложный признак, складывается из элементов: числа бобов, массы бобов, числа семян и массы семян с растения [85].



Рисунок 3.3 – Образцы коллекции нута. Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2012 г.

Из литературных источников известно, что нут обладает высокой потенциальной продуктивностью. На одном растении может завязаться от 120 - 250 бобов и более. Но в связи с аномальными погодными условиями в годы изучения коллекционных образцов завязываемость семян в бобе снижалась на 30-50 % [87].

Биологическая спелость в связи с погодными особенностями 2014-2015 гг. наступила позже прогнозируемого срока. По числу бобов с растения выделены образцы С-243 (95,1 шт.), С-482 (95,6 шт.), достоверно превышающие стандарт (табл. 3.1, приложение 3).

Таблица 3.1 – Элементы продуктивности выделенных образцов нута коллекции ВИР, 2012-2015 гг.

Образец	Число бобов с растения, шт.	Масса бобов с растения, г	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Урожайность, г/м ²
Краснокутский 123(стандарт)	87,2	34,1	100,6	26,4	396,0
С-27	76,5	21,9	72,3	16,9	253,5
С-243	95,1	32,6	74,3	27,9	418,5
С-303	75,7	26,4	65,7	17,7	265,5
С-17	52,9	18,8	54,2	15,9	238,5
ILC-10005	84,2	24,3	83,6	19,9	298,5
ILC-482	95,6	34,3	82,7	15,3	229,5
<i>HCP</i> ₀₅	7,3	2,7	7,7	2,1	31,5

Масса семян с растения варьировала от 15,3 до 27,9 г. Наибольшую продуктивность растений имел образец С-243 (27,9 г), существенно превысивший стандарт.

По числу семян с растения ни один из образцов не превысил сорт-стандарт. У выделившихся образцов число семян варьировало от 54,2 до 83,6 шт.

Масса бобов с растения варьировала от 18,8 до 34,6 г, существенно превысили сорт-стандарт образцы ILC-482 (34,3 г) и С-243 (34,6 г).

В таблице 3.2 представлены выделившиеся образцы нута по изученным признакам (приложение 3).

Таблица 3.2 – Элементы продуктивности выделенных образцов нута коллекции СибНИИ кормов, 2012-2015 гг.

Образец	Число бобов с растения, шт.	Масса бобов с растений, г	Число семян с растения, шт.	Масса семян с растения, г	Урожайность, м ²
Краснокутский 123(стандарт)	87,2	34,1	100,6	26,4	396,0
С1- Александрит	82,5	29,9	93,1	20,8	312,0
С3-Александрит	56,4	21,2	61,7	16,8	252,0
С4-Deemin	61,2	28,2	62,8	20,9	313,5
С6- Александрит	65,7	25,7	65,1	18,2	273,0
С7- Александрит	80,3	29,7	85,9	21,3	319,5
С11-Юбилейный	68,2	23,0	69,1	17,1	256,5
<i>HCP₀₅</i>	7,2	2,7	7,7	2,0	30,3

Масса семян с растения у образцов коллекции соматклонов варьировала от 16,8 до 21,3 граммов. По данному признаку выделены образцы: С1-Александрит (20,8 г), С4-Deemin (20,9 г), С7-Александрит (21,3 г).

Число семян с растения за годы испытаний варьировало от 61,7 до 100,6 шт. Ни один из образцов не превысил сорт стандарт. Но стоит отметить, что наибольшее количество семян с растения на фоне остальных имели образцы С1-Александрит (93,1 шт.) и С7-Александрит (85,9 шт.).

Для повышения эффективности селекции на урожайность необходимо выявить зависимость продуктивности от ее различных элементов и биологических характеристик растений, а также определить главные из них, по которым можно проводить отбор на продуктивность в конкретной климатической зоне [65].

С целью определения основных составляющих семенной продуктивности нута нами был проведен анализ корреляционных связей таких количе-

ственных признаков, как: число бобов на растении, количество семян на растении.

Таким образом, отбор для селекции на увеличение продуктивности растений следует вести по числу бобов на одном растении.

Отметим, что у семян коллекции ВИРа более привлекательный товарный вид, а именно: крупное округлое семя с цветом от желтого до розового, (табл. 3.3). Данный признак представляет практический интерес при создании сортов для продовольственных целей.

Таблица 3.3 - Окраска семян выделенных образцов коллекции ВИР и СибНИИ кормов, 2015 г.

Образцы коллекции ВИР	Окраска семени	Образцы коллекции СибНИИ кормов	Окраска семени
Волгоградский 10	Желто-розовая	С2- Краснокутский 123	Красно-коричневая
Краснокутский 123(стандарт)	Красно-коричневая	С9-А-11	Коричневая
25-Б	Коричневая	С10- Колорит	Коричневая
ILC-2402	Коричневая	С11-Юбилейный	Темно-зеленая
ILC-482	Желтая	С16- Краснокутский 123	Красно-коричневая
Линия С-18	Розовая	С19-1-10	Темно-зеленая
Линия С-35	Желто-розовая	С23-Колорит	Коричневая

Таким образом, коллекционные образцы ВИР: С-243, С-17, ILC-482 и образцы коллекции соматклонов: С1-Александрит, С4-Deemin, С7-Александрит можно использовать в селекционных целях как источник семенной продуктивности и как источник наиболее привлекательной окраски зерна для пищевой промышленности.

Анализируя проведенные исследования по семенной продуктивности и ее элементам, результаты позволяют сделать вывод, что недостаток влаги в почве и воздухе способствует увеличению числа мелких семян.

Сложившиеся в 2015 г. аномальные погодные условия способствовали выявлению образцов, способных давать гарантированный урожай семян. К ним отнесены: С-243, С1-Александрит, С4-Deemin, С7-Александрит.

Наследование продуктивности всегда в центре внимания селекционеров. В последние годы проводится селекция нута на крупность зерна, так как на него повышенный спрос на внешнем рынке. При работе в этом направлении, по нашим исследованиям, возникают большие трудности. Большинство крупносемянных образцов имеет раскидистую форму куста.

3.3. Пригодность к механизированной уборке

Современная технология возделывания сельскохозяйственных культур предусматривает использование сортов интенсивного типа возделывания с целью получения высоких, стабильных урожаев.

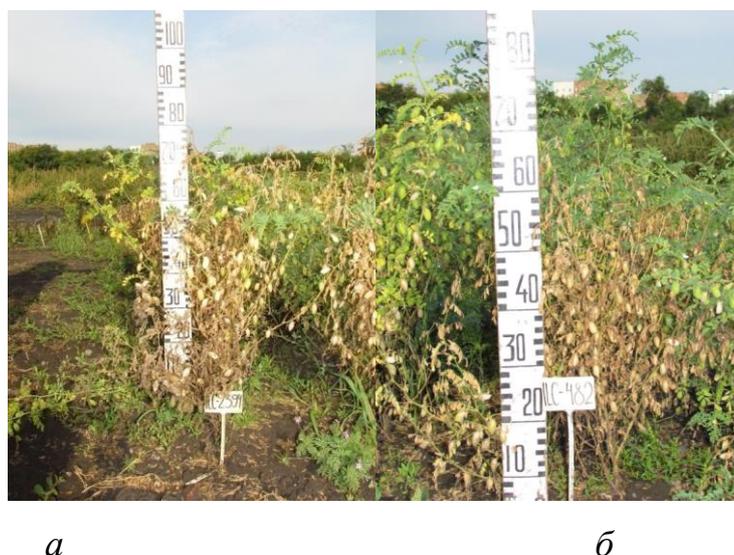


Рисунок 3.4 – Высота образцов коллекции нута. Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2012 г.: а – ILC - 2394, б – ILC - 482

Наибольший интерес представляют образцы с компактной формой куста и высоким расположением нижних бобов (> 18 см) – важными селекци-

онными признаками, характеризующими пригодность к механизированной уборке, в этом случае уменьшается травмированность и потери семян при уборке [60].

Полевые опыты позволили выделить из коллекции образцы с оптимальными биометрическими показателями. Высота растения у выделенных образцов нута варьировала от 80,5 до 101,7 см (таблица 3.4, приложение Ж).

Компактная форма куста и высота прикрепления нижнего боба являются важными селекционными признаками, характеризующими пригодность сортов нута к механизированному возделыванию [66,67].

Таблица 3.4 - Биометрические показатели выделенных образцов нута коллекции ВИР, 2012–2015 гг.

Образец	Сухая масса растения, г	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число ветвей первого порядка, шт.
Краснокутский 123(стандарт)	71,8	80,5	30,6	2,8
Волгоградский 10	61,6	71,1	23,5	2,3
25-Б	55,2	101,7	30,2	1,8
ПС-2402	70,6	98,6	30,0	2,1
ПС-482	81,8	96,2	32,6	2,4
Линия С-18	97,8	97,2	32,5	2,6
Линия С-35	81,7	90,2	30,0	2,2
Линия С-83	114,8	106,4	31,3	2,8
<i>НСР₀₅</i>	8,5	9,9	3,2	0,2

Показатель прикрепления нижнего боба у выделенных образцов варьировал от 23,5 до 32,6 см, у остальных образцов – от 10,5 до 21,3 см, это меньше, чем у сорта-стандарта (приложение Ж). В селекции по данному показателю целесообразно использовать образцы: С-18 (32,5 см), ПС-482 (32,6 см), С-83 (31, 3 см).

Таблица 3.5 - Биометрические показатели выделенных образцов нута коллекции СибНИИ кормов, 2012 – 2015 гг.

Образец	Сухая масса растения, г	Высота растения, см	Высота прикрепления нижнего боба, см	Число ветвей первого порядка, шт.
Краснокутский 123(стандарт)	71,8	80,5	30,6	2,8
С9-А-11	79,4	99,0	36,4	2,3
С10- Колорит	62,3	97,9	33,9	2,6
С11-Юбилейный	85,1	102,8	37,4	2,9
С16- Краснокутский 123	60,9	97,2	34,5	2,3
С19-1-10	65,7	99,7	37,4	2,4
С23-Колорит	68,9	103,7	35,6	2,4
<i>HCP₀₅</i>	7,1	9,9	3,4	0,3

По комплексу биометрических показателей выделены образцы из коллекции соматклонов, существенно превышающие стандарт: С9-А-11, С10- Колорит, С11- Юбилейный, С16 - Краснокутский 123, С19-1-10, С23-Колорит. Отметим, что образец С11-Юбилейный по всем представленным показателям имел лучшие результаты.

При оценке показателя сухого веса растения каждого сорта установлено: растения отличаются по величине накопления массы растения за период вегетации. Около 95 % сухой биомассы растительного организма приходится на долю органических веществ, образованных в процессе фотосинтеза. Поэтому изменение сухой массы растений может достаточно объективно отражать ассимиляционную активность растений. Одним из показателей, характеризующих продукционный процесс растений, является их сухая масса.

За период исследований средняя масса сухого растения нута варьировала от 53,9 до 85,1 г. По показателю сухого веса растения выделены образец С16 - Краснокутский 123 с массой 60,9 г. Показатель высота прикрепления нижнего боба в годы изучения варьировал от 22,9 до 37,4 см. По данному показателю значительно превысили сорт-стандарт образцы: С11-Юбилейный (37,4 см), С19-1-10 (37,4 см).

Полученные из СибНИИ кормов образцы отличаются более дружным созреванием и меньшей облиственностью к концу вегетации. Кроме того, у соматоклонов (СибНИИ кормов) более компактная, прямостоячая форма куста, в то время как у ряда образцов нута из коллекции ВИР форма куста была раскидистой и лежачей [62].

Обобщая полученные данные, можно рекомендовать для использования для селекции в качестве источников признаков пригодности к механизированной уборке образцы коллекции ВИР: Линия С-18, ПС-482, 22-Б, Линия С-83, коллекции соматоклонов: С11-Юбилейный, С16- Краснокутский, С19-1-10.

3.4. Клубенькообразующая способность

Нут имеет большое агротехническое значение как восстановитель и улучшитель почвы. В симбиозе с азотфиксирующими бактериями эта культура усваивает большое количество атмосферного азота, использует малодоступные для зерновых культур труднорастворимые минеральные соединения как из пахотного горизонта, так и из более глубоких слоев почвы [59].

Продукция, полученная с участием симбиотически фиксированного азота, отличается высокими пищевыми и кормовыми качествами, безвредна для человека и животных. При попытке существенно повысить содержание белка в растениях и увеличить его сбор с единицы площади за счет обильного удобрения минеральным азотом происходит накопление в вегетативной массе нитратов, резко снижается качество урожая. С помощью биологической фиксации азота воздуха в определенной степени можно решить проблему охраны окружающей среды, предотвращая загрязнение грунтовых вод и водоемов оксидами азота [41, 87, 88].

Использованием в схеме севооборота культуры нут, активно фиксирующего азот из воздуха, можно частично решить проблему сохранения и даже расширенного воспроизводства естественного плодородия почвы, а также

без дополнительных затрат повысить урожайность последующей культуры [18, 27, 77].

Корневая система у нута очень мощная, стержневой корень углубляется до одного метра, большое количество боковых корешков располагается в пахотном слое. На корнях одного растения насчитывают от нескольких штук до нескольких тысяч клубеньков розовой или красной окраски (рисунок 3.5).

В связи с тем, что число клубеньков на корнях – один из показателей азотофиксирующей способности растений, изученный материал был оценен, прежде всего, по этому признаку (таблица 3.6).



a

б

Рисунок 3.5 – Клубенькообразующая способность нута. а – Линия С-82, б – С8 – Александрит. Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2012 г.

Клубеньки различных образцов отличаются по размеру, активности, поэтому наиболее объективен показатель массы клубеньков с растения.

У гибридных комбинаций F₃ продолжительность вегетационного периода колебалась от 84 до 90 суток, а у родителей – от 87 до 92 сут. (таблица 5.1).

Таблица 3.6 – Количество и масса клубеньков с растения нута у выделенных образцов, (2012–2015 гг.)

Образец	Число клубеньков на корнях одного растения, шт. /раст.	Масса клубеньков, г/раст.	Урожайность, г/м ²
Краснокутский 123(стандарт)	145	0,86	3,21
Волгоградский	94	0,42	2,08
С8 Александрит	169	1,02	3,73
Линия С-82	136	0,63	3,01
<i>HCP</i> ₀₅	3,8	0,04	1,5

Анализируя данные таблицы 3.6, можно отметить: все выделенные из коллекции образцы нута превышали сорт-стандарт по показателям количества и массы клубеньков с растения. Значение признака варьировало от 94 до 169 шт. и от 0,42 до 1,02 г соответственно. Среднее значение показателя количества клубеньков с растения отмечено у образца С8-Александрит (94 шт.), минимальное – у образца Волгоградский (94 шт.).

Следует считать, что образцы с высокой клубенькообразующей способностью предпочтительны как предшественники для многих сельскохозяйственных культур. Таким образом, выделенные образцы нута по данному признаку могут быть использованы как источники в селекции для данной культуры на повышение клубенькообразующей способности.

Полученные результаты показывают, что количество клубеньков тесно связана с продуктивностью. Чем больше клубеньков, тем выше урожайность образца, например, у образца С8-Александрит с количеством клубеньков 169 шт., продуктивностью в 3,73 г/м², что значительно превысило остальные формы, а также сорт-стандарт.

При наблюдении за образованием клубеньков на корнях в полевых опытах установлено: нут в условиях южной лесостепи Омской области образует большое количество клубеньков.

Анализ количества клубеньков на корнях нута проводили в разные периоды онтогенеза растений: до начала бутонизации, период образования бобов, до созревания семян.

Таблица 3.7 – Количество и масса клубеньков с растения в зависимости от фазы развития, (2012–2015 гг.)

Фаза	Начало бутонизации	Начало образования бобов	Созревание семян
Количество клубеньков, шт.	64	136	136
Масса клубеньков, г	1,3	3,4	1,2

Рассматривая результаты исследований по данному разделу, можно сделать вывод: наиболее активно формирование клубеньков у нута проходит в период бутонизации и начала созревания бобов. Количество клубеньков на корнях нута тесно коррелирует с продуктивностью культуры. Наши исследования доказывают, что существует определенная зависимость массы клубеньков с растения и урожайности семян (табл. 3.7). В заключение отметим, что высокая клубенькообразующая способность нута позволит без дополнительных затрат повысить урожайность последующих сельскохозяйственных культур в севооборотах.

3.5. Жизнеспособность пыльцы

Под жизнеспособностью пыльцы обычно понимают ее способность прорасти на рыльце пестика при наличии всех необходимых благоприятных условий. Жизнеспособная (т.е. живая) пыльца физиологически очень активная. Это используется в практике для определения ее жизнеспособности.

Жизнеспособность пыльцы – величина непостоянная, у одного и того же вида растения она может изменяться в зависимости от стадии развития цветка, условий вегетационного периода и т.д. Пыльца нута обладает высокой энергией

прорастания и жизнеспособности. Однако нут особенно чувствителен к влиянию внешних факторов. Высокие температуры иссушают пыльцу, а продолжительные дожди приводят к загниванию тычинок и рыльца (рис. 3.7).



Рисунок 3.6 – Цветок нута в фазе неполного раскрытия (8-й этап онтогенеза). Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2014 г.

Для успешного проведения исследований ежегодно в период гибридизации проводится оценка жизнеспособности пыльцы путем проращивания ее на искусственной среде. Полученные данные приведены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 - Жизнеспособность пыльцы выделенных образцов нута (2013-2014 гг.)

Образец	Количество пыльцевых зерен		Жизнеспособность, %
	проросших	не проросших	
ПЛС-2402	56	11	83
ПЛС-2394	49	14	78
Вологоградский 10	38	1	97

Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что практически все изучаемые образцы дают высокожизнеспособную пыльцу (78-97%), которая в камере Ван-Тигеля хорошо прорастает уже через 1 час в комнатных условиях при 18-20°C (рисунок 3.7).

Исходя из этого можно предположить, что завязываемость семян у образцов при опылении также должна быть высокой.



а

б

Рисунок 3.7 – Прорастание пыльцы образцов нута (2013 г.): а – Волгоградский-10, б – Краснокутский-123

Используя такой подход, можно сделать вывод: жизнеспособность пыльцы не является причиной низкой завязываемости семян. В этом направлении продолжается исследовательская работа аспирантом кафедры А.А. Бураковым.

3.6. Устойчивость к болезням и вредителям

Фитопатологическая оценка пораженности растений основана на визуальных или инструментальных способах учета реакции растений (качественные шкалы) или интенсивности поражения (количественные шкалы). Тип реакции обычно оценивают через временной интервал, равный двум-трем инкубационным периодам после заражения. Интенсивность поражения оценивают при максимальном проявлении заболевания. Оценка как полевой, так и расоспецифической устойчивости, требует статистической репрезентативности, для этого применяют количественные шкалы. По международному классификатору для гороха, нута и сои установлены шкалы степени поражения и устойчивости [96].

Поражения растений нута в 2012, 2013 гг. отсутствовало, так как культура ранее не выращивалась в пределах опытного поля и отсутствовал инфекционный фон. В 2014, 2015 гг. установлено незначительное поражение образцов фузариозным увяданием, таблица 3.9.

Таблица 3.9 - Устойчивость образцов нута к фузариозу

Образец	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	Балл
ВИР					
Краснокутский 123(стандарт)	1	1	1	1	1
С-243	1	3	3	1	2
ПС- 2394	1	1	3	3	2
Линия С-80	1	3	3	5	3
СибНИИ кормов					
Краснокутский 123(стандарт)	1	1	1	1	1
С19-1-10	1	1	3	1	2
С8-Александрит	1	1	1	1	1
С7-Александрит	1	1	1	1	1

В результате изучения (2012 -2015 гг.) коллекции нута на устойчивость в селекционном процессе на образцах С7-Александрит, С8-Александрит, Краснокутский 123 отсутствовало поражение. Отметим, что наибольшее поражение растений нута наблюдались на фоне неблагоприятных погодных условий, низких температур и повышенной влажности (приложение Е).

3.7. Химический состав и качество семян нута

По подсчетам ФАО, почти половина населения земли страдает от недостатка белка. Одним из наиболее ценных источников полноценного белка во многих районах земного шара является нут. У некоторых сортов нута содержание белка достигает 35 %. Культура нут – это хороший источник не только белка, но и углеводов.

Крахмал является основным углеводным содержимым, за которым следуют пищевые волокна, олигосахариды и простые сахара, такие как глюкоза и сахароза. Так же присутствуют в семенах нута Са, Mg, Zn, йод.

Содержание белка сильно зависит от приспособленности сорта к зоне выращивания [46, 65]. Высокобелковые образцы встречаются среди различных групп спелости, но некоторые авторы считают, что высокобелковых форм больше среди средне- и позднеспелых сортов [32, 85].

Мы в своих исследованиях поставили цель – определить содержание белка, кальция, цинка и йода, так как большинство исследований в Российской Федерации по определению химического состава нута направлено на изучение сырого протеина в семенах.

В 2013 и 2015 г. среди выделенных по хозяйственно-ценным признакам образцов нута были отобраны семена для проведения биохимического анализа. В семенах определяли содержание белка, кальция, цинка, йода. Полученные данные приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 – Характеристика выделенных образцов нута по химическому составу семян (2013, 2015 г.)

Образец	Массовая доля в абсолютно сухом веществе			
	белка, %	кальций%	цинка, мг/кг	йода, мг/кг
<i>2013 г.</i>				
Краснокутский -123 (стандарт)	19,75	0,70	28,35	0,04
ПС-482	21,45	0,75	31,62	0,01
Линия С-80	20,84	0,80	39,38	0,06
Линия С-243	18,69	0,82	28,25	0,04
<i>2015 г.</i>				
Краснокутский -123 (стандарт)	20,08	0,70	30,42	0,04
Волгоградский -10	20,19	0,72	26,49	-
Линия С-482	21,69	0,42	36,45	-
Линия С-80	23,44	0,61	40,08	-
Линия С – 2402	18,69	0,78	47,62	-
Линия С-27	21,31	0,81	38,54	0,76
Приво 1	19,56	0,73	38,65	0,74
НД на методы испытаний	ГОСТ 10846 – 91	ГОСТ	ГОСТ 26570 – 95	ГОСТ 30178 – 96

Наибольшее количество белка в 2013 г. наблюдалось у образцов ПС-482 и Линия С-80, составив соответственно 21, 45% и 20,84 %, так же имеются высокие показатели содержания цинка в семенах.

В 2015 г. по содержанию белка выделились образцы Линия С-80, Линия С-482, Линия С-27 с показателями соответственно: 23,44%, 21,69%, 21,31%. По содержанию цинка у образцов высокие показатели. Указанные образцы рекомендуются как источники высокого содержания белка и микроэлементов в семенах.

В 2013 г. во всех образцах присутствовал йод в семенах в пределах от 0,01 до 0,06 мг/кг, а в 2015 г. йод обнаружен лишь в образцах Линия С-27 и Приво 1, и его содержание значительно выше: 0,76 и 0,75 мг/кг соответственно. Содержание кальция в 2013 и 2015 году было на уровне и варьировалось от 0,70 до 0,82 % и 0,67-0,78% соответственно.

Выделенные из коллекции образцы могут быть использованы как источники при селекции нута на высокое содержание в семенах белка и микроэлементов.

3.8. Корреляционный и регрессивный анализ между хозяйственно-ценными признаками

В современных условиях отбор готовых форм из сортообразцов коллекции ВИРа и СибНИИ кормов ограничен, так как в новых сортах требуется объединять признаки и свойства, которые отсутствуют в имеющейся коллекции. Совмещение признаков и свойств в одном организме возможно при использовании гибридизации и позволяет формировать растения с новыми признаками и свойствами благодаря различному сочетанию генов родительских сортов. Для оптимального подбора родительских пар при планировании гибридизации перед нами была поставлена задача изучить корреляционную зависимость образцов между элементами урожайности с температурой и количеством осадков за вегетационный период. Эти исследования направлены, в первую очередь, на адаптацию культуры к условиям зоны.

Для лучшего восприятия зависимости показателей от погодных условий результаты представлены в виде плеяды зависимостей.

Чем выше коэффициент корреляции, тем связь считается более прочной. Высокая зависимость может стать одним из критериев для отбора образцов нута для дальнейшей селекции.

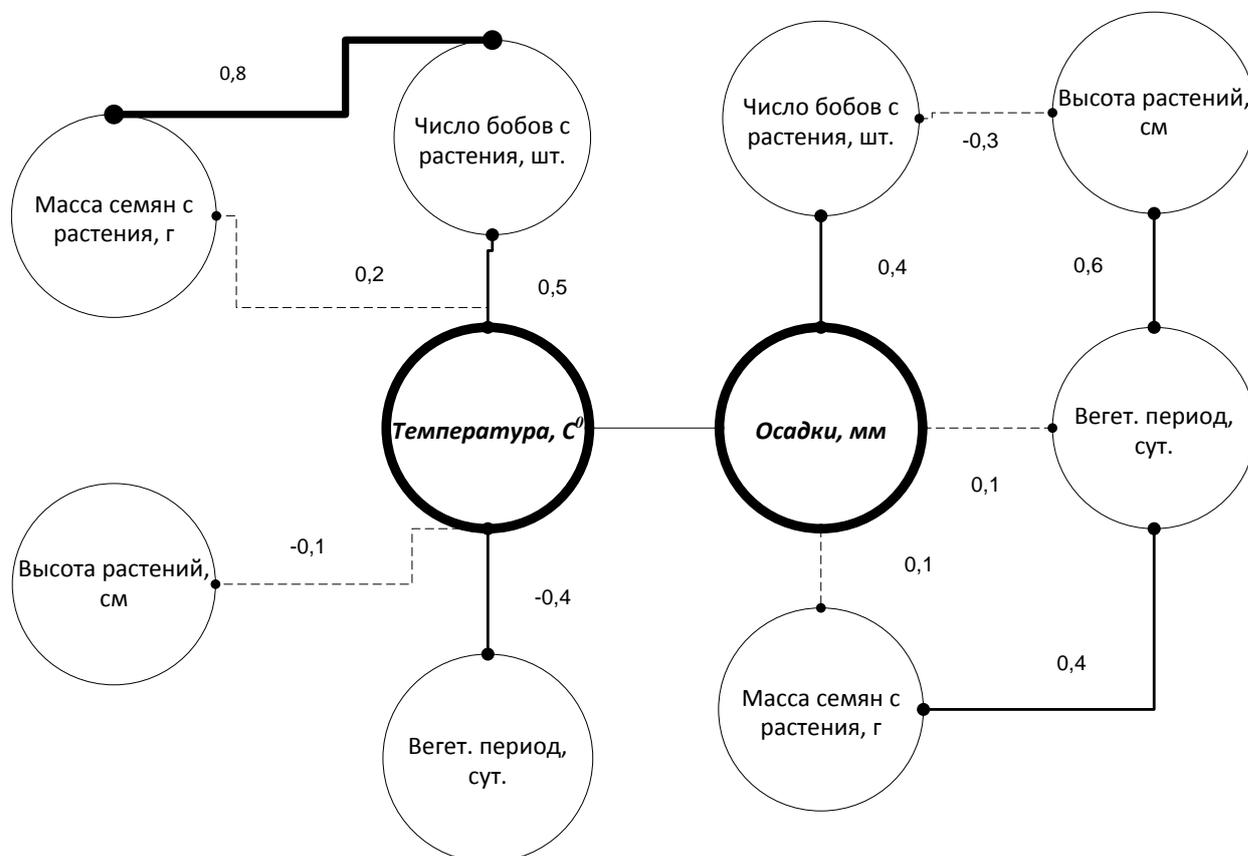


Рисунок 3.8 – Корреляционная плеяда образцов коллекции нута, СибНИИ кормов (2012–2015 гг.)

Выявлена сильная положительная связь между массой семян с растения и числом бобов на одном растении у образцов коллекции соматклонов ($r = 0,8$). Отрицательные зависимости обнаружены между температурой воздуха и продолжительностью вегетационного периода ($r = -0,4$) и высотой растений ($r = -0,1$), положительная средняя с числом бобов на растении ($r = 0,5$).

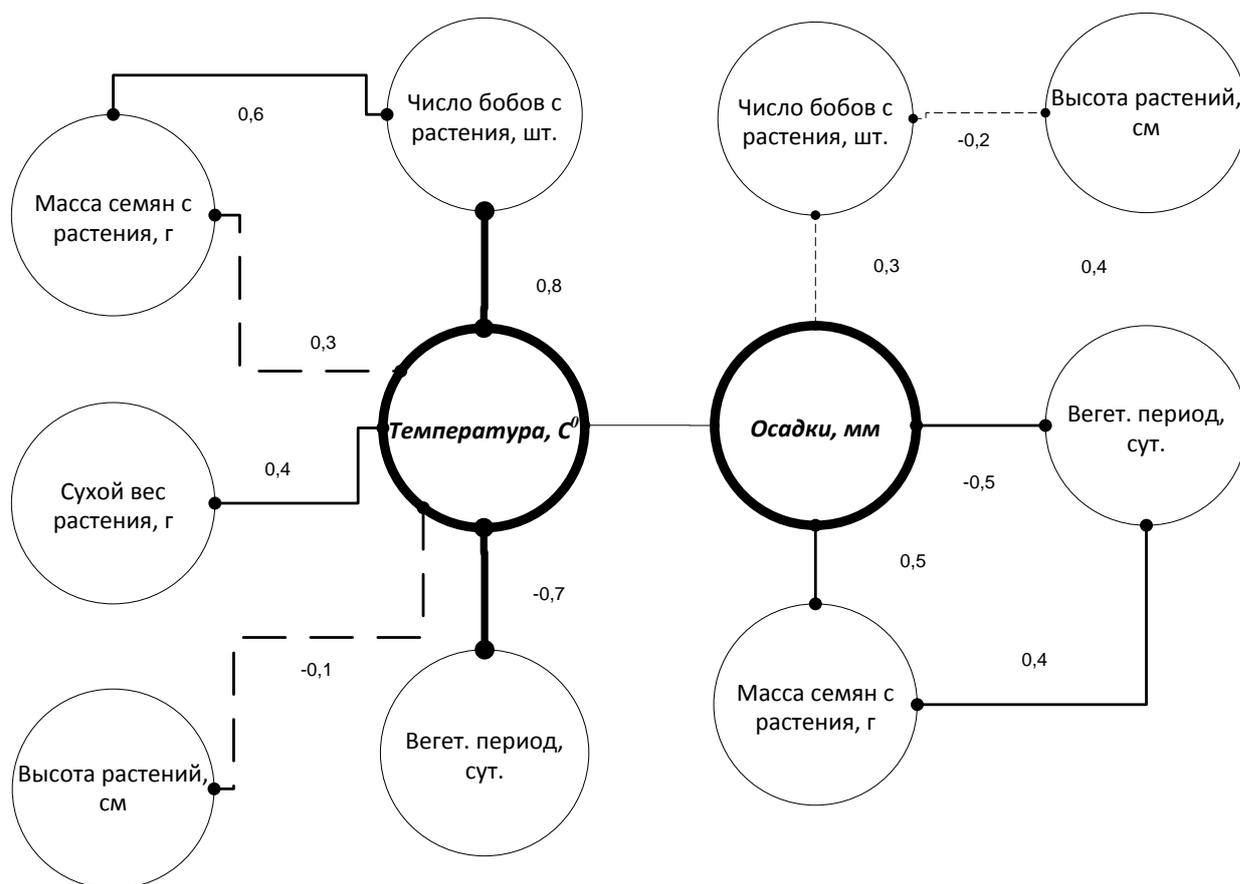


Рисунок 3.9 – Корреляционная плеяда образцов коллекции, СибНИИ кормов (2012 г.)

В благоприятных для культуры условиях произрастания (на примере 2012 г.) обнаружена отрицательная сильная корреляционная зависимость между температурой воздуха и продолжительностью вегетационного периода ($r = -0,7$), положительная сильная между температурой и числом бобов с растения ($r = 0,8$). Средняя отрицательная зависимость имеется между количеством осадков и продолжительностью вегетационного периода ($r = -0,5$), средняя положительная между количеством осадков и массы семян с одного растения ($r = 0,5$).

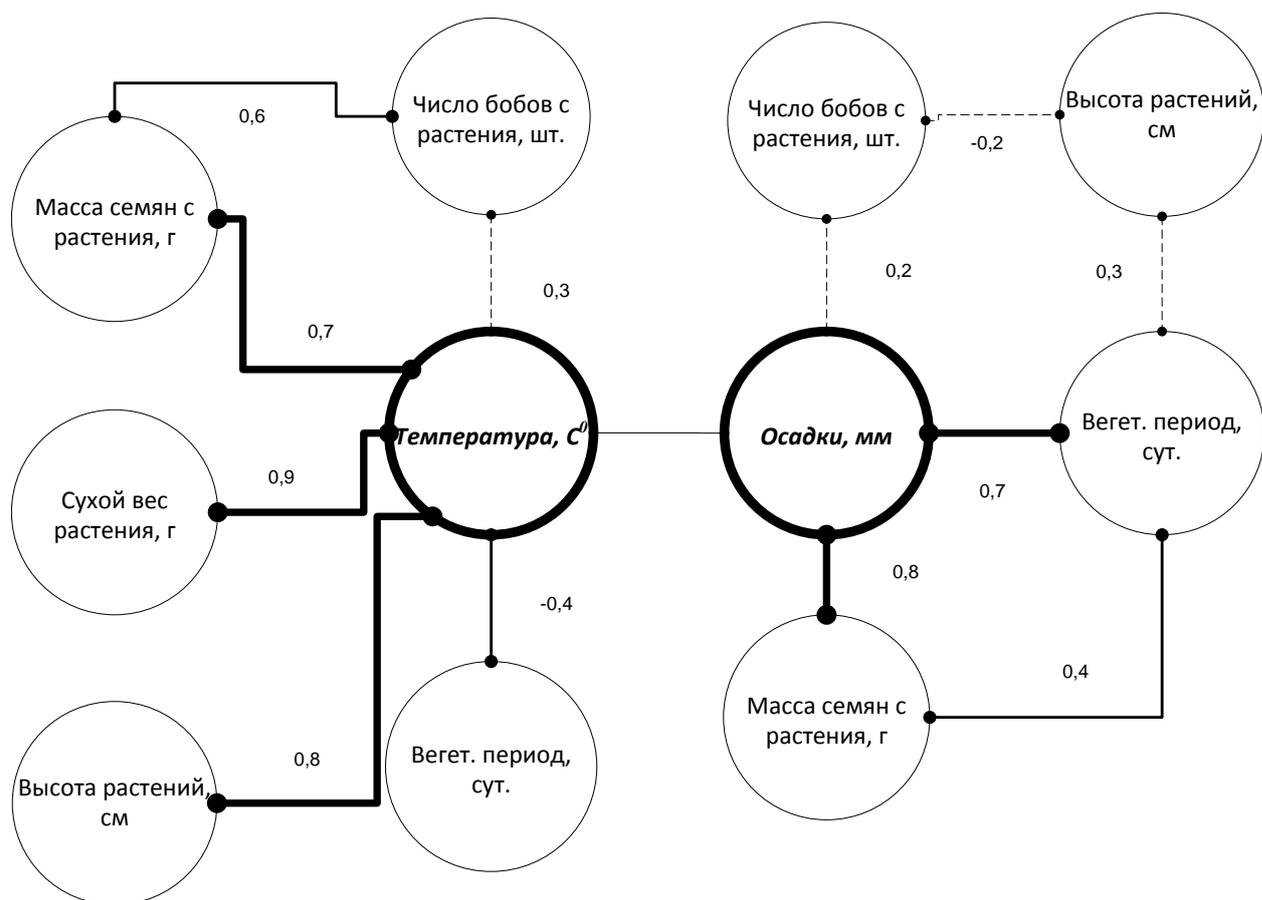


Рисунок 3.10 – Корреляционная плеяда образцов коллекции, СибНИИ кормов (2015 г.)

В неблагоприятных условиях произрастания (на примере 2015 г.) обнаружена сильная положительная зависимость температуры воздуха с весом растения ($r=0,9$), массой семян с растения ($r=0,7$), высотой ($r=0,8$); средняя отрицательная с продолжительностью вегетационного периода ($r=-0,4$); обнаружена сильная положительная зависимость количества осадков с массой семян с растения ($r=0,8$), продолжительностью вегетационного периода ($r=0,7$).

На фоне неблагоприятных погодных условий сильнее проявилась зависимость между погодными условиями и хозяйственно-ценными признаками культуры.

У образцов нута коллекции ВИР обнаружена средняя зависимость между температурой воздуха и числом бобов с растений ($r=0,3$) и продолжительностью вегетационного периода ($r= - 0,4$). Связь между массой семян с растения и числом бобов была средней ($r=0,5$). Обнаружена средняя зависимость между количеством осадков и числом бобов ($r=0,4$). Связь между массой семян с растения и продолжительностью созревания была сильной ($r=0,8$), рисунок 3.11.

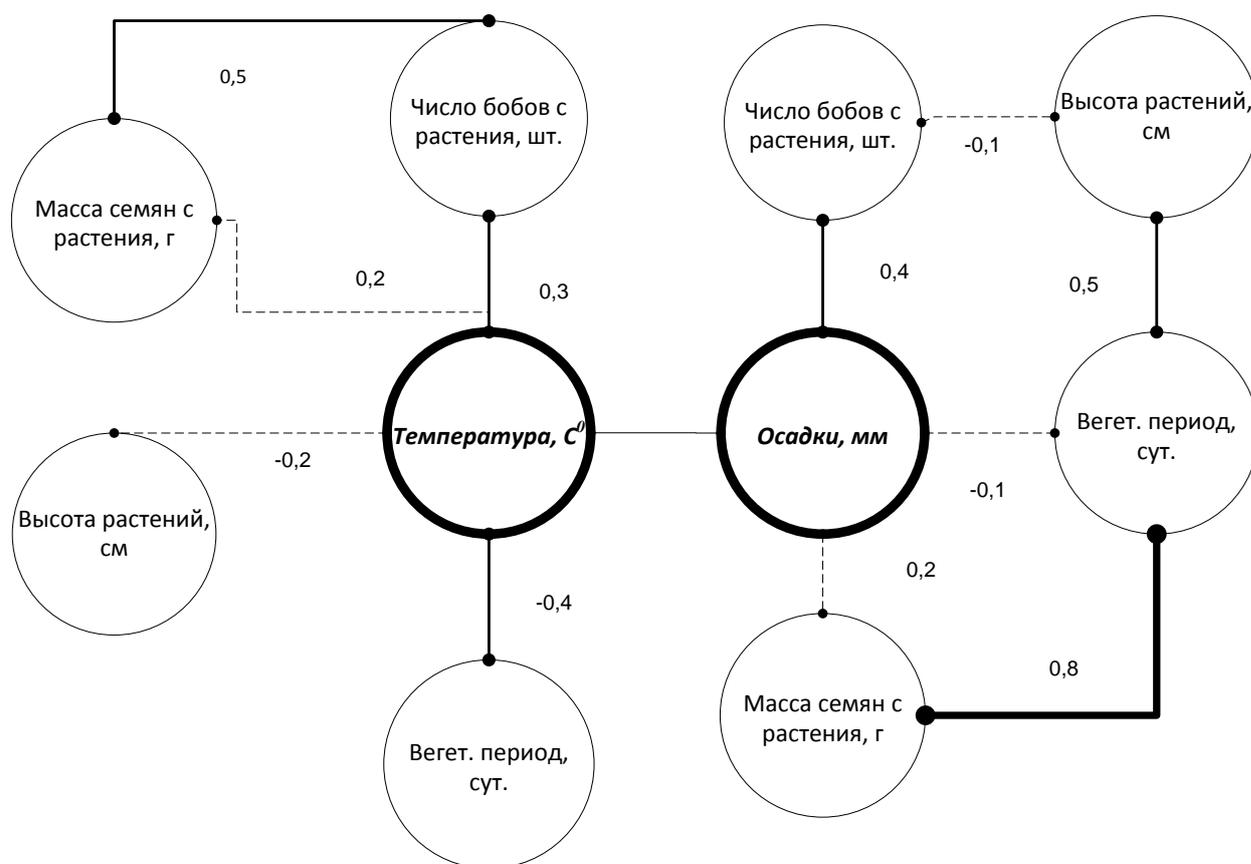


Рисунок 3.11 – Корреляционная плеяда образцов коллекции нута, ВИР (2012–2015 гг.)

В благоприятных условиях выращивания 2012 г. у образцов коллекции ВИР между температурой воздуха обнаружена сильная зависимость с высотой растений ($r=0,8$), средняя с числом бобов ($r=0,4$) и весом сухого растения, отрицательная с продолжительностью вегетационного периода ($r=-0,2$). Обнаружена сильная зависимость между количеством осадков и массой семян с

растения ($r=0,6$), средняя отрицательная с продолжительностью созревания ($r=-0,4$), рисунок 3.12.

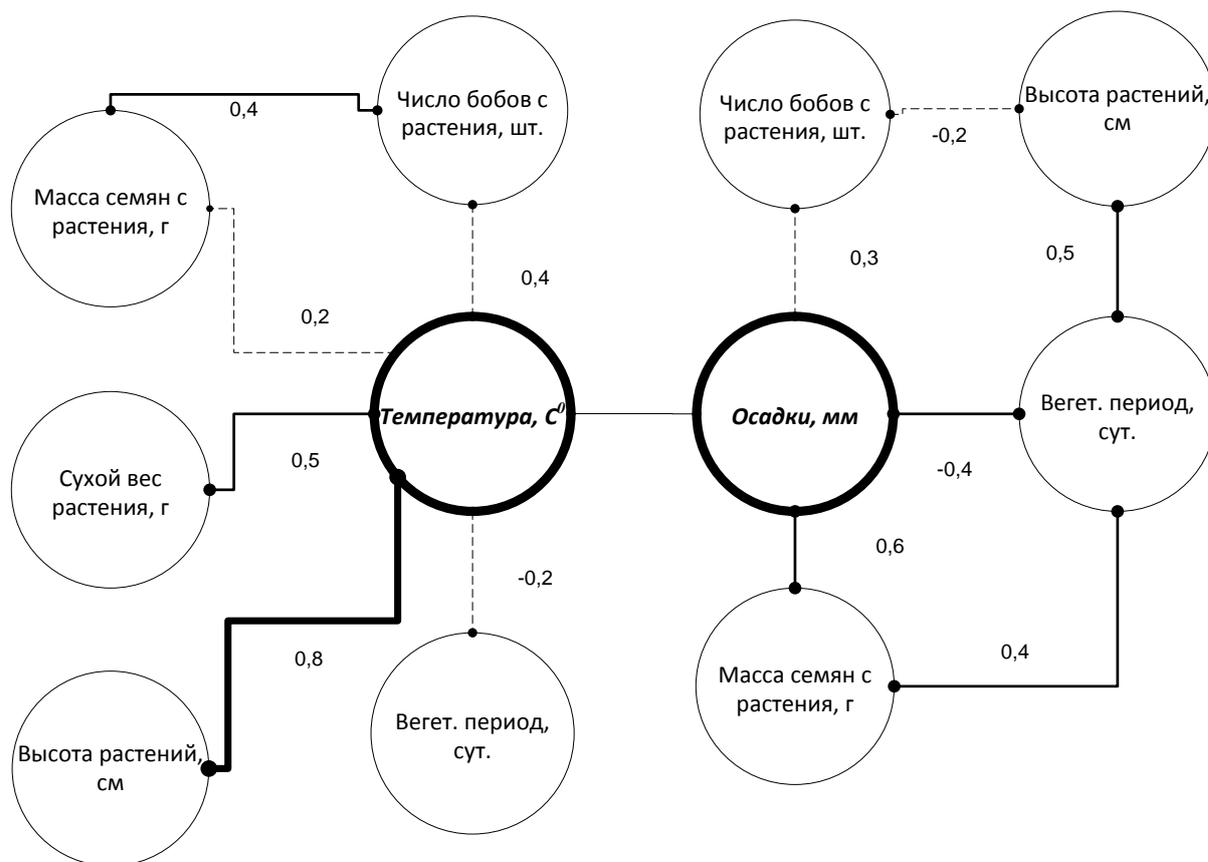


Рисунок 3.12 – Корреляционная плеяда образцов коллекции нута, ВИР (2012 г.)

В неблагоприятных условиях произрастания (на примере 2015 г.) у образцов нута коллекции ВИР обнаружена сильная положительная зависимость температуры воздуха с массой семян с растения ($r=0,9$) и высотой растений ($r=0,9$); средняя с продолжительностью вегетационного периода ($r=-0,4$), числом бобов на растении ($r=0,4$), весом сухого растения ($r=0,5$). Обнаружена сильная положительная зависимость количества осадков с числом бобов на растении ($r=0,7$), средняя с массой семян с растения ($r=0,6$), продолжительностью вегетационного периода ($r=-0,5$).

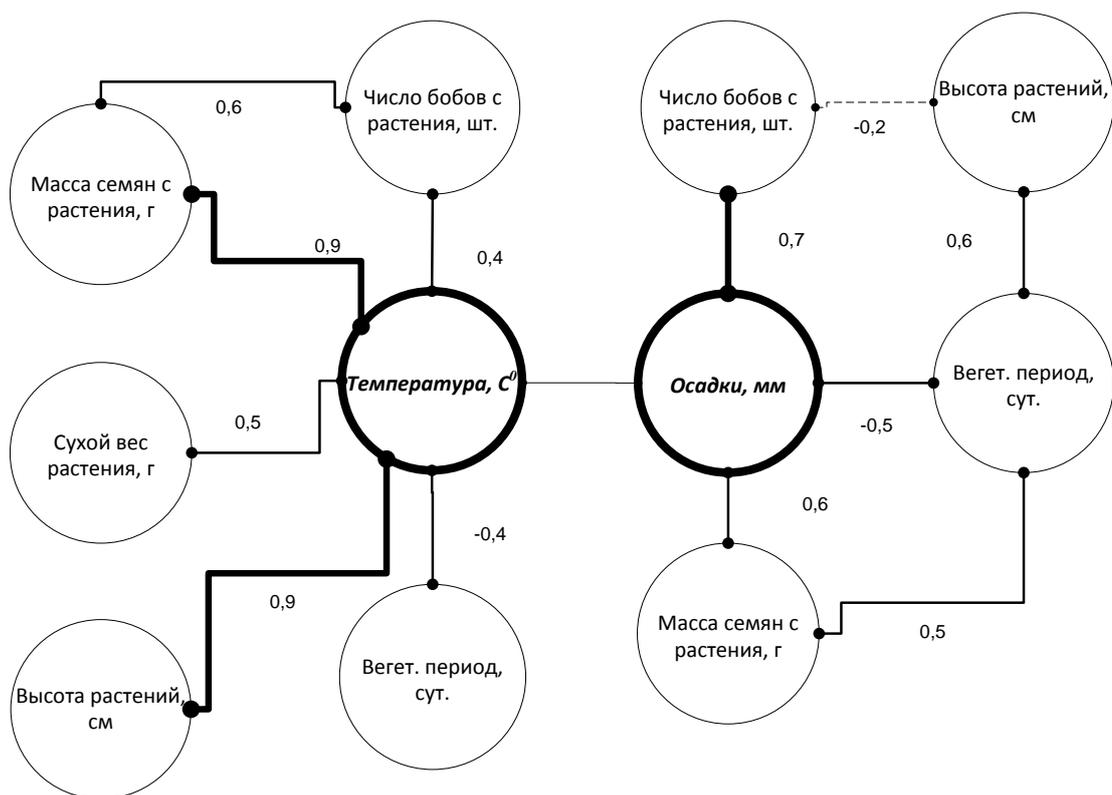


Рисунок 3.13 – Корреляционная плеяда образцов коллекции нута, ВИР (2015 г.)

Особое значение для селекции образцов имеет выявление корреляций между семенной продуктивностью и другими хозяйственно-ценными признаками, прямо или косвенно определяющими урожайность. Успеха в исследовании можно достичь при наличии таких связей, между признаками которых преобладают коэффициенты корреляции достаточной величины [26].

Регрессивный анализ является основой для индексной селекции. При изучении связи между температурой воздуха отмечена положительная корреляция у образцов ВИР $r = 0,4$; $r = 0,2$, СибНИИ $r = 0,3$; $r = 0,3$, между температурой воздуха и продолжительностью вегетационного периода связь так же была положительной $r = 0,2$; $r = 0,3$, соответственно. Наглядную информацию дает линия регрессии (рисунки 3.14; 3,15).

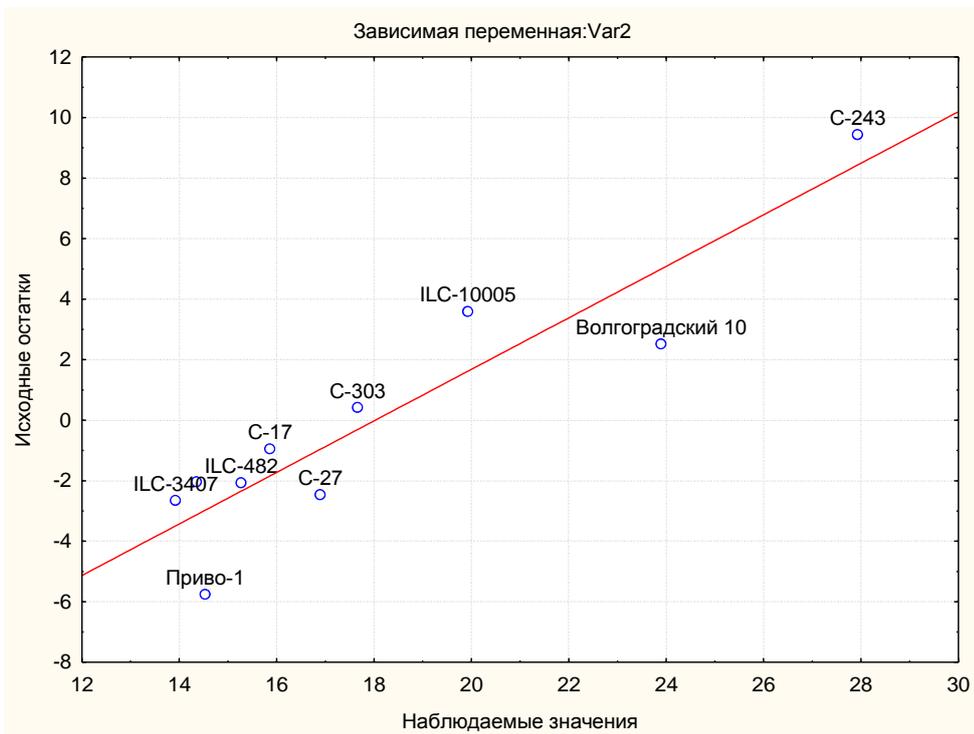


Рисунок 3.14 – Точечный график и теоретическая линия регрессии при прямолинейной корреляции между температурой воздуха и массой семян с растения (коллекция ВИР)

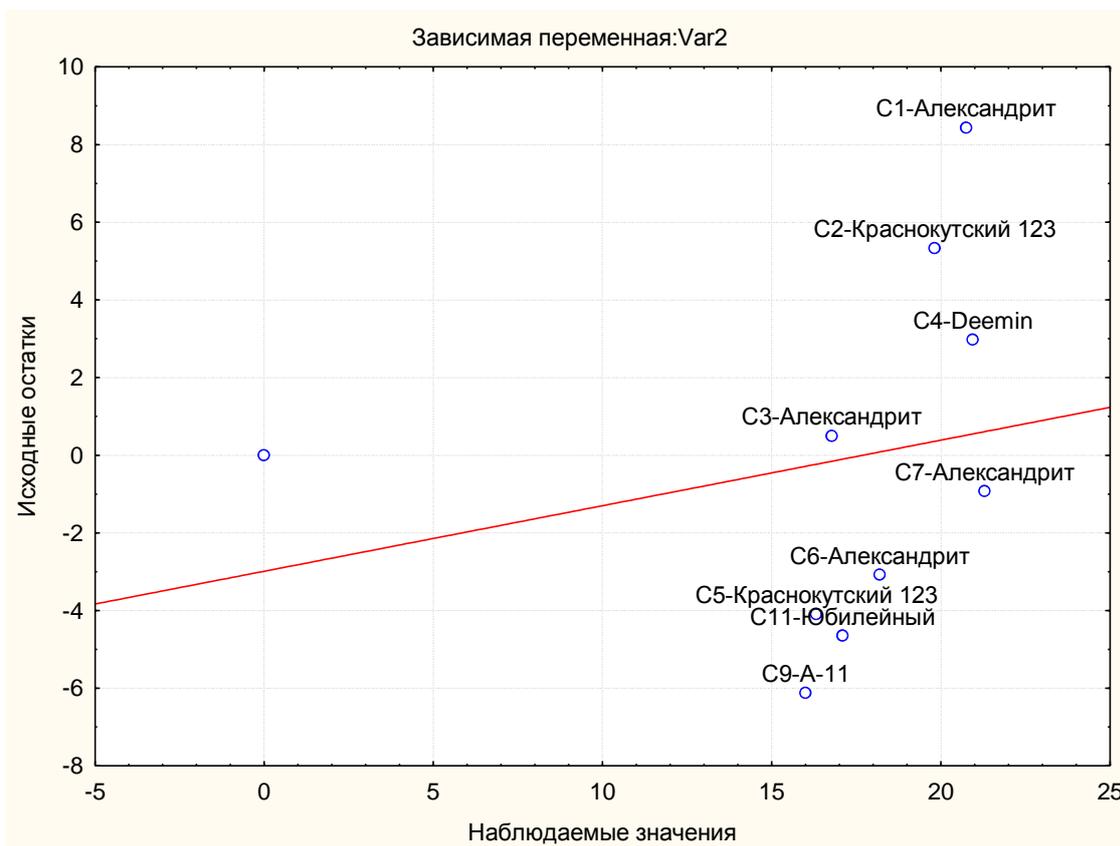


Рисунок 3.15 – Точечный график и теоретическая линия регрессии при прямой корреляции между температурой воздуха и массой семян с растения (коллекция СибНИИ кормов)

На рисунке видно, что с увеличением температуры внешней среды сокращается вегетация как у образцов ВИР, так и у образцов СибНИИ.

По результатам экспериментальных данных отмечено, что на продолжительность вегетационного периода влияет генотип сорта; по результатам двухфакторного дисперсионного анализа установлено: вегетационный период статистически достоверно зависел от температурного режима. Созревание нута происходит быстрее при умеренных температурах, низкие температуры – замедляют созревание культуры.

Таблица 3.11 – Коэффициент корреляции (r) урожайности нута коллекции ВИР с другими хозяйственными признаками

Признак	Коэффициент корреляции			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Количество бобов с растения, шт.	0,3	0,3	0,3	0,3
Количество семян с растения, шт.	0,1	0,1	0,2	0,4
Масса бобов с растения, г	0,2	0,3	0,1	0,3
Масса семян с растения, г	0,2	0,3	0,5	0,4
Длина вегетационного периода, сут.	0,3	0,3	0,7	0,8

В наших исследованиях установлено, что слабая зависимость наблюдается между показателями продуктивности ($r=0,1-0,2$) и количеством семян с растения. Отмечена слабая положительная зависимость у признаков количества бобов с растения, массы бобов с растения. Выявлена высокая положительная связь ($r=0,8-0,9$) между признаками урожайности и вегетационного периода за 2015 г. В этот год были плохие погодные условия, это позволило наиболее ярко выявить связи между показателями.

Таблица 3.12 – Коэффициент корреляции (r) урожайности нута коллекции СибНИИ с другими хозяйственными признаками

Признак	Коэффициент корреляции			
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.
Количество бобов с растения, шт.	0,4	0,6	0,4	0,4
Количество семян с растения, шт.	0,4	0,3	0,6	0,9
Масса бобов с растения, г	0,3	0,3	0,8	0,9
Масса семян с растения, г	0,4	0,3	0,7	0,9
Длина вегетационного периода, сут.	0,3	0,3	0,7	0,8

Высокая положительная зависимость наблюдалась в 2015 г., как было сказано выше, это связано с погодными условиями. Отметим, что сильная положительная зависимость установлена в 2014 г. между урожайностью и массой бобов с растения ($r=0,8$); массой семян с растения и длиной вегетационного периода ($r=0,7$).

По результатам испытания образцов нута, наличие сильных корреляционных связей между урожайностью и отмеченными показателями позволяет сделать вывод: образцы могут давать (при благоприятных условиях возделывания) высокий урожай.

3.9. Кластерный анализ образцов нута

В процессе эволюции растительных объектов среда создала виды, которые имеют идеальную сбалансированность признаков, это обеспечивает им выживание в постоянно изменяющихся климатических условиях. Образцы коллекции нута – растительные объекты, созданные человеком за определенный промежуток времени; безусловно, гибридизация не дает идеальной сбалансированности признаков в генотипе, как это делала природа на протяжении продолжительного периода времени.

В своей работе селекционер часто сталкивается с большим объемом материала по целому набору разных по своей природе признаков, его необходимо каким-либо образом систематизировать, чтобы затем выделить лучшие формы по комплексу хозяйственно-ценных признаков [30].

В данных исследованиях мы классифицировали результаты по хозяйственно-ценным признакам образцов коллекции нута для создания на их основе нового селекционного материала в условиях южной лесостепи Западной Сибири. С этой целью мы подвергли иерархической кластеризации 23 образца нута коллекции ВИР и 23 – коллекции СибНИИ кормов. У рассматриваемых образцов разная селекционная ценность по элементам продуктивности и пригодности к механизированной уборке.

После статистической обработки данных кластерным анализом установлено: в данной генеральной совокупности выделяются три хорошо различимых кластера. Для наглядной иллюстрации результатов кластеризации представлена дендрограмма (древовидная диаграмма), на ней графически изображена иерархическая структура коллекции образцов нута (рис. 3.15).

Для сортов, выделенных в кластеры, характерен схожий набор признаков внутри кластера и достоверные различия с другими кластерами.

При выделении образцов с высокими показателями элементов продуктивности и признаков пригодности к механизированной уборке основными критериями для разделения по классам стали наивысшие значения признаков: количества бобов на растении, количества семян с растения, массы семян с одного растения, прикрепления нижнего боба, продолжительности вегетационного периода.

Первый кластер объединил 7 образцов: 25-Б, 14-Б, С-285, ЛС-83, ЛС-16, С-303, Приво-1, это растения которые имеют продолжительность вегетационного периода 99 суток, высокое прикрепление нижнего боба (20 см) с количеством бобов на растении – 43 шт. и меньшей массой семян с одного растения (8 г).

Во второй группе (второй кластер) – 6 образцов: 22-Б, 16-Б, С-03, С-17. Растения кластера сочетают количество бобов на растении (81 шт.), высокое количество семян с одного растения (66 шт.) и высокое прикрепление нижнего боба (26 см).

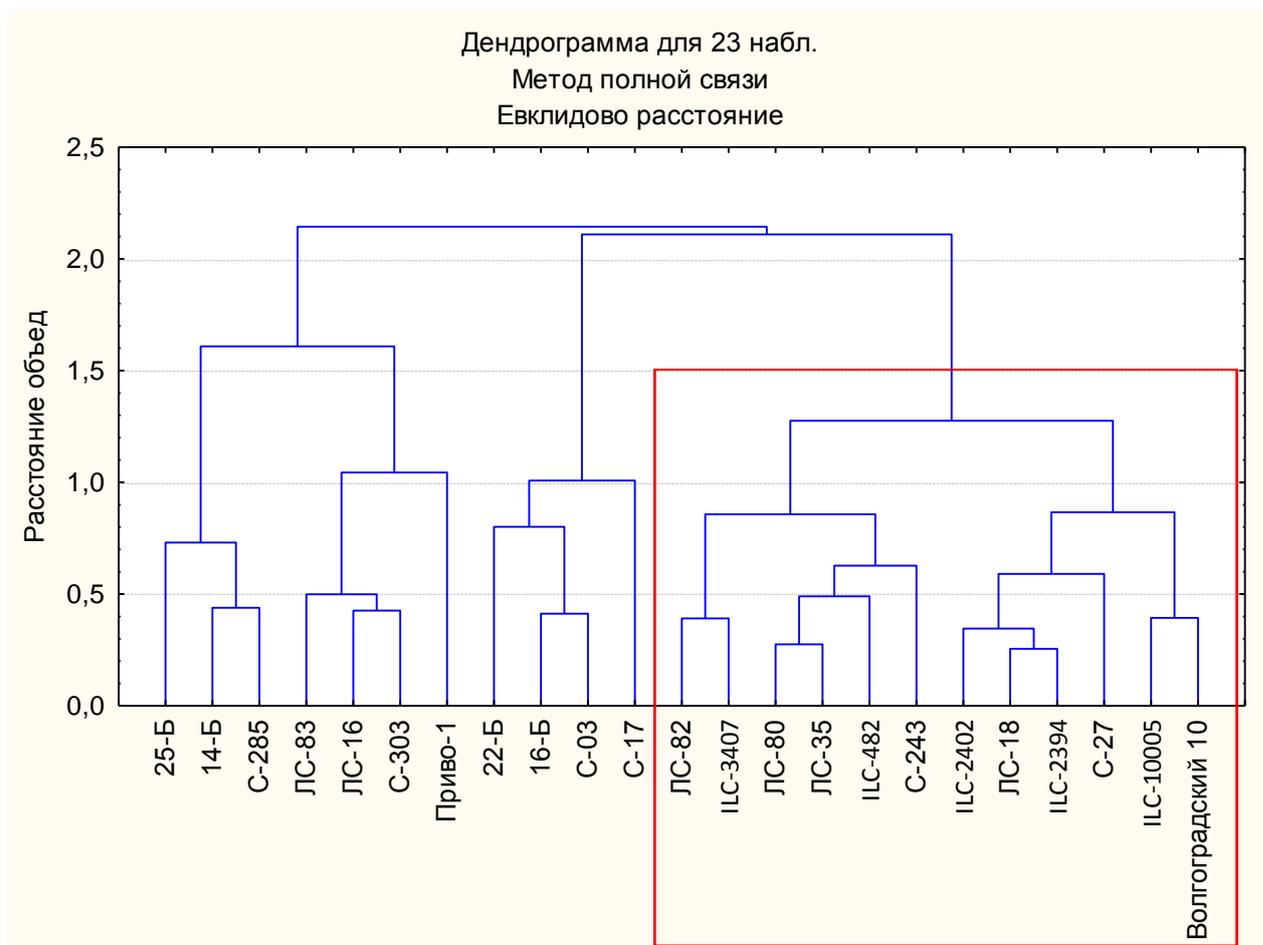


Рисунок 3.16 – Дендрограмма кластеризации образцов нута коллекции ВИР по элементам продуктивности и пригодности к механизированной уборке

В третью группу (третий кластер) вошли 12 образцов, сочетающих продолжительный вегетационный период (89 сут.), норму по высоте прикрепления нижнего боба (25 см), количество бобов на растении (134 шт.), число семян с растения (61 шт.). Кластерный анализ образцов нута коллекции ВИР по элементам продуктивности и пригодности к механизированной уборке показал: при создании новых сортов в качестве исходного материала необходимо уделять большое внимание растениям, относящимся к третьему кластеру : Линия С-82, ILC-3407, Линия С-80, Линия С-35, ILC-482, С-243, ILC-2402, С-27, ILC-10005 Волгоградский -10. Его образцы – растения с комплексом положительных хозяйственно-ценных признаков, отбор которых наиболее важен для селекции нута на высокую продуктивность и пригод-

ность к механизированной уборке. Во втором и первом кластере отбор менее эффективен, так как у образцов показатели продуктивности и пригодности к механизированной уборке уступают формам третьего кластера.

После статистической обработки данных образцов нута коллекции СибНИИ кормов кластерным анализом установлено: в данной генеральной совокупности выделяются три хорошо различимые группы. Для наглядной иллюстрации результатов кластеризации представлена дендрограмма (древовидная диаграмма) с графическим изображением иерархической структуры образцов коллекции нута СибНИИ кормов (рис. 3.17).

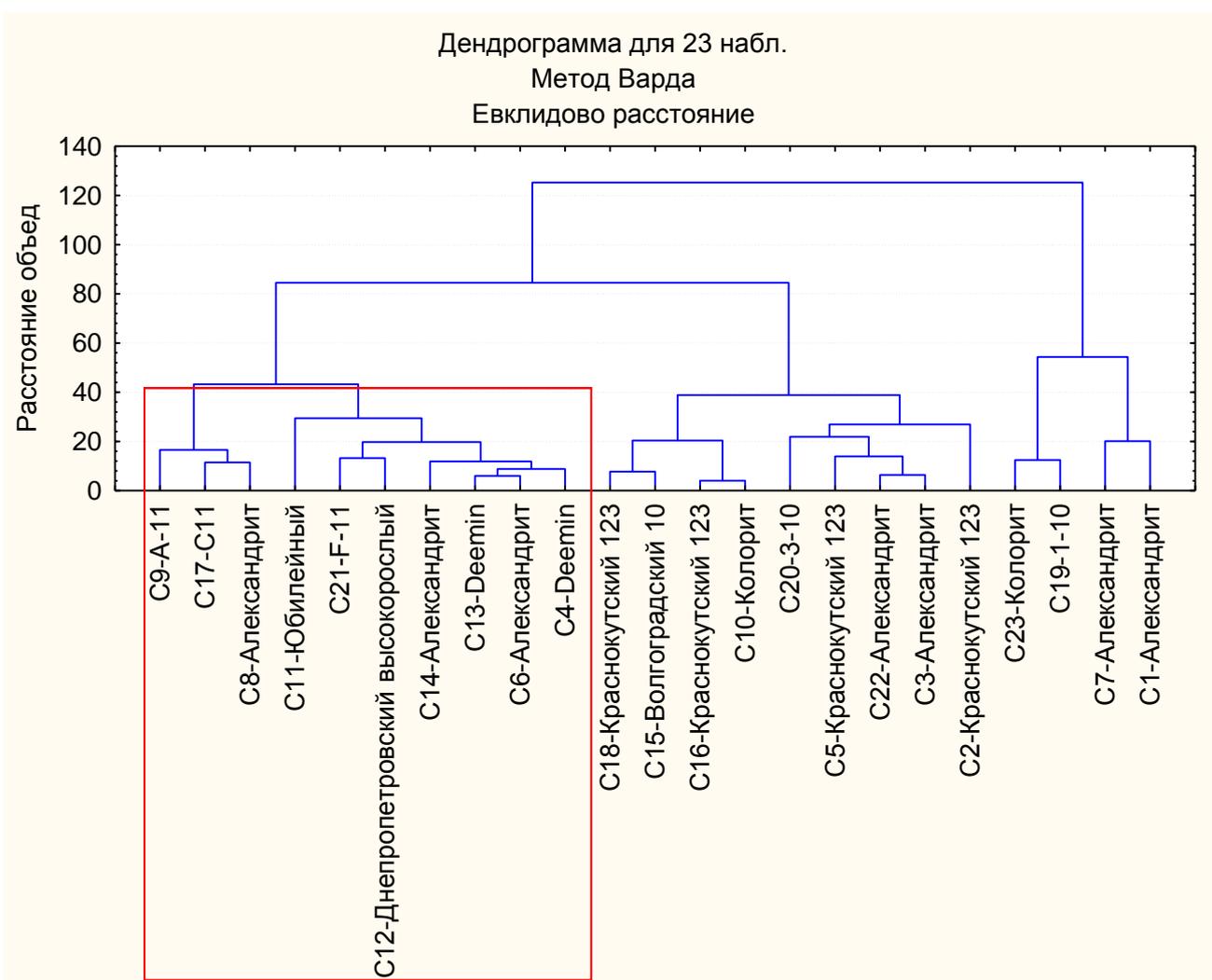


Рисунок 3.17 – Дендрограмма кластеризации образцов нута коллекции СибНИИ кормов по элементам продуктивности и пригодности к механизированной уборке

К самой многочисленной группе (первый кластер) отнесено 10 образцов: С9-А-11, С17-С11, С8-Александрит, С11-Юбилейный, С21-F-11, С12-Днепропетровский высокорослый, С14-Александрит, С13-Deemin, С6-Александрит, С4-Deemin, имеющих наименьший вегетационный период (88 сут.), высокое прикрепление нижнего боба (28 см) с наибольшим количеством бобов на растении (61 шт.) и количеством семян с одного растения (64 шт.).

Ко второй группе (второй кластер) – 9 образцов: С18-Краснокутский 123, С15-Волгоградский, С16-Краснокутский 123, С10-Колорит, С20-3-10, С5-Краснокутский 123, С22-Александрит, С3-Александрит, С2-Краснокутский 123, со средней продолжительностью вегетационного периода (89 сут.), количеством бобов на растении (50 шт.) и количеством семян с растения (57 шт.), оптимальным прикреплением нижнего боба (29 см).

В третью малочисленную группу (третий кластер) вошли 4 образца: С3-Колорит, С19-1-10, С7-Александрит, С1-Александрит, существенно отличающиеся от растений первой и второй групп. Это образцы с промежуточными показателями по элементам продуктивности и пригодности к механизированной уборке.

Кластерный анализ образцов нута коллекции СибНИИ кормов по элементам продуктивности и пригодности к механизированной уборке показал, что при создании новых сортов в качестве исходного материала необходимо больше внимания уделять образцам, относящимся к первому кластеру, а именно: С9-А-11, С17-С11, С8-Александрит, С11-Юбилейный, С21-F-11, С12-Днепропетровский высокорослый, С14-Александрит, С13-Deemin. Это растения с комплексом положительных хозяйственно-ценных признаков, отбор которых наиболее желателен для селекции на продуктивность и пригодность к механизированной уборке. В третьем и втором кластерах отбор будет менее эффективен, так как образцы нута сочетают низкие показатели продуктивности и пригодности к механизированной уборке. Это образцы: С18-

Краснокутский 123, С15-Волгоградский-10, С16-Краснокутский 123, С10-Колорит. С20-3-10, С5-Краснокутский 123, С22-Александрит, С3-Александрит, С2-Краснокутский 123, С23-Колорит, С19-1-10, С7-Александрит, С1-Александрит.

Нут – не особо распространенная культура для возделывания в частном секторе. Но, учитывая высокие питательные качества, способность восполнять в организме человека дефицит витаминов, органических кислот и полезных минеральных солей, а также возможность стать достойной заменой мясу, можно сделать вывод: выращивание нута в условиях Омской области целесообразно.

Приоритетное направление в селекции нута – создание высокопродуктивных сортов с высокими вкусовыми и технологическими качествами зерна.

При возделывании в производстве культура должна отвечать ряду показателей, а именно: однородности по степени созревания, короткому вегетационному периоду, крупносемянности со светло-розовой окраской.

Таким образом, кластерный анализ образцов нута позволил разбить их на группы (кластеры) и выделить образцы, обладающие комплексом хозяйственно-ценных признаков, важных при селекции культуры на высокую продуктивность, высокие технологические качества и пригодность к уборке комбайном.

В биологических исследованиях регрессия может применяться в случае прогноза изменения признака при непрямой селекции. Например, отбор потомков по селекционной ценности родителей, изменение показателей продуктивности (массы семян с растения, числу бобов с растения, характеристик пригодности к механизированной уборке, и т.д.) в разные периоды онтогенеза.

4. Создание и оценка исходного материала для селекции нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири

Понятие об идеальном сорте введено в употребление еще в 1895 г., уточнено Н.И. Вавиловым. В.А. Кумаков в 1985 г. определил модель сорта как научный прогноз, описывающий сочетание признаков растения, необходимое для обеспечения заданного уровня продуктивности, устойчивости и других производственных качеств [37].

Успех селекционной работы обусловлен качеством селекционной программы, в которой спланированы ее цели и возможные пути реализации. Селекционер должен разработать модель сорта – научный прогноз, показывающий, каким сочетанием признаков должны обладать растения для обеспечения заданного уровня продуктивности, устойчивости и других требуемых производством качеств. Перед созданием модели нужно знать технические требования к сорту, выдвигаемые народным хозяйством; предполагаемую среду обитания, а именно: точную характеристику почвенно-климатических ресурсов региона, степень варьирования отдельных факторов среды и их амплитуду; распространенность вредителей и болезней в конкретном регионе и динамику их численности; предполагаемый уровень агротехнических приемов, удобрений, пестицидов и т. д.; биологию культуры, в частности, частную генетику признаков, закономерности и структуру модификационной изменчивости, генетические и физиологические механизмы индивидуальной и популяционной буферности (гомеостаз), принципы конструирования агроценозов, обладающих высокой адаптивностью по отношению к конкретным экологическим условиям[80, 91,100].

Создание модели сорта возможно только при познании всего комплекса зависимостей признаков растений и изучения конкурентности генотипов.

Важно разрабатывать модели сортов для каждой агроклиматической зоны возделывания, потому что в селекции очень сложно совместить в одном генотипе высокий потенциал продуктивности и экологическую пластичность сортов. Ис-

пользование ценных сортов, полученных в других зонах, не всегда обеспечивает успех, так как выделенные образцы в одной зоне и показавшие там высокую продуктивность, к сожалению, оказываются непригодными для других.

Поэтому каждая зона возделывания должна иметь свой сортовой состав, адаптированный к местным почвенно-климатическим условиям и устойчивый к основным вредоносным заболеваниям. Это требует проведения работ по подбору исходных форм, их оценки и использования в дальнейшем при селекции культуры [30, 95].

При изучении образцов коллекции нута и наблюдении за поведением ее отдельных признаков нами рекомендованы элементы модели сорта для условий южной лесостепи Западной Сибири. Модель сорта должна отвечать требованиям:

- короткого вегетационного периода;
- толерантности к биотическим и абиотическим факторам;
- стабильного высокого урожая;
- компактной формы куста;
- устойчивости к болезням.

Параметры элементов модели нового сорта приведены в таблице 4.1.

При рекомендации элементов модели сорта нута для условий южной лесостепи Западной Сибири нами представлены биологические морфологические, биохимические и технологические показатели согласно предпочтениям рынка.

В процессе изучения коллекционного материала нута удалось выделить образцы по ряду хозяйственно-ценных признаков, рекомендованных в селекционный процесс в качестве источников для селекции. Данные образцы превышали стандарт по основным показателям или были на его уровне (табл. 4.1).

Таблица 4.1 – Рекомендуемые признаки для модели перспективного сорта нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири

Показатель	Базисный сорт (Краснокутский 123)	Новый сорт	Источник признака
Период вегетации, сут. (среднеспелость)	От 60 до 120	86–90	Линия С-83, С14-Александрит
Количество бобов на растении, шт.	60–80	80 и >	С-243, С1-Александрит
Масса семян с растения, г	15,0–20,0	25 и >	С - 243, С1-Александрит
Высота растения, см	40-70	60-80	ILC-482, Линия С-18
Высота прикрепления нижнего боба, см	15	15–20	ILC-482, Линия С-83
Количество клубеньков на растении, шт.	30	120 и >	С8-Александрит, Краснокутский-123
Содержание белка, %	21-25	30 и >	ILC-482, Линия С-80



Рисунок 4.1 – Растение нута после гибридизации. Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2014 г.

В селекционном процессе нута для создания новых сортов мы рекомендуем использовать в качестве источника основных хозяйственно-ценных признаков (скороспелость, продуктивность, пригодность к механизированной уборке, высокое содержание белка, клубенькообразующая способность) следующие образцы нута: Линия С-83, С14-Александрит, Линия С-18, С-243, ПС-2394, С23-Колорит, С8-Александрит, Краснокутский-123, ПС-482, [33, 80].

4.1. Наследование и наследуемость хозяйственно-ценных признаков гибридами F_1 и F_2 нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири

В результате изучения коллекции нута ежегодно отбираются образцы с лучшими показателями хозяйственно-ценных признаков. Так, в 2012 г. включены в схему скрещивания 4 образца. В число отобранных образцов вошли растения как со светлоокрашенными семенами, так и с темноокрашенными. Светлоокрашенные образцы, в основном, используются для пищевого производства, тогда как темноокрашенные больше подходит для кормового. Но стоит отметить, что формы с темными семенами выделялись по признакам: урожайность, компактность куста, продолжительность вегетационного периода, поэтому мы использовали их в качестве родительских форм.

Характер наследования признаков, связанных с продолжительностью вегетационного периода, имеет значение при создании сортов разных сроков созревания. В результате наших исследований выявлены значительные сортовые различия по степени выраженности признака продолжительности вегетационного периода у гибридов первого поколения в 2013 г. (таблица 4.2) и первого - второго поколений в 2014 г.

Таблица 4.2 – Характер наследования продолжительности вегетационного периода родительских форм и гибрида F₁ (2013)

Комбинация скрещивания	Продолжительность вегетационного периода, сут.			
	<i>P</i> ₁	<i>P</i> ₂	<i>F</i> ₁	<i>h_p</i> [*]
ILC 2394 x LC 18	89	87	85	– 3,0
LC 80 x ILC 2394	90	89	89	– 1,0
C12 Днепропетровский x LC 16	87	92	87	– 1,0
Среднее	88,6	89,3	87,0	

* *h_p* – степень доминирования

Гибриды F₁ в условиях 2013 г. созревали раньше, чем их родительские формы, на двое суток. Более короткий период вегетации у комбинация ILC 2394 x LC 18 (85 сут.), это меньше, чем у родительских форм на четверо суток и двое суток соответственно; у образца ILC 2394 и у комбинации LC 80 x ILC 2394, чем у исходного материнского образца. Это подтверждают расчеты степени доминирования. Продолжительность вегетационного периода у гибридной формы F₁, наследовалась по типу отрицательного доминирования (*h_p* = – 1,0) у 66,6 % комбинаций и по типу отрицательного сверхдоминирования (депрессии *h_p* = – 3,0) у 33,3 % комбинаций, что свидетельствует о скороспелости гибридов по сравнению с родителями.

Таблица 4.3 – Характер наследования и наследуемость продолжительности вегетационного периода гибридами F₁ и F₂ нута (2014 г.)

Комбинация скрещивания	Продолжительность вегетационного периода, сут.					
	<i>P</i> ₁	<i>P</i> ₂	<i>F</i> ₁	<i>h_p</i> [*]	<i>F</i> ₂	<i>H</i> ² [*]
ILC 2394 x LC 18	88	85	84	– 1,7	84	52,0
LC 80 x ILC 2394	87	89	84	– 4,0	88	49,4
C12 Днепропетровский x LC 16	85	90	86	– 0,6	85	38,7
Среднее	86,6	87,0	86,3		85,6	

* *h_p* – степень доминирования; *H*² – наследуемость

В 2014 г. гибриды F_1 созревали на сутки раньше, чем родительские формы. Комбинации ПС 2394 x ЛС 18 и ЛС 80 x ПС 2394 оказались самыми скороспелыми (84 сут.), что меньше чем у отцовской формы, на 5 суток. Наследование признаков у этих растений идет по типу отрицательного сверхдоминирования (депрессии).

Продолжительность вегетационного периода у гибридной комбинации С12-Днепропетровский x ЛС-16 (-0,6) наследовалась по типу промежуточного с отклонением в сторону более скороспелой родительской формы.

Таблица 4.4 – Характер наследования высоты прикрепления нижнего боба гибридами F_1 нута (2013 г.)

Комбинация скрещивания	Высота прикрепления нижнего боба, см			
	P_1	P_2	F_1	h_p^*
ПС 2394 x ЛС 18	21	32	36	+1,7
ЛС 80 x ПС 2394	30	21	32	+1,4
С12 Днепропетровский x ЛС 16	30	25	29	+0,6
Среднее	27,0	25,7	32,3	

* h_p – степень доминирования.

Гибриды F_1 в условиях 2013 г. по признаку высоты прикрепления нижнего боба имели показатели выше, чем родительские формы (табл. 4.4). Так, гибридная комбинация ПС 2394 x ЛС 18 (36 см) превысила лучшую родительскую форму на 4 см; у комбинации ЛС 80 x ПС 2394 высота прикрепления боба была больше на 2 см, чем у лучшей исходной формы. У комбинации С12-Днепропетровский x ЛС-16 признак имел промежуточное значение.

Высота прикрепления нижнего боба у гибридов наследовалась преимущественно по типу положительного сверхдоминирования (у 66,6 % гибридов) и по типу частичного доминирования (у 33,3 % гибридов), свидетельствуя о преимуществе гибридных форм по сравнению с родительскими по изучаемому признаку.

Таблица 4.5 – Характер наследования и наследуемость высоты прикрепления нижнего боба гибридами F₁ и F₂ нута (2014 г.)

Комбинация скрещивания	Продолжительность вегетационного периода, сут.					
	<i>P</i> ₁	<i>P</i> ₂	<i>F</i> ₁	<i>h_p</i> [*]	<i>F</i> ₂	<i>H</i> ² [*]
ILC 2394 x LC 18	24	32	38	+2,5	35	26,5
LC 80 x ILC 2394	29	21	32	+1,8	33	15,4
C12 Днепропетровский x LC 16	30	28	30	0,0	30	20,4
Среднее	27,0	25,7	32,3		32,7	

* *h_p* – степень доминирования; *H*² – наследуемость

В 2014 г. гибриды F₁ по показателю высоты прикрепления нижнего боба превысили родительские формы либо находились на их уровне. Комбинации ILC 2394 x LC 18 и LC 80 x ILC 2394 превысили лучшую родительскую форму соответственно на 6 и 3 суток. У гибрида C12 Днепропетровский x LC 16 отмечено полное соответствие родительской форме (*h_p*=0,0).

Высота прикрепления нижнего у гибридов F₂ боба варьировала от 30 до 35 см. По результатам расчета коэффициента наследуемости отмечено, что образец ILC 2394 x LC 18 (26,5 %) лучше других передает изученный признак и в дальнейшем будет использован в качестве родительской формы при селекции по данному показателю.

У всех гибридов второго поколения наблюдалось высокое прикрепление нижнего боба.

Высота прикрепления нижнего боба наследовалась по типу промежуточного наследования (у 33,3 % гибридов) и положительного сверхдоминирования у большинства комбинаций (66,6% гибридов).

В селекции нута особое внимание заслуживает продуктивность гибридных растений. Результаты изучения признака числа бобов на одном растении у гибридов первого поколения нута в 2013 г. представлены в таблице 4.6.

Таблица 4.6 – Характер наследования количества бобов на одном растении гибридами F₁ нута (2013 г.)

Комбинация скрещивания	Количество бобов с одного растения, шт.			
	<i>P</i> ₁	<i>P</i> ₂	<i>F</i> ₁	<i>h</i> _{<i>p</i>} *
ILC 2394 x ЛС 18	70	105	102	+0,8
ЛС 80 x ILC 2394	66	70	75	+3,5
С12 Днепропетровский x ЛС 16	69	59	70	+1,2
Среднее	68,3	78,0	82,3	

* *h_p* – степень доминирования.

В наших исследованиях показано, что наибольшее число бобов на растении у родительской формы Линия С-18 (105 шт.), у гибридов средние показатели по данному признаку (102 шт.).

В гибридной комбинации ЛС 80 x ILC 2394 и ILC 2394 x ЛС 18 отмечено положительное сверхдоминирование ($h_p = +1,2$; $h_p = +3,5$).

В комбинации С12 Днепропетровский x ЛС 16 зафиксировано частичное положительное доминирование ($h_p = +0,8$). Это свидетельствует о возможности проведения отбора в ранних поколениях.

Таблица 4.7 – Характер наследования и наследуемость количества бобов на одном растении гибридами F₁ и F₂ нута (2014 г.)

Комбинация скрещивания	Количество бобов с растения, шт.					
	<i>P</i> ₁	<i>P</i> ₂	<i>F</i> ₁	<i>h</i> _{<i>p</i>} *	<i>F</i> ₂	<i>H</i> ² *
ILC 2394 x ЛС 18	70	100	87	+0,1	81	55,8
ЛС 80 x ILC 2394	95	70	85	+0,2	77	61,0
С12 Днепропетровский x ЛС 16	56	67	66	+0,8	65	66,0
Среднее	73,7	79,0	79,3		74,3	

* *h_p* – степень доминирования; *H*² – наследуемость

Гибриды второго поколения сформировали большое количество бобов – от 65 до 81 штук (табл.4.7). Наибольший показатель наследуемости отмечен у гибрида ЛС 80 x ПС 2394.

По результатам расчета коэффициента наследуемости отмечено: образцы ЛС-80 и ПС-2394 лучше других передают изученный признак и в дальнейшем будут использованы в качестве компонентов для скрещивания при селекции по данному показателю.

Признак массы семян с растения характеризует семенную продуктивность нута. У всех гибридов F_1 большее количество бобов с растения по сравнению с родительскими формами (табл. 4.7).

В наследовании признака отмечено положительное сверхдоминирование ($h_p = +3,0$) у большинства гибридных комбинаций (66,6%) или частичное доминирование ($h_p = +0,3$) у 33,3% гибридов.

Таблица 4.8 – Характер наследования массы семян с растения гибридами F_1 нута (2013 г.)

Комбинация скрещивания	Масса семян с одного растения, г			
	P_1	P_2	F_1	h_p^*
ПС 2394 x ЛС 18	11	14	17	+3,0
ЛС 80 x ПС 2394	14	11	13	+0,3
С12 Днепропетровский x ЛС 16	14	15	16	+3,0
Среднее	13,0	13,3	15,3	

* h_p – степень доминирования.

При рассмотрении полученных данных видно, что наибольшая масса семян с растения наблюдается у родительской формы Линия С-18 (17 г). В гибридных комбинациях ПС 2394 x ЛС 18 ($h_p = +3,0$) и С12 Днепропетровский x ЛС 16 ($h_p = +3,0$) установлено сверхдоминирование по данному признаку. В комбинации ЛС 80 x ПС 2394 ($h_p = +0,3$) отмечено частичное доминирование в сторону лучшего родителя.

Таблица 4.9 – Характер наследования массы семян с одного растения гибридами F₁ и F₂ нута (2014 г.)

Комбинация скрещивания	Масса семян с одного растения, г					
	<i>P</i> ₁	<i>P</i> ₂	<i>F</i> ₁	<i>h</i> _{<i>p</i>} *	<i>F</i> ₂	<i>H</i> ² *
ILC 2394 x ЛС 18	11	13	15	+3,0	30	32,5
ЛС 80 x ILC 2394	12	11	13	+1,7	25	10,4
С12 Днепропетровский x ЛС 16	15	12	17	+2,0	29	38,4
Среднее	12,6	12,0	15,0		28,0	

* *h_p* – степень доминирования; *H*² – наследуемость.

Результаты изучения массы семян с одного растения в 2014 г. у родительских форм и гибридов F₁ нута представлены в таблице 4.9. Комбинация С12 Днепропетровский x ЛС 16 оказалась самой продуктивной (17 г), превысив лучшую родительскую форму на 2 г. Наследование у всех гибридных комбинаций проходило по типу сверхдоминирования (*h_p* = +1,7; +3,0), это свидетельствует о высокой эффективности отбора растений по массе семян.

Масса семян с растения у гибридов F₂ почти в 2 раза выше, чем у F₁. Наибольшую массу семян с растений имела комбинация ILC 2394 x ЛС 18. Наследуемость данного признака – у комбинации С12 Днепропетровский x ЛС 16 (*H*²=38,4 %) была наибольшей, отбор в ней будет более эффективным.

4.2. Селекционно-генетическая оценка гибридов F₃ нута по хозяйственно-ценным признакам в условиях южной лесостепи Западной Сибири

По продолжительности вегетационного периода гибриды третьего поколения были на уровне родительских форм. Так, у гибрида ЛС 80 x ILC 2394 период вегетации равен 90 сут. У гибридов С12 Днепропетровский x ЛС 16 и ILC 2394 x ЛС 18 продолжительность вегетационного периода меньше, чем у родительских форм, что свидетельствует о их скороспелости. В чет-

вертом поколении вегетационный период гибридов был короче, чем у родительских форм, подтверждая, что они более скороспелые (табл. 4.10).

Расчет коэффициента вариации свидетельствует о сильной изменчивости продолжительности вегетационного периода (соответственно в F_3 : $24,2 \pm 0,7\%$, $31,2 \pm 0,9\%$), поэтому выделение более скороспелых растений из гибридных популяции возможно. Наибольший коэффициент вариации отмечен в комбинации ПС 2394 x ЛС 18, что говорит о возможности эффективного отбора в селекции на скороспелость (табл. 4.10).

Таблица 4.10 – Продолжительность вегетационного периода родительских форм и гибридов F_3 нута (2015 г.)

Комбинация скрещивания	Продолжительность вегетационного периода, сут.			
	P_1	P_2	F_3	$C_v \pm S_{cv}^*$
ПС 2394 x ЛС 18	89	87	84	$31,2 \pm 0,9$
ЛС 80 x ПС 2394	87	89	90	$28,6 \pm 1,5$
С12 Днепропетровский x ЛС 16	87	92	86	$24,2 \pm 0,7$
Среднее	87,7	89,3	86,7	

** C_v – коэффициент вариации, S_{cv} – ошибка коэффициента вариации*

Продолжительность вегетационного периода – нестабильный признак с сильной зависимостью от погодных условий. За годы изучения наблюдалось большое варьирование по показателю продолжительности вегетации.

У гибридных комбинаций F_3 продолжительность вегетационного периода колебалась от 84 до 90 суток, а у родителей – от 87 до 92 сут. (таблица 4.10).

В третьем поколении гибриды, в основном имели преимущество перед родителями, подтверждая эффективность отбора по признаку продолжительности вегетационного периода (только у одной комбинации ЛС 80 x ПС 2394 показатели ниже, чем у лучшей родительской формы).

Таблица 4.11 – Высота прикрепления нижнего боба у родительских форм и гибридов F₃ образцов нута 2015 г.

Комбинация скрещивания	Высота прикрепления нижнего боба, см			
	P ₁	P ₂	F ₃	C _v ± S _{cv}
ILC 2394 x LC 18	34	34	24	18,8±1,9
LC 80 x ILC 2394	35	34	26	15,6±1,6
C12 Днепропетровский x LC 16	29	15	30	34,0±1,9
Среднее	32,7	27,7	26,7	

**C_v ± S_{cv} – коэффициент вариации*

Расчет коэффициента вариации, высоты прикрепления нижнего боба показал, что у комбинации LC 80 x ILC 2394 и ILC 2394 x LC 18 средняя изменчивость (от 15,6±1,6 до 18,8±1,9). Комбинация C12 Днепропетровский x LC 16 имела сильную изменчивость (34,0±1,9), свидетельствуя о возможности отбора ценных растений.

В третьем поколении гибридов незначительное преимущество над родительскими формами имела только одна комбинация C12 Днепропетровский x LC 16, в остальных комбинациях отбор по данному признаку будет неэффективным.

Высота прикрепления нижнего боба – самый стабильный из всех изучаемых количественных признаков. За годы изучения все образцы и гибриды отличались высоким прикреплением боба.

У гибридных комбинаций F₃ высота прикрепления нижнего боба колебалась от 24 до 30 см, а у родителей – от 15 до 35 см (табл. 4.11).

Из полученных данных видно, что гибриды третьего поколения практически не превышают родительские формы, что позволяет сделать вывод: отбор по изучаемому признаку нецелесообразен, либо следует обратить внимание на другие образцы.

Количество бобов на растении имеет больше значение: чем больше бобов, тем выше урожайность (табл. 1.12).

Таблица 4.12 – Количество бобов с одного растения у родительских форм и гибридов F₃ образцов нута (2015 г.)

Комбинация скрещивания	Количество бобов с одного растения, шт.			
	P ₁	P ₂	F ₃	C _v ± Sc _v
ILC 2394 x LC 18	101	140	42	52,3±1,6
LC 80 x ILC 2394	79	101	56	28,6±1,7
C12 Днепропетровский x LC 16	40	63	40	27,9±1,4
Среднее	49,3	101,3	46,0	

*CV ± Scv – коэффициент вариации

Для изучаемого признака характерен широкий диапазон модификационного варьирования: 27,9 - 52,3% (сильная-сильная). Отметим, что у всех гибридов третьего и четвертого поколений количество бобов на растении в большей степени зависит от условий произрастания и очень подвержено изменчивости.

В третьем поколении все гибриды имели меньшее число бобов на растении, чем родительские формы.

В производстве нута на семена очень важна его семенная продуктивность, которая в свою очередь характеризуется массой семян с растения. По результатам анализа отметим, что гибриды F₃ имели меньшую продуктивность по сравнению с родительскими формами (табл. 4.13).

Таблица 4.13 – Масса семян с одного растения у родительских форм и гибридов F₃ образцов нута (2015 г.)

Комбинация скрещивания	Масса семян с одного растения, г			
	P ₁	P ₂	F ₃	C _v ± Sc _v
ILC 2394 x LC 18	17	17	8	37,1±1,7
LC 80 x ILC 2394	10	17	15	25,7±1,2
C12 Днепропетровский x LC 16	4	7	9	37,8±0,8
Среднее	10,3	13,7	10,6	

*CV ± Scv – коэффициент вариации

Расчет модификационного варьирования показал, что данный признак подвержен сильной изменчивости в результате влияния условий произрастания.

Неблагоприятные условия 2015 г. не способствовали полной реализации возможностей генотипа.

Проводимые исследования позволяют отметить наличие достоверного генотипического разнообразия как у образцов, так и у гибридов нута; дальнейшее изучение материала целесообразно и актуально. Работа с образцами и отбор из гибридных популяций позволит выделить линии, лучшие по хозяйственно-ценным признакам.

В расщепляющихся поколениях F_2 - F_3 проведен отбор растений по хозяйственно-ценным признакам. Материал передан в питомник отбора. Из гибридных комбинаций ПС 2394 x ЛС 18 передано 9 образцов, из ЛС 80 x ПС 2394 передано 10 образцов, из С12Днепропетровский x ЛС 16 – 7 образцов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальные исследования по изучению коллекции нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири позволили выявить основные направления селекции культуры кормового и зернового использования.

1. Выделены образцы нута по отдельным хозяйственным признакам, представляющие ценность в селекции как источники:

– скороспелости: ILC-3407, ILC-2394, Линия С-35, ILC-10005, С4-Deemin, С7-Александрит, С17-С11, С14- Александрит, С8-Александрит, С6-Александрит.

– числа бобов на растении: С-243, ILC-482, Краснокутский 123, ILC-10005, С1-Александрит, С7-Александрит, С11-Юбилейный, С6-Александрит;

– высокой семенной продуктивности: С-243, Краснокутский 123, ILC-10005, С7-Александрит, С4-Deemin, С1-Александрит, С2-Краснокутский 123;

– высокой массе бобов с растения: ILC-482 и С-243.

– числу семян с растения: С1-Александрит и С7-Александрит.

– высокого содержания белка и микроэлементов в семенах: ILC-482, Линия С-80, Линия С-27;

– пригодности к механизированной уборке: Краснокутский 123, ILC-482, Линия С-18, С-83, С10-Колорит, С19-1-10, С23-Колорит, С11-Юбилейный;

– высокой клубенькообразующей способности: Волгоградский 10, Краснокутский 123, С8-Александрит, Линия С-82.

2. Выделены образцы, характеризующиеся комплексом хозяйственно-ценных признаков: С-243, ILC-482, Краснокутский 123, С11-Юбилейный, С7-Александрит, С1-Александрит.

3. Установлена положительная зависимость между семенной продуктивностью и числом бобов на растении ($r=0,5-0,8$).

4. В неблагоприятных условиях возрастает зависимость формирования основных элементов урожайности от количества осадков и температуры воз-

духа. Сильная зависимость в экстремальных условиях для культуры обнаружена между температурой воздуха и массой семян с растения ($r=0,9$) и высотой растений ($r=0,9$), между количеством осадков и числом бобов с растения ($r=0,7$).

5. Установлена зависимость между завязываемостью гибридных семян нута при полевой гибридизации от погодных условий.

6. Кластерный анализ позволил выделить коллекционные образцы нута с оптимальным набором хозяйственно-ценных признаков, представляющих практическую и селекционную значимость, в коллекции ВИР: Линия С-82, ПС-3407, Линия С-80, Линия С-35, ПС-482, С-243; в коллекции соматклонов: С9-А-11, С17-С11, С8-Александрит, С11-Юбилейный, С21-F-11, С12-Днепропетровский высокорослый, С14-Александрит, С13-Deemin.

7. У полученных межсортовых гибридов F_1 выявлен эффект гетерозиса по отдельным элементам продуктивности: количеству бобов с растения, массе семян с растения и высоте прикрепления нижнего боба.

8. Высокий коэффициент наследуемости по количеству бобов на растении, количеству семян с растения, высоте прикрепления нижнего боба позволяет проведение эффективного отбора ценных генотипов.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ

1. В качестве источников по комплексу хозяйственно-ценных признаков при создании сортов для условий Западной Сибири рекомендуется использовать образцы коллекции ВИР: С-243, ИЛС-482, Краснокутский 123; образцы коллекции СибНИИ кормов: С11-Юбилейный, С7-Александрит, С1-Александрит.
2. Рекомендуется использовать в гибридизации нута в качестве источников отдельных признаков:
 - скороспелости: ИЛС-3407, ИЛС-2394, Линия С-35, ИЛС-10005, С4-Deemin, С7-Александрит, С17-С11, С14- Александрит, С8-Александрит, С6-Александрит.
 - числа бобов на растении: С-243, ИЛС-482, Краснокутский 123, ИЛС-10005, С1-Александрит, С7-Александрит, С11-Юбилейный, С6-Александрит;
 - высокой семенной продуктивности: С-243, Краснокутский 123, ИЛС-10005, С7-Александрит, С4-Deemin, С1-Александрит, С2-Краснокутский 123;
 - высокой массе бобов с растения: ИЛС-482 и С-243.
 - числу семян с растения: С1-Александрит и С7-Александрит.
 - высокого содержания белка и микроэлементов в семенах: ИЛС-482, Линия С-80, Линия С-27;
 - пригодности к механизированной уборке: Краснокутский 123, ИЛС-482, Линия С-18, С-83, С10-Колорит, С19-1-10, С23-Колорит, С11-Юбилейный;3.

Приоритетным направлением в селекции на высокую продуктивность нута для условий Западной Сибири является увеличение числа бобов на растении.
4. Для более эффективного отбора рекомендуется использовать кластерный анализ и установленные особенности в изменчивости, наследовании и корреляции хозяйственно - ценных признаков культуры.

5. Отбор по числу бобов с растения, массе семян с растения и высоте прикрепления нижнего боба рекомендуется проводить в поздних поколениях гибридных популяций.

Библиографический список

1. Анохина О.В. Формирование урожайности нута в зависимости от сроков и норм посева в остепненной зоне Кузнецкой котловины : автореф ... дис. канд. с.-х. наук. / О.В. Анохина. – Омск, 1999. – 14 с.
2. Агроклиматический бюллетень. – Омск, 2013.
3. Агроклиматический бюллетень. – Омск, 2014.
4. Агроклиматический бюллетень. – Омск, 2015.
5. Агроклиматический бюллетень. – Омск, 2012.
6. Агроклиматический справочник по Омской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1956. – 228 с.
7. Агроклиматические ресурсы Омской области. – Л.: Гидрометеоиздат, 1971. – 286 с.
8. Булынец С.В. Мировая коллекция нута и перспективы ее использования: Материалы 5 Междунар. симп. «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования», Пущино, 9-14 июня 2003. – Т.2 – М., 2003. – С. 19–21.
9. Боднар Г.В. Зернобобовые культуры / Г.В. Боднар, Г.Т. Лавриченко. – М.: Колос, 1977. – 256 с.
10. Бадина Г.В. Возделывание бобовых культур и погода / Г.В. Бадина. – Л. : Гидрометеоиздат, 1974. – 240 с.
11. Балашов В.В. Особенности биологии, селекция и технология возделывания нута в условиях Нижнего Поволжья: автореф ... дис. д-ра с.-х. наук / В.В. Балашов. – Волгоград, 1985. – 37 с.
12. Бубнов П.С. Отношение зернобобовых культур к теплу и свету / П.С. Бубнов // Труды Белорусской сельскохозяйственной академии. – Минск, 1952. – Т. 18. – С. 45–59.
13. Балашов В.В. Влияние погодных условий на структуру урожая нута разных сортов / В.В. Балашов, А.В. Балашов // Вопросы семеноводства и се-

лекции орошаемых сельскохозяйственных культур: Сб. науч. тр. – Волгоград, 2001. – С. 110–113.

14. Балашов В.В. Селекция, семеноводство и технология возделывания нута в Нижнем Поволжье: учебное пособие / В.В. Балашов. – Волгоград : Волгоградская государственная сельскохозяйственная академия, 1995 – 46 с.

15. Булынец С.В. Мировая коллекция нута и перспективы ее использования: Материалы 5 Международного симпозиум «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования», Пушкино, 9-14 июня 2003. – М., 2003. – Т.2. – С. 19–21.

16. Балашов В.В. Особенности технологии возделывания сортов нута Волгоградской селекции / В.В. Балашов, А.В. Балашов, Н.А. Куликова, А.М. Хабаров // Научное обеспечение агропромышленного комплекса стран Таможенного союза: материалы Международной научно-практической конференции Том 3. – РК, Астана, 2010. – С. 147–152.

17. Березкин А.Н. Селекция и семеноводство сельскохозяйственных культур /А.Н.Березкин, Л.В.Степанова. – М., 1990. –16 с,

18. Балашов А.В. Влияние сорта, сроков и доз внесения гербицидов на урожай и качество зерна нута в подзоне светло-каштановых почв Волгоградской области: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук / А.В. Балашов. – Волгоград, 2000. – 24 с.

19. Васякин Н. И. Селекционное улучшение зернобобовых в Сибири // Селекция с.-х. культур: Итоги, задачи, пути решения/ РАСХН. Сиб. отд-ние. - Новосибирск, 1997. - С. 16-17.

20. Вавилов П.П. Бобовые культуры и проблема растительного белка / П.П. Вавилов, Г.С. Посыпанов. – М.: Россельхозиздат, 1983. – 255 с.

21. Ванифатьев А.Г. Нут в Северном Казахстане / А.Г. Ванифатьев. – Алма-Ата: Кайнар, 1981. – 53 с.

22. Гудинова Е.Н. Зернобобовые культуры в Западной Сибири / Е.Н. Гудинова, Н.М. Крючков, Л.И. Шанина. – Омск: Омский сельскохозяйственный институт, 1982. – 63 с.
23. Германцева Н.И. Организация семеноводства и производства нута / Н.И. Германцева // Зерновые культуры. – 1989. – № 3. – С. 24 – 26.
24. Говоров Л.И. Селекция на засухоустойчивость /Л.И. Говоров // Теоретические основы селекции. – Т.1. – М.: М. – Л., 1935. – С. 121–189.
25. Германцева Н.И. Нут – культура засушливого климата / Н.И. Германцева, А.Н. Филатов // Зерновое хозяйство. – 1979. – № 12. – С. 34 – 35.
26. Жученко А.А. Экологическая генетика культурных растений / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 587 с.
27. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: (с основами стат., обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1973. – С. 335.
28. Доросинский Л.М. О роли клубеньковых бактерий в азотном питании бобовых растений / Л.М. Доросинский, Н.М. Лазарева, А.А. Шамин // Агробиология, 1960. – № 4. – С. 594 – 602.
29. Демьяненко К.А. Применение корреляционного анализа хозяйственно-ценных признаков нута в практической селекции / К.А. Демьяненко, Н.Г. Казыдуб, А.А. Бурлаков// Вестник Омского государственного аграрного университета. – Выпуск № 4 (20), 2015.
30. Дворникова, З.В. Бобовые овощные культуры / З.В. Дворникова, В.К. Соловьева. – М.: Сельхозиздат, 1963. - 127 с.
31. Енкен В.Б. Нут – ценный белковый корм / В.Б.Енкен, П.И. Виктор // Вест. животноводства. – 1953. – № 6.
32. Елагин И.Н. Зернобобовые культуры – ценный источник продуктов питания и кормового белка / И.Н. Елагин. – М.: Знание, 1956. – 30 с.
33. Енкин В.Б. Опыт селекции сортов нута / В.Б. Енкин // Методы исследования с зернобобовыми культурами. – Т.1. – Орел., 1971. – С. 238–253.

34. Енкен В.Б. Нут, его свойства и приемы возделывания / В.Б. Енкен, М.А. Митюкевич. – Краснодар: Крайиздат, 1946. – 26 с.
35. Ермохин Ю.И. Программирование урожая в Западной Сибири: учеб. пособие / Ю.И. Ермохин, А.Ф. Неклюдов – Омск : Изд-во ОмГАУ, 2002. – 85 с.
36. Зотиков В.И. Роль зернобобовых культур в решении проблемы белка и основные направления по увеличению их производства / В.И. Зотиков, И.В. Кандыков, В.С. Сидоренко // Пути повышения эффективности сельскохозяйственной науки. – Орел, 2003. – С. 413–416.
37. Зернобобовые культуры в интенсивном земледелии / В.П. Орлов [и др.]. – М. : Агропромиздат, 1986. – 206 с.
38. Заварзин А.И. Проблема растительного белка и ее решение в условиях засушливого Поволжья / А.И. Заварзин, Л.П. Шевцова, Н.И. Германцева // Вестник Саратовского аграрного университета. – 2001. – № 1. – С. 29–33.
39. Интродукция нетрадиционных кормовых культур в Омской области / А.Ф. Степанов [и др.] // Проблемы современного растениеводства: материалы Международной научной интернет-конференции. – Ставрополь, 2002. – С. 103–105.
40. Каталог районированных (включенных в Гос. реестр) сортов сельскохозяйственных культур, созданных учеными Сибири в 1929–1995 гг. – Новосибирск, 1997. – 162с.
41. Кумаков В.А. Физиологическое обоснование модели сорта пшеницы / В.А.Кумаков. – М., 1985. – 270 с.
42. Красницкий В.М. Агрохимическая и экологическая характеристика почв Западной Сибири / В.М. Красницкий. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 144 с.
43. Казыдуб Н.Г. Продолжительность вегетационного периода фасоли овощной в Западной Сибири при разных сроках посева семян / Н.Г. Казы-

дуб, Т.В. Маракаева // Вавиловские чтения – 2011: материалы Междунар. науч.-практ. конф. (24–25 нояб. 2011 г.) – Омск, 2011. – С. 157–164.

44. Княгиничев М.И. Биохимия нута / М.И. Княгиничев, В.Ю. Гросман // Биохимия культурных растений, – М: 1938. – Т. II. – С. 247–253.

45. Казыдуб Н.Г. Вклад симбиотического азота бобовых (фасоль овощная и зерновая) в плодородие почв Западной Сибири / Н.Г. Казыдуб, А.П. Клинг, О.Ю. Гурина // Экономические и экологические проблемы в меняющемся мире: монография. – СПб., 2010. – С. 111–113.

46. Казыдуб Н.Г. Изучение коллекции ВИР нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири: Научные инновации – аграрному производству / Н.Г. Казыдуб, С.П. Кузьмина, К.А. Демьяненко, Н.А. Неклюдов, О.А. Снегирева // Материалы Международной научной практической конференции, посвященной 95-летию юбилею агрономического факультета (20–21 февраля 2013 года). – Омск: Изд-во ФГБОУ ВПО ОмГАУ им. П.А. Столыпина. 2013. – 304 с.

47. Кузьмина С.П. Результаты изучения коллекции нута в условиях южной лесостепи Омской области / С.П. Кузьмина, Н.Г. Казыдуб, К.А. Демьяненко, О.А. Снегирева // Сибирская деревня: история, современное состояние, перспективы развития: материалы X Международной научно-практической конференции, посвящ. 60-летию освоения целинных и залежных земель (Омск, 23-26 апреля 2014 г.) / под ред. Т.Н. Золотовой, В.В. Слабодцкого, Н.А. Томилова, Н.К. Чернявской. В 3 ч. – Омск: Изд-во Омск. гос. аграрн. ун-та. – 2014. – Ч. III. – 450 с.

48. Кадырбеков Б.Т. Агротехника нута на зерно в сухостепной зоне северо-востока Казахстана: автореф ... дис. канд. с.-х. наук / Б.Т. Кадырбеков; Сибирский научно-исследовательский институт кормов. - Новосибирск, 1999. – 16 с.

49. Маракаева Т.В. Вклад симбиотического азота бобовых (фасоль, овощная зерновая) в плодородие почв Западной Сибири / Т.В. Маракаева,

Н.В. Листратова, К.А. Демьяненко // Россия молодая: передовые технологии в промышленность: материалы IV Всерос. молод. науч.-техн. конф. (15–17 нояб. 2011 г.) – 2011. В двух книгах. Том 2.

50. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур (технологическая оценка зерновых, крупяных и зернобобовых культур). – М. 1988. – С.70–74.

51. Магомедов Г.О. Нут саратовской селекции в технологии хлебобулочных и мучных кондитерских изделий: монография / Г.О. Магомедов, М.К. Садыгова, С.И. Лукина. – Воронеж: ВГУИТ, 2015. – 176 с.

52. Макенова С.К. Выпечка хлеба и пряников с добавлением муки нута / С.К. Макенова // Межрегион. конф. мол. ученых, проводимая в рамках празднования 50-летия освоения целинных и залежных земель. – Омск, 2004. – С. 135–138.

53. Макенова С.К. Использование муки нута в кондитерской промышленности / С.К. Макенова // Аграрная наука России в новом тысячелетии: материалы региональной, научной конференции молодых ученых аграрных вузов Сибир. федер. округа. – Омск, 2003. – С. 141–144.

54. Макенова С.К. Нутовая мука – компонент хлебопекарных и кондитерских изделий / С.К. Макенова, А.Ф. Степанов, Ю.В. Колмаков // Сел. хозяйство Сибири. – 2004. – № 9. – С.11–13.

55. Мирошниченко И.И. Нут / И.И. Мирошниченко, А.М. Павлова. – М.: М. – Л., 1953. – 110 с.

56. Мищенко Л.Н. Почвы Омской области и их сельскохозяйственное использование / Л.Н. Мищенко. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 1991. – 162 с.

57. Малинина Е.Е. Методика работы по селекции и семеноводству нута на Краснокутской ГСС / Е.Е. Малинина, Н.И. Германцева // Бюл. НТИ ВНИИЗБК. Вып.1. Орел, 1971. – С.41- 45.

58. Медведева А.П. Некоторые вопросы агротехники нута // Научные труды. – Новосибирск, 1965. – Т.9.

59. Результаты и перспективы селекции нута в Украине / О.В. Башулян [и др.] // «Зернобобовые и крупяные культуры». – № 4 (16) – 2015 г.
60. Нут. Каталог мировой коллекции ВИР. – Л. : ВИР, 1971. – 53 с.
61. Омелянюк Л.В. Влияние гидротермического обеспечения периода вегетации на урожайность скороспелых сортов сои в Южной лесостепи Омской области / Л.В. Омелянюк [и др.] // Масличные культуры. Науч. – техн. бюл. Всерос. науч.-исслед.инст-та масличных культур, 2012. – С. 80-83.
62. Омелянюк Л.В. Продуктивность образцов зернобобовых культур, созданных в ГНУ СибНИИСХ, в зависимости от погодных условий вегетационного периода / Л. В. Омелянюк, А.М. Асанов // Достижения науки и техники АПК, 2013. – № 5. – С. 17–20.
63. Пападия П.П. Взаимосвязь признаков продуктивности у фасоли. Методы интенсификации селекционного процесса / П.П. Пападия – Одесса, 1990. – 43 с.
64. Посыпанов Г.С. Методологические аспекты изучения симбиотического аппарата бобовых культур в полевых условиях / Г.С. Посыпанов // Изв. Тимирязев. с.-х. акад. – 1983. – № 5. – С. 34 – 38.
65. Поликарпов В.Л. Особенности технологии выращивания семян нута в южной лесостепи ЦЧР: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук / В.Л. Поликарпов. — Воронеж, 2003. – 21 с.
66. Первый международный форум «Зернобобовые культуры – развивающееся направление в России» // ФГБОУ ВО Омский ГАУ. - Омск: Полиграф. центр КАН, 2016. – 172 с.
67. Пындак, В.И. Повышение эффективности средств обмолота нута / В.И. Пындак, В.Н. Павленко // Тракторы и сельскохозяйственные машины. - 2000. №6. – С. 27-28.
68. Рожанская О.А. Соя и нут в Сибири: культуры тканей, соматклоны, мутанты / О.А. Рожанская. – Новосибирск: Юпитер, 2005. – 155 с.

69. Рожанская О.А. Особенности морфогенеза *in vitro* в изолированных тканях нута / О.А. Рожанская // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки, 2002 – №1-2. - С. 47-51.

70. Рожанская О.А. Количественные вариации признаков соматологов нута (*Cicer arietinum* L.) / О.А. Рожанская [и др.] // Сиб. вестн. с-х. науки, 2002. – № 3-4. - С. 40-46.

71. Ржанова Е.И. Физиология роста и развития зернобобовых растений / Е.И. Ржанова // Физиология сельскохозяйственных растений – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1970. - Т. 6. - С. 155–232.

72. Ростовцева Е.И. Вредители и болезни бобовых культур и борьба с ними / Е. И. Ростовцева, А.Ф. Тымченко. – М.: Изд-во МСХ РСФСР, 1962. - 54 с.

73. Руц Р.И. История развития селекционной работы и сорта сельскохозяйственных культур Сибирского научно-исследовательского института сельского хозяйства / Р.И. Руц; Сиб. отд-ние. Сиб. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва. – Новосибирск: Юпитер, 2004. - 152 с.

74. Рендов Н.А. Воспроизводство плодородия почв и биологизация земледелия лесостепной зоны Западной Сибири: монография / Н.А. Рендов. – Омск: Сфера, 2008. – 292 с.

75. Руденко А.М. Определение фаз развития сельскохозяйственных растений. - М.: МОИП, 1950. - 152 с.

76. Садыгова М.К. Технологический потенциал нута / под науч. редакцией д.т.н. проф. Г.О. Магомедова; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов: КУБиК, 2012. – 132 с.

77. Степанов В.Н. Биологическая классификация сельскохозяйственных растений полевой культуры / В.Н. Степанов. – М.: Известия ТСХА, Вып. 2. – 1964. – С. 5-29.

78. Сичкарь В.И. Технология выращивания нута / В. Сичкарь, О. Бушлян, Н. Толкачев // Главный агроном. - 2010. - № 12. - С. 20-23.

79. Селекция и семеноводство культивируемых растений / Ю.Л. Гужов [и др.] – Москва: РУДН, 1999. – С. – 539.
80. Силантьев А.Н. Технология возделывания сои на зерно в Омской области / А.Н. Силантьев. – Омск: ОмГАУ, 1997. - 32 с.
81. Степанов В.Н. Биологическая классификация сельскохозяйственных растений полевой культуры / В.Н. Степанов. – М.: Известия ТСХА, Вып. 2. – 1964. – С.5-29.
82. Смирнова-Иконникова М.И. Химический состав зерновых бобовых культур / М.И. Смирнова-Иконникова // Зерновые бобовые культуры. – М.: Сельхозгиз, 1960. - С. 29-51.
83. Садохин И.Ю. Адаптация технологии возделывания нута к степным условиям Западной Сибири: автореферат диссертации кандидата сельскохозяйственных наук / И.Ю. Садохин. – Новосибирск, 2002. - 15 с.
84. Сеферова И.В. Типы семян культурного нута (*Cicer arietinum* L.) и их географическое распространение / И.В. Сеферова // Науч.-техн. бюл. ВНИИ растениеводства, 1992. - №223. - С. 43-46.
85. Савченко И.В. Пути увеличения производства растительного белка в России / И.В. Савченко и др. // Вестник РАСХН, 2009. - №1. - С. 113.
86. Трепачев Е.П. Определение истинной азотфиксации бобовыми / Е.П. Трепачев, А.И. Хабарова // Вестн. с.-х. науки, 1966.- № 12. - С. 105-108.
87. Туркова Е.В., Ахундова В.А. Хозяйственные ценные образцы нута // Селекция и семеноводство. М.: Агропромиздат, 1995. - № 2. - С. 17 - 20.
88. Тимирязев К.А. Происхождение азота в растении // Земледелие и физиология растений. – М., 1893.
89. Уланова Е.С. Методы корреляционного и регрессионного анализа в агрометеорологии / Е.С. Уланова, В.Н. Забелин. – М: Гидрометеиздат, 1990. – 202 с.
90. Химия и биохимия бобовых растений / пер. с англ. К.С. Спектрова; под ред. М.Н. Запрометова. – М.: Агропромиздат, 1986. - 336 с.

91. Хангильдин В.В. О принципах моделирования сортов интенсивного типа // Генетика количественных признаков с.-х. растений. – М., 1986. - С. 11-16.
92. Центры происхождения культурных растений / Н.И. Вавилов // Тр. по прикладной ботанике, генетике и селекции / ВАСНИЛ. – Л., Сер. 3, № 4.- С. 135-138.
93. Цветаева Е.М. Селекция и агротехника нута // Сборник информационной с. - х. литературы. – М., 1959. - № 8.
94. Чеботаев Н.Ф. Нут ценный белковый корм для свиней // Свиноводство. - 1960. - № 3.
95. Чекалин Н.М. Перспективы селекции зернобобовых культур на повышение урожайности // Селекция и семеноводство, 1982. - № 9. -С. 5-8.
96. Чумаков, А.Е. Вредители и болезни зернобобовых культур / А.Е. Чумаков, А.Б. Фраткин, Ю.И. Власов. – Л.- М., 1962. - 86 с.
97. Шаманин В.П. Курс лекций по частной селекции и генетике зернобобовых культур (горох, вика, бобы): учеб. пособие / В.П. Шаманин, Н.Г. Казыдуб. – Омск : Изд-во ОмГАУ, 2003. - 141 с.
98. Шпаар, Д. Зернобобовые культуры / Д. Шпаар и др. – Минск, 2000. - 264 с.
99. Шатрыкин А.А. Влияние норм, способов посева и удобрений на урожайность нута в зоне каштановых почв Волгоградской области: автореф. дис. . канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Шатрыкин Алексей Анатольевич. Волгоград, 2002. - 19 с.
100. Юрьев В.Я. Вопросы методики селекции зерновых культур // Всесоюз. совещ. работников с.-х. науки (Москва, 19-23 июня 1956 г.) - М., 1957. - С. 227-231.

101. Abbo S. Physicochemical and milling of some improved varieties of chickpea (*Cicer arietinum* L.) / S. Abbo, G. Singh // Journal of Food Science and Technology, 2003. - № – 40. - P. 439-442.
102. Al-Thahabi S.A. Effect of Weed Removal on Productivity of chickpea (*Cicer arietinum* L.) and Lentil (*Lens culinaris* Med) in a Mediterranean Environment / S.A. Al-Thahabi, J.Z. Yasin // Indian Journal of Agronomy Crop Science. 1994. - №172. - P. 333-341.
103. Bhal P. Association among agronomic characters and plant ideotype in chickpea (*Cicer arietinum* L.) / P. Bhal, H. Jalh // Pflanzenzucht. – Vol.79, 1977. - № 2. - P. 154-159.
104. Gan Y.T. Optimum plant population density for chickpea and drapea in a semiarid environment / Y.T. Gan, P.R. Miller, B.J. McConkey // Plant Sci. 2003. - №1. - P. 1-9.
105. Gaur P.M. Current status challenges of improving root traits in chickpea (*Cicer arietinum* L.) / P.M. Gaur, L. Krishnamurthy, J. Kashiwagi // Plant Production Science. – 2007. - №47. - P. 124-131.
106. Jirali D.I. Studies of flowering pattern and yield of chickpea (*Cicer arietinum* L.) under receding soil moisture conditions / D.I. Jirali, Y.C. Panchi, K.V. Janardhan, B.S. Janardhan // Indian J. Plant Physiol. 1988. - Vol. 31. - № – 3. - P. 292-296.
107. Khan H.R. Zinc fertilization and water stress affects plant water relations, stomatal conductance and osmotic adjustments in chickpea (*Cicer arietinum* L.) / H.R. Khan, G.K. McDonald and Z. Rengel // Plant and Soil. 2004. - № 267. - P. 271-274.
108. Бушулян О.В., Січкач В.І. Нут: генетика, селекція, насінництво, технологія вирощування / Монографія. – Одеса, СГІ. – 2009. – 246 с.
109. Upadhyaya H., Ortiz R., Bramel P., Singh S. Phenotypic diversity for morphological and agronomic characteristics in chickpea core collection. *Euphytica*. 2002;123, 333-342.

110. Talebi R., Naji A.M., Fayas F. Geographical patterns of genetic diversity in cultivated chickpea (*Cicer arietinum* L.) characterized by amplified fragment length polymorphism. *Plant Soil Environ.* 2008; 54, 447-452.
111. Mathur K. Poligenes in development // *Nature*. – 1943. – 151. – 560 p.
112. Mangal A., Bahl P. Heterosis in diverse crosses of chickpea // *Indian J Genet. & Plant Breed.* – 1984. – 44, №1. – P. 173-176.
113. Bhapkar D., Patil J. Gene's analysis in gram (*Cicer arietinum* L.) // *J. Univ. Poona. Sci. & Technol.* – 1965. – № 30. – P. 123-126.
114. Van Rheenen H.A., Pundir R.P.S., Miranda J.H. Induction and inheritance of determinate growth habit in chickpea (*Cicer arietinum* L.) // *Euphytica*. – 1994. – 78. – P. 137-141.

Приложения

Ученые-селекционеры зернобобовых культур

Надежда Ивановна Германцева

Доктор сельскохозяйственных наук. *Сфера*

научных интересов: селекционные исследования

на увеличение продуктивности сортов нута в

засушливом Поволжье, повышение их засухо-

устойчивости и устойчивости к наиболее рас-

пространенным заболеваниям, улучшение каче-

ства зерна и пригодности к механизированной

уборке. Изучение биологических особенностей зерновых бобовых культур:

гороха, чины и нута. Разработка вопросов сортовой технологии и первичного

семеноводства нута для научного обеспечения устойчивого сортообновления

и ускоренной сортосмены.

Основные научные разработки: автор сортов нута Заволжский, Краснокут-

ский 123, Краснокутский 36. Опубликовано 88 статей.



Шевцова Лариса Павловна

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор.

Окончила Саратовский сельскохозяйственный инсти-

тут в 1959 г. Защитила кандидатскую диссертаци-

ю по теме «Культуры чина и нут в Правобережье

Саратовской области». Основное направление ее

научной работы агротехника — система приемов воз-

делывания сельскохозяйственных культур (сроки,

способы посева, нормы высева на различных почвах и т. д.).

Со временем группа исследуемых Ларисой Павловной зернобобовых культур расшири-

лась. В 2000 г. она защитила докторскую диссертацию «Формирование высо-

копродуктивных агрофитоценозов зернобобовых культур в засушливом По-



волжье». Предмет исследования – четыре культуры: чина, нут, горох и чечевица. В научный труд вошли результаты изучения их биологических особенностей, технологий возделывания, приспособленности к условиям засушливой и сухостепной зоны Нижнего Поволжья. Лариса Павловна больше одиннадцати лет член высшей аттестационной комиссии (ВАК), которая отвечает за обеспечение государственной аттестации научных и научно-педагогических работников — присуждение им ученых степеней и званий.

Петр Петрович Вавилов (1918 –1984)

Член-корреспондент АН СССР, академик ВАСХНИЛ, заслуженный деятель РСФСР, видный ученый в области селекции и семеноводства кормовых культур; автор около 450 научных трудов, в том числе 37 книг и брошюр. Ряд трудов опубликован за рубежом.



Петр Петрович Вавилов – один из советских ученых биологов, широко известных плодотворной педагогической и организаторской работой в области сельскохозяйственной науки и образования.

Его исследования в области растениеводства, интродукции, радиобиологии, полиплоидии и гетерозиса снискали ему заслуженное уважение в научном мире. Итоги научно-педагогической и трудовой деятельности, отраженные в многочисленных статьях, монографиях, учебниках и учебных пособиях, позволяют считать его одним из ведущих и авторитетнейших представителей агрономической науки и практики XX в.

Василий Васильевич Балашов

Доктор сельскохозяйственных наук, профессор ВолГАУ, заслуженный агроном РФ. Заведующий кафедрой селекции физиологии растений Волгоградской государственной сельскохозяйственной академии.

С 1964 г. работает только с уникальной зернобобовой культурой нут. За этот промежуток времени внесено в Госреестр селекционных достижений 4 сорта, один передан в Государственное сортоиспытание, разработана технология возделывания нута.



Ольга Александровна Рожанская

Заведующая лабораторией генетики и биотехнологии Сибирского НИИ кормов СО РАСХН, доктор биологических наук. Окончила Томский государственный университет по специальности «биология», очную аспирантуру при Московском государственном университете, где в 1985 г. защитила диссертацию под руководством Т.А. Работнова. С 1986 г. работает в области биотехнологии растений, разрабатывая методические вопросы применения *in vitro* в селекции рапса, эспарцета, люцерны, сои и нута. О.А. Рожанская – автор более 60 научных публикаций по ботанике, биотехнологии, селекции растений.



Приложение Б

Таблица Б.1 – Химический состав лугово-черноземной среднесуглинистой малогумусовой среднесуглинистой почвы

Слой почвы, см	Содержание гумуса, %	Валовое содержание, %		Содержание, мг/кг		рН солевой вытяжки
		азота	фосфора	фосфора	калия	
0–20	3,92	0,201	0,09	154	236	6,9
20–40	3,17	0,190	0,08	122	150	7,1

Таблица Б.2 – Параметры основных водно-физических свойств лугово-черноземной почвы

Слой почвы, см	Плотность, г/см ³	Плотность твердой фазы, г/см ³	Влажность завядания, %	Наименьшая влагоемкость, %	Полная влагоемкость, %
0–10	1,14	2,45	8,2	28,0	46,7
10–20	1,24	2,45	8,3	23,9	39,8
20–30	1,27	2,46	8,1	22,8	38,0
30–40	1,29	2,47	7,7	22,2	37,0
40–50	1,29	2,53	7,2	22,8	38,0
50–60	1,30	2,54	6,2	22,5	37,5
60–70	1,31	2,58	5,8	22,5	37,5
70–80	1,31	2,58	5,4	22,5	37,5
80–90	1,35	2,58	5,3	21,8	35,3
90–100	1,37	2,58	4,8	20,5	34,2

Таблица Б.3 – Запасы влаги в лугово-черноземной почве

В миллиметрах

Слой почвы, см	Запасы влаги				
	Общей			Продуктивной	
	при ВЗ	при НВ	при ПВ	при НВ	при ПВ
0–20	19,6	61,5	102,6	41,9	83,0
0–100	85,7	294,2	488,1	208,5	403,5

**Таблица В.1 – Метеорологические данные за вегетационный период образцов нута
(2012 – 2015)(Омск - степная ГМС)**

Месяц	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
<i>Температура, °C</i>															
2012 г.	6,6	13,5	16,3	20,3	19,8	21,4	20,1	25,6	22,8	19,8	19,6	14,4	15,1	11,9	9,7
2013 г.	10,3	7,8	9,9	13,7	16,9	19,4	16,6	19,3	21,1	19,4	17,7	14,2	15,0	7,6	9,0
2014 г.	13,6	15,0	9,5	12,8	20,4	18,2	19,2	15,4	14,8	19,4	19,7	18,4			-
2015 г.	8,7	11,0	12,9	14,7	17,3	18,2	19,2	19,1	18,7	17,1	16,0	13,8			
Среднее многолетнее	9,8	11,825	12,15	15,375	18,6	19,3	18,775	19,85	19,35	18,925	18,25	15,2			
<i>Осадки, мм</i>															
2012 г.	27	8	3	14	16	20	2	5	1	19	7	23	6	15	2
2013 г.	9	13	23	5	8	0	24	54	21	36	1	23	14	11	10,5
2014 г.	0,3	2,0	19,0	3,0	5,0	7,0	20,0	17,0	16,4	16,0	22,0	20,0			-
2015 г.	8	10	14	13	17	23	23	24	21	20	8	18			
Среднее многолетнее	11,075	8,25	14,75	8,75	11,5	12,5	17,25	25	14,85	22,75	9,5	21			



Рисунок В.1 – Сравнительная характеристика температуры воздуха 2012 – 2015 гг. со средней многолетней

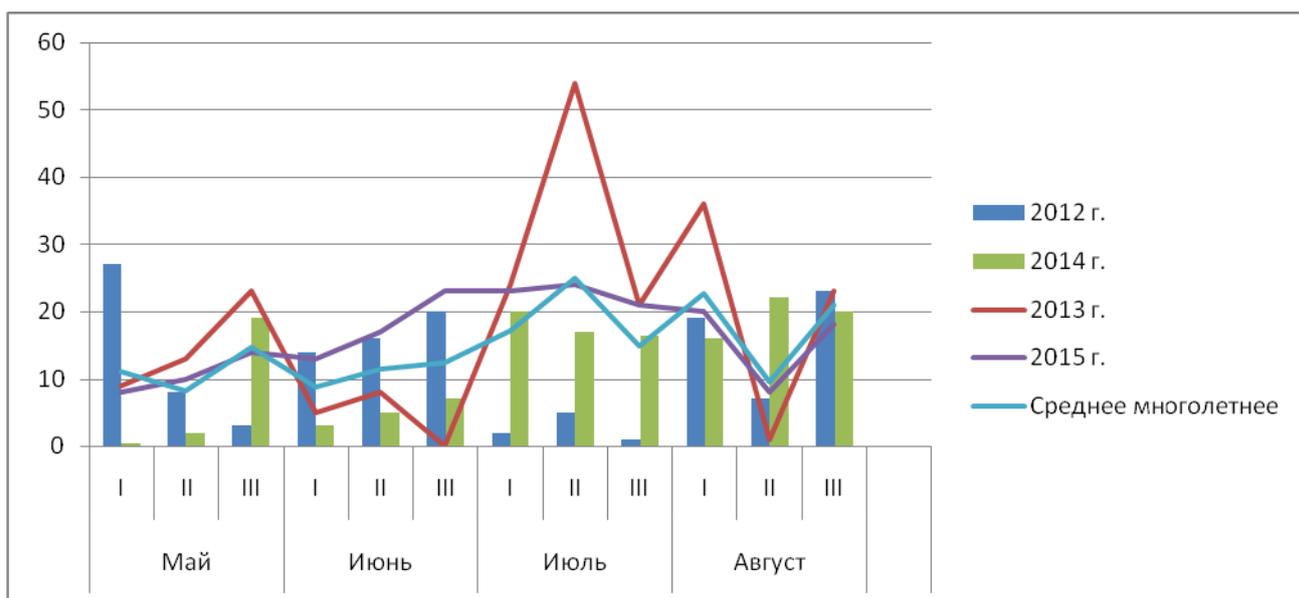


Рисунок В.2 – Сравнительная характеристика выпавших осадков 2012 – 2015 гг. со средней многолетней

**Определение клубенькообразующей способности нута
(Методика Г.С. Посыпанова, М., 1991)**

Корневая система фасоли является достаточно компактным симбиотическим аппаратом (большее количество клубеньков располагается в радиусе до 5 см и на глубине до 10 см, зависит от погодных условий и рН почвы). Поэтому штыковой лопатой выкапывается растение вместе с корнем в радиусе 20 – 25 см от главного стебля, на глубину штыковой лопаты. Осторожно отряхиваем куст на ватман белой бумаги, для того, чтобы не потерять клубеньки, если они отряхнутся вместе с землей. Затем в лаборатории взвешиваем все растение, отдельно корень, который предварительно промываем (без потерь клубеньков). Взвешиваем клубеньки, считаем, отделяем крупные (более 3 мм) от мелких, данные заносим в таблицу.

Международный классификатор поражений и устойчивости гороха, нута, сои (Ленинград, 1980)

Таблица Е.1 - Шкала степени поражения образцов нута

Балл поражения	Горох, нут и соя, %
1 – поражение отсутствует или очень слабое	2,5%
3 – слабое	11—25%
5 – среднее	26—50%
7 – сильное	57—75%
9 – очень сильное	< 50%

Таблица Е.2 - Шкала устойчивости образцов нута

Балл устойчивости	Горох, нут и соя, %
ВВ – очень слабая	75%
В – слабая	51 – 75%
С – средняя	26 – 50%
У – высокая	11 – 25%
УУ – очень высокая	10%

При работе с листогрызущими насекомыми учитывают процент съеденной поверхности со следующей градацией шкалы в баллах:

Таблица Е.3 – Шкала поражения образцов нута листогрызущими насекомыми

Балл	% съеденной поверхности листьев	
	от	до
0	0	5
1	5	25
2	25	50
3	50	75
4	75	100

Технологические показатели образцов

Таблица Ж.1 - Показатели пригодности к механизированной уборке у выделенных образцов нута коллекции
ВИР

Образец	Сухой вес растения, г					Высота растения, см					Высота прикрепления нижнего боба ,см					Число ветвей 1-го порядка, шт.				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Волгоградский 10	34,6	-	50,2	100,1	61,6	67	-	49,7	96,6	71,1	24,4	-	18,6	27,6	23,5	2,2	-	3,2	1,6	2,3
Приво-1	68	3,1		55,9	42,3	92,1	27,5	39,7	84,1	60,9	36,2	16,5		27,8	26,8	2,9	3		2	2,6
С - 27	56,1	-		43,3	49,7	95	-		75	85,0	28	-		27,4	27,7	2,6	-		1,8	2,2
С-243	131,5	20,3		140,5	97,4	93,1	63,0		121,9	92,7	29,3	19		29,5	25,9	2,6	3		1,6	2,4
С-285	88,3	19,3		0,0	35,9	85,3	52,0		0	45,8	12,3	20		0	10,8	2,3	1		0	1,1
С-303	109,8	27,4		100,2	79,1	85,7	52,0		107,5	81,73	25,4	18		33,8	25,7	2,9	2		1,8	2,2
С-17	93	197		93,3	127,8	74,7	60,0		103	79,23	16,4	13		30,3	19,9	2,4	2		1,9	2,1
С-03	54,2	-		168,6	111,4	73,7	-		125,9	99,8	12	-		32	22,0	2			1,3	1,7
14-Б	-	27,8		27,1	27,5	-	32,0		63,3	47,7	-	20		25,3	22,7	-	1		1,3	1,2
22-Б	148,8			0	74,4	92	-		0	46,0	21	-		0	10,5	3			0	1,5
25-Б	-			55,2	55,2	-	-		101,7	101,7	-	-		30,2	30,2	-			1,8	1,8

Окончание таблицы Ж.1

16-Б	215,9	26,9		45,9	96,2	90	58,0		93,6	80,5	20	19		27,6	22,2	3	2		1,8	2,3
ILC-10005	30,2	62,7	68,2	128,9	72,5	67	68,0	62	122,5	79,9	15,2	19,3	12,3	27,5	18,6	2,4	3	3	2,5	2,7
ILC-2394	121,6	36,9	101,4	0	64,9	111,7	73	56,3	0	60,3	34	33	18,3	0	21,3	2,7	3	3	0	2,2
ILC-2402	102,4	46,8	51,5	81,5	70,6	115,1	89	64,7	125,7	98,6	32,9	30	19,5	37,6	30,0	2,4	2	2	2	2,1
ILC-3407	115,4	48,2	90,1	129,2	95,7	119	74	67,8	124	96,2	34	28	19,7	36,3	29,5	2,9	3	2,3	1,9	2,5
ILC-482	84,5	67,3	116,8	58,6	81,8	118,1	84	56,1	126,6	96,2	37,2	28	22	43,1	32,5	2,6	2	3	2	2,4
Линия С-16	75,7	55,7	58	99,37	72,2	68,8	41	53,4	134,5	74,4	15,3	17	27,4	42	25,4	3	2	2,3	2	2,3
Линия С-17	97,7	68,9	57,6	0	56,1	82,5	76,1	70	0	57,2	28,3	21	19,8	0	17,3	2,7	3	2,5	0	2,1
Линия С-18	136	61,3	84,3	109,4	97,8	105,2	78	75	130,6	97,2	34,4	30	24,8	40,6	32,5	2,6	3	2,5	2,2	2,6
Линия С-35	111,7	56,6	53,2	105,2	81,7	115	85	41	119,8	90,2	26,5	33	24,9	35,6	30,0	2,3	2	2	2,4	2,2
Линия С-80	93,9	117,8	43,7	100,7	89,0	122,1	90	42,5	150	101,2	34,5	24	20	40	29,6	2,6	3	2,4	2	2,5
Линия С-82	92,2	-	60	0	50,7	82	-	62	0	48,0	18,8	-	26	0	14,9	3	-	2,3	0	1,8
Линия С-83	137,2	-	101,4	105,9	114,8	129,2	-	56,3	133,8	106,4	38,5	-	18,3	37,2	31,3	2,9	-	3	2,6	2,8

Таблица Ж.2 - Показатели пригодности к механизированной уборке выделенных образцов нута коллекции Сиб-НИИ кормов

Образец	Сухой вес растения, г					Высота растения, см					Высота прикрепления нижнего боба ,см					Число ветвей 1-го порядка, шт.				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
С1- Александрит	61,5	63,9	80,9	103,3	77,4	82,3	80	64,5	139	91,5	29,8	32	25	39,9	31,8	3,7	4	2,5	2,2	3,1
С2- Краснокутский 123	55,5	57,2	102,8	0	53,9	101	77	63,4	0	60,4	35,6	30	26,3	0	22,9	2,7	3	2,6	0	2,1
С3 – Александрит	38,2	51,6	63,7	65	54,6	100,6	66	50,4	118,4	83,9	37,4	26	21,2	39,4	31,0	3,4	3	2,4	2,1	2,7
С4-Deemin	85,4	37,1	41,1	106,6	67,6	66	50	54,3	128,7	74,8	25,4	19	11,3	43,1	24,7	3	2	2,8	2,6	2,6
С5- Краснокутский 123	49,4	82,1	65	34,7	57,8	101,7	96	58,3	115	92,8	35	36	27	35,9	33,5	3	3	2,3	2	2,6
С6- Александрит	50,5	67,2	51,9	84,4	63,5	93,2	78	58,6	122,5	88,1	24,3	28	24,1	35	27,8	2,7	3	2,9	1	2,4
С7- Александрит	62,4	74,3	161,6	83,2	95,4	95,1	87	60,3	126,4	92,2	28,1	27	22,1	38,8	29,0	3,3	3	2,5	1,6	2,6
С8- Александрит	44,4	53,6	74,9	102,1	68,8	109,4	92	58,7	100	90,0	39,1	37	22,6	30	32,2	2,5	3	2,4	1	2,2
С9-А-11	49,1	64,9	70,8	132,7	79,4	116,5	105	62,9	111,7	99,0	45,8	40	28,2	31,7	36,4	2,8	2	2,3	2	2,3
С10- Колорит	60,3	47,9	73,9	67,1	62,3	125,8	91	55,7	119,2	97,9	41,5	33	28,9	32,5	33,9	2,8	3	2,7	1,8	2,6
С11- Юбилейный	55	85,9	66,8	132,5	85,1	129,2	85	65,3	131,6	102,8	48,7	35	30,8	35	37,4	2,6	3	2,8	2	2,6
С12- Днепровский высокорослый	81,5	40,2	46	127	73,7	75	72	61	116,7	69,3	29	29	13	40	27,8	3	3	3	2,3	2,8
С13- Deemin	62,9	29,8	51,3	124,3	67,1	88,3	76	45,7	125	83,8	25,3	22	12,2	50	27,4	3	3	3,3	2	2,8
С14- Александрит	51,1	62,5	91,3	38,6	60,9	104,5	91	55,8	100	87,8	39,6	32	24	35	32,7	2,7	4	2,8	1,5	2,8
С15 Волгоградский 10	50,2	38,5	58,3	57,8	51,2	85	89	49,7	140	90,9	26,3	24	18,6	50	29,7	2,8	3	3,2	1	2,5

Окончание таблицы Ж.2

С16- Красно- кутский 123	41,8	48,9	85	67,9	60,9	123,5	95	60,2	110	97,2	48,4	30	28,7	31	34,5	2,9	3	2,3	1	2,3
С17-С11	50,6	40,5	49,2	157,5	74,5	96,1	96	60,1	133,3	96,4	34,6	34	22,3	39,7	32,7	2,1	3	2,5	2	2,4
С18- Красно- кутский 123	49,1	62,9	91,9	0	50,9	122,5	95	70,2	0	71,9	43,8	40	35,2	0	29,8	2,8	3	2,9	0	2,2
С19-1-10	57,6	60,6	90,4	54	65,7	117,7	82	79	120	99,7	42,2	32	30,3	45	37,4	2,6	3	2,8	1	2,4
С20-3-10	52,2	46,6	81,8	0	45,2	111,1	95	71,7	0	69,5	37,2	36	30	0	25,8	2,7	3	2,5	0	2,1
С21-Ф-11	51	65,4	56,7	116,8	72,5	115,9	75	59	124	93,5	38,7	33	25,2	34	32,7	2,8	3	2,7	2	2,6
С22- Алексан- дрит	48	50,1	49	64	52,8	103	83	54,3	113,3	88,4	37	31	22,9	31,7	30,7	2,4	3	3	2	2,6
С23-Колорит	41,1	60,7	67,1	106,7	68,9	130,1	88	56,5	140	103,7	38,6	40	30,4	33,3	35,6	2,3	3	2,25	2	2,4

Урожайность коллекционных образцов

Таблица И.1 – Элементы продуктивности образцов нута коллекции ВИР

Образец	Число бобов с 1 растения, шт.					Масса бобов с 1 растения, г					Число семян с 1 растения, шт.					Масса семян с 1 растения, г					Урожайность, м ²				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее
Волгоградский 10	40,2	-	79,4	105,4	75,0	18,1	-	36	42	32,0	53,6	-	87,4	109,8	83,6	13,1	-	28,1	30,5	23,9	196,5	-	421,5	457,5	358,5
Приво-1	65,3	13	-	75,9	51,4	28,1	2,7	-	42	24,3	77,8	15	-	77,4	56,7	20,6	1,1	-	21,9	14,5	309	16,5	-	328,5	217,5
С - 27	81,8	-	-	71,2	76,5	23,2	-	-	20,6	21,9	73,2	-	-	71,3	72,3	17,6	-	-	16,2	16,9	264	-	-	243	253,5
С-243	114,8	94	-	76,4	95,1	42,9	29	-	22,8	31,6	74,3	95	-	53,7	74,3	25,1	20,3	-	38,4	27,9	376,5	304,5	-	576	418,5
С-285	39,3	32	-	0	23,8	8,9	11,3	-	0	6,7	12,7	22	-	0	11,6	4	4	-	0	2,7	60	60	-	0	40,5
С-303	99,9	70	-	57,3	75,7	39,1	22,2	-	17,8	26,4	82,1	75	-	40	65,7	26,1	12,3	-	14,6	17,7	391,5	184,5	-	219	265,5
С-17	80,6	78	-	0	52,9	37,9	4,2	-	0	14,0	59,6	10,3	-	0	54,2	16,4	31,2	-	0	15,9	246	468	-	0	238,5
С-03	48,8	-	-	78,2	63,5	29,8	-	-	18,2	24,0	46,7	-	-	31,6	39,2	10,9	-	-	14,1	12,5	163,5	-	-	211,5	187,5
14-Б	-	14	-	26,7	20,4	-	2,5	-	8,6	5,6	-	19	-	20,7	19,9	-	1,8	-	4,3	3,1		27	-	64,5	46,5
22-Б	72,3	-	-	0	36,2	27,4	-	-	0	13,7	53,7	-	-	0	26,9	16,4	-	-	0	8,2	246	-	-	0	123

Продолжение таблицы 3.1

25-Б	-	-	-	27,3	27,3	-	-	-	8,1	8,1	-	-	-	17,3	17,3	-	-	-	3,2	3,2		-	-	48	48
16-Б	64,5	105	-	39,4	69,6	16,2	27,6	-	5	16,3	61,5	12	-	15,6	29,7	16,5	3,7	-	4,7	8,3	247,5	55,5		70,5	124,5
ILC-10005	35,4	154	109,7	37,5	84,2	4,2	34,5	49,3	9,3	24,3	13,8	17,2	120,7	28	83,6	3,3	33,4	38,4	4,6	19,9	49,5	501	576	69	298,5
ILC-2394	100,7	69	108,7	0	69,6	33,2	24	50,3	0	26,9	67,2	71	126,3	0	66,1	17,1	16,1	9,7	0	10,7	256,5	241,5	145,5	-	160,5
ILC-2402	112,1	67	63	103,7	86,5	29,7	25,3	30,6	32,8	29,6	71,7	62	87,3	80,6	75,4	17,4	14,1	4,9	21	14,4	261	211,5	73,5	315	216
ILC-482	75,6	102	137,5	67,3	95,6	19,7	32,6	62,7	22,1	34,3	37,8	88	154,5	50,4	82,7	9,2	20,7	13,3	17,9	15,3	138	310,5	199,5	268,5	229,5
ЛинияС-16	63	57	63,7	50,6	58,6	13,7	24,3	31,8	13,7	20,9	34,3	51	80,3	33,1	49,7	7,1	16,1	5,8	9,1	9,5	106,5	241,5	87	136,5	142,5
ЛинияС-17	103,2	95	83,6	0	70,5	21,5	36,1	35,5	0	23,3	76,5	90	90,3	0	64,2	19,9	22	7,7	0	12,4	298,5	330	115,5	0	186
ЛинияС-18	140	120	90,8	67,7	104,6	27,2	24,7	38,4	8,6	24,7	62	91	103,2	35,5	72,9	16,9	20,2	10,3	9,6	14,3	253,5	303	154,5	144	214,5
ЛинияС-35	112,5	84	112	65	93,4	24,1	35,2	31,7	7,5	24,6	64	83	80,1	24	62,8	11,6	21,2	8,6	2,8	11,1	174	318	129	42	166,5
ЛинияС-80	78,5	77	78,2	30	65,9	19,6	28,8	36,7	0	21,3	49,5	72	128,3	5	63,7	10,4	16,8	6,7	1,8	8,9	156	252	100,5	27	133,5

Окончание таблицы 3.1

Линия С-82	81,7	-	78,3	0	53,3	12	-	38,1	6,5	18,9	40,8		102	0	47,6	5,5	-	-	-	2,8	82,5	-	-	-	42
Линия С-83	77,9	-	108,7	38	74,9	12,4	-	50,3	7,3	23,3	36,5		126,3	14,9	59,2	8,4			3,1	5,8	126,0	-	-	46,5	87,0
ПС- 482	75,6	102	137,5	67,3	95,6	19,7	32,6	62,7	22,1	34,3	37,8	88	154,5	50,4	82,7	9,2	20,7	13,3	17,9	15,3	138,0	310,5	199,5	268,5	229,5

Продолжение приложения И

Таблица И.2 – Элементы продуктивности выделенных образцов нута коллекции СибНИИ кормов

Образец	Число бобов на растении, шт.					Масса бобов с 1 растения, г					Число семян с 1 растения, шт.					Масса семян с 1 растения, г					Урожайность, м ²				
	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2012 г.	2012 г.	2012 г.	2012 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	среднее	
С1- Александрит	80,9	85	127,7	36,4	82,5	28,2	30,6	56,1	4,6	29,9	96,9	101	164,3	10,2	93,1	21,4	23	36,4	2,2	20,8	321	345	546	33	312
С2- Краснокутский 123	102,2	90	69,5	-	65,4	36,5	34,3	31,5	-	25,6	118,7	98	85	-	75,4	28,4	26,5	24,4	-	19,8	426	397,5	366	-	297
С3 – Александрит	51	76	74	24,6	56,4	15,6	32,8	29,2	7	21,2	48,1	89	88,9	20,9	61,7	13,71	25,6	22,3	5,5	16,8	205,65	384	334,5	82,5	252
С4-Deemin	27	55	117	45,6	61,2	3,1	24	71,7	14,1	28,2	14,2	50	149	38,1	62,8	2,6	19	54,4	7,8	20,9	39	285	816	117	313,5
С5- Краснокутский 123	58	82	78,2	42	65,1	17,7	37,5	32,5	6,3	23,5	32,7	105	64,9	24	56,7	9,3	27,2	25,7	3,1	16,3	139,5	408	385,5	46,5	244,5
С6- Александрит	59,5	73	79,9	50,5	65,7	28,2	28,3	33,7	12,5	25,7	28,8	91	98,1	42,5	65,1	9,2	31,7	26	5,9	18,2	138	475,5	390	88,5	273
С7- Александрит	85,5	91	90,2	54,3	80,3	28,9	33	40,1	16,8	29,7	81,3	93	114	55,4	85,9	16,3	25,2	31,1	12,6	21,3	244,5	378	466,5	189	319,5
С8- Александрит	49,9	67	76,1	23	54,0	25	24,7	30,6	3,8	21,0	59,1	79	82,4	9	57,4	14,2	19,5	22,6	1,6	14,5	213	292,5	339	24	217,5
С9-А-11	43,1	51	56,8	53,7	51,2	18,9	21	32,8	16,4	22,3	39,2	65	92,3	60,2	64,2	8,3	16	25,4	14,3	16,0	124,5	240	381	214,5	240

Продолжение таблицы И.2

С10- Колорит	38, 2	5 8	65,4	41, 3	50, 7	10, 7	16	29, 2	11, 6	16, 9	26, 9	58	82,4	33, 7	50, 3	5,6	14, 5	26, 5	8	13, 7	84	217, 5	397, 5	120	205, 5
С11- Юбилейный	38, 9	9 5	74,4	64, 5	68, 2	7,5	34, 5	33, 7	16, 3	23, 0	23, 3	10 6	93,4	53, 8	69, 1	4,7	26, 3	27, 1	10, 3	17, 1	70,5	394, 5	406, 5	154, 5	256, 5
С12- Днепровский высокорослый	39, 8	7 3	95,8	47, 7	69, 5	6,3	22, 3	45	10, 2	20, 9	20, 3	78	122, 5	35, 7	64, 1	3,9	15, 5	34, 1	5,3	14, 7	58,5	232, 5	511, 5	79,5	220, 5
С13- Деетин	57, 7	6 5	92,5	51	66, 6	11, 7	18, 2	47, 2	7,4	21, 1	47, 3	59	116, 7	23	61, 5	7,4	14	39, 1	2,9	15, 9	111	210	586, 5	43,5	238, 5
С14- Александрит	67, 5	7 1	75,5	36	62, 5	22, 7	23, 7	33, 8	7,1	21, 8	70, 7	78	99,7	23, 5	67, 9	16, 1	19, 8	27, 5	3,2	16, 7	241, 5	297	412, 5	48	250, 5
С15- Волгоградский 10	36	4 2	79,4	20	44, 4	9,6	14, 7	36	1,4	15, 4	33, 5	47	87,4	23, 2	47, 8	8,9	11	28, 1	0,5	12, 1	133, 5	165	421, 5	7,5	181, 5
С16- Краснокутский 123	73	5 6	58,4	30	54, 4	17, 3	18, 6	24, 9	7,2	17, 0	49, 5	58	73,4	22, 4	50, 8	10, 7	16, 4	19, 6	5,7	13, 1	160, 5	246	294	85,5	196, 5
С17-С11	27, 3	4 1	72,9	43, 3	46, 1	7	12, 5	34, 5	11, 6	16, 4	31	46	95,8	34, 6	51, 9	5,9	9,4	26, 9	7,1	12, 3	88,5	141	403, 5	106, 5	184, 5
С18- Краснокутский 123	64, 3	7 2	68,4	-	51, 2	13, 7	28, 4	30, 3	-	18, 1	44, 7	81	75,4	0	50, 3	9,3	22, 5	23	-	13, 7	139, 5	337, 5	345	-	205, 5
С19-1-10	50, 1	7 5	101, 3	13	59, 9	17, 4	25	37, 1	4,2	20, 9	44, 3	80	116, 3	16	64, 2	11, 7	19, 2	29, 7	3	15, 9	175, 5	288	445, 5	45	238, 5

Окончание таблицы И.2

С20-3-10	57,7	59	70,3	-	46,8	24,1	24,3	32,8	-	20,3	57,6	60	92	0	52,4	17	18,6	24,7	-	15,1	255	279	370,5	-	226,5
С21-Ф-11	44,3	95	73,1	50	65,6	12,7	31,7	34,2	10,3	22,2	43,4	10,4	96,4	32,5	69,1	8,8	24	26,4	7,7	16,7	132	360	396	115,5	250,5
С22- Алек-сандрит	44,4	62	76	30,7	53,3	15,4	24	33,3	6,7	19,9	49,6	72	100,9	21,3	60,9	10,5	17,5	26	7,8	15,5	157,5	262,5	390	117	232,5
С23-Колорит	48,3	68	66,8	21	51,0	11,6	23	29,9	4,1	17,2	77	71	77	11,7	59,2	7,3	17,7	23	2,2	12,6	109,5	265,5	345	33	189

Таблица К.1 – Районы возделывания нута, 2014 г.

Россия	
Центрально-черноземные районы	17,6 (14,9 – 18,8) %
Поволжье	20,3 (12,0 – 30,7) %
Северный Кавказ	23,8 (14,4 – 32,7) %
Урал (Оренбургская область)	22,8 (14,1 – 29,1) %
Украина	
Восточная лесостепь	19,3 (15,2 – 27,1) %
Степь	22,6 (16,6 – 29,5) %
Молдова	20,2 (14,6 – 27,3) %
Закавказье	22,7 (14,9 – 28,3) %
Казахстан: восточные области	21,5 (13,3 – 31,7) %
Средняя Азия	23,8 (19,1 – 29,9) %

Государственный реестр селекционных достижений, сорта нута 2017 г.

№	Название	Год включения
1	Бонус	2012
2	Вектор	2011
3	ВИР 68	2016
4	Волгоградский 10	1990
5	Волжанин	2011
6	Галилео	2016
7	Заволжский	2000
8	Золотой юбилей	2012
9	Зоовит	2015
10	Краснокутский 123	1982
11	Краснокутский 28	1991
12	Краснокутский 36	1993
13	Кулундинский 5	2017
14	Приво1	1995
15	Розанна	2014
16	Совхозный	1955
17	Сокол	2016
18	Сфера	2016
19	Триумф	2012
20	Шарик	2012
21	Юбилейный	1954