

На правах рукописи

БЫКОВА КСЕНИЯ АЛЕКСАНДРОВНА

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

Специальность 06.01.05 – селекция и семеноводство
сельскохозяйственных растений

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата сельскохозяйственных наук

Барнаул – 2018

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Омский государственный аграрный университет имени П.А. Столыпина»

Научный руководитель: доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Казыдуб Нина Григорьевна

Официальные оппоненты: Рожанская Ольга Александровна,
доктор биологических наук, старший научный сотрудник, главный научный сотрудник
Сибирского научно-исследовательского института кормов ФГБУН СФНЦА РАН

Булынец Сергей Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, директор филиала Кубанская опытная станция Федерального государственного бюджетного учреждения «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических ресурсов растений имени Н.И. Вавилова»

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Сибирский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»

Защита состоится «22» марта 2018 г. в 11-30 на заседании диссертационного совета Д 999.176.03 на базе ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет», ФГБНУ «Научно-исследовательский институт садоводства Сибири имени М.А. Лисавенко», ФГБНУ «Алтайский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» по адресу:
656049 г. Барнаул, пр. Красноармейский, 98, тел./факс: (3852) 62-83-96,
e-mail: agau@asau.ru

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ФГБОУ ВО «Алтайский государственный аграрный университет» и на сайте <http://www.asau.ru>

Автореферат разослан «___» _____ 2018 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета _____ Чернышева Наталья Николаевна

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность исследований. 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 выделяется нут.

Нут (*Cicer arietinum* L.) – вторая зернобобовая культура в мире по посевным площадям и третья – по производству. Его пищевая ценность определяется значительным содержанием белка и наличием незаменимых аминокислот в семенах, в них содержится от 17 до 32% белка и от 2 до 3,5 % жира, до 50 % крахмала, витамины С, В₁, В₂, В₆, РР, каротин. Нут используют также как кормовую, декоративную и лекарственную культуру.

Сегодня нут культивируется в странах Центральной и Средней Азии, Восточной Африки, Восточной Европы, Америки, Австралии. В Российской Федерации за последние годы производство нута возросло в несколько раз, так как он стал выгодной экспортной культурой. Однако, современные сорта нута восприимчивы к болезням, страдают от засухи. Одним из путей улучшения культуры можно считать интрогрессию генов адаптивности из старых местных сортов, произрастающих в местах генетического разнообразия вида – центрах его происхождения, первичного – Турции и вторичного – Эфиопии.

Увеличение посевных площадей под нутом в южной лесостепи Западной Сибири также сдерживается недостаточной изученностью его биологии и генетического потенциала. В связи с этим комплексное изучение коллекционных образцов культуры и выделение источников хозяйственно-ценных признаков с целью создания сортов весьма актуальны для сибирского региона – зоны рискованного земледелия, что определило цели и задачи наших исследований.

Цель работы – провести сравнительную оценку генофонда культуры 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 его перспективные формы для использования 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, выделить источники его хозяйственно-ценных признаков;
- создать новый гибридный материал нута с комплексом хозяйственно-ценных признаков путем межсортовой гибридизации;

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

Научная новизна работы. В результате изучения образцов коллекции нута выделены его ценные генотипы по селекционным признакам: скороспелости, высокой продуктивности, технологичности, устойчивости к болезням и вредителям. Установлена зависимость между хозяйственно-ценными признаками нута 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. Путем искусственной гибридизации создан гибридный материал, проведена его селекционная оценка.

Теоретическая и практическая значимость работы. В процессе наших исследований изучены элементы структуры урожая нута, изменчивость его количественных признаков. Установлено влияние температуры воздуха, количества осадков и генотипа 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 к использованию источники ценных признаков нута, адаптированных к местным климатическим условиям. Исходный материал, созданный на основе коллекции, включен в селекционный процесс лаборатории селекции и семеноводства полевых культур им. С.И. Леонтьева кафедры агрономии, селекции и семеноводства Омского ГАУ.

Методология и методы исследования. Научная методология селекции культуры нута основывается на системном подходе к изучаемой проблеме и комплексном рассмотрении. Методологической базой послужили труды отечественных и зарубежных ученых по теоретическим вопросам. Для проведения исследований были заложены лабораторные и полевые опыты. Все учеты и наблюдения осуществлялись согласно методическим указаниям ВИР (1975, 1987). Статистическая обработка данных проведена методом дисперсионного, кластерного, корреляционного и регрессионного анализа.

Обоснованность выводов и достоверность результатов работы обеспечены значительным объемом фактического материала, многолетними полевыми и лабораторными экспериментами (2013-2015 гг.) с применением классических современных методов исследований и подтверждением их результатами математической статистики.

Основные положения диссертации, выносимые на защиту:

1. Исходный материал для селекционной практики, полученный на основании комплексного изучения коллекционных образцов нута.
2. Характер изменчивости, наследования и зависимости хозяйственно-ценных признаков нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири.

Апробация результатов. Основные материалы диссертации рассмотрены: на X 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 в номинации «Сельскохозяйственные науки» (Самара, 2016).

Публикации. Основные положения диссертации опубликованы в 7 научных работах, в том числе 3 – 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.

Личный вклад автора заключается в постановке цели и задач исследований, проведении полевых опытов, статистической обработке, обобщении и интерпретации полученных результатов, формировании научных положений и выводов, подготовке научных публикаций и написании текста диссертации.

1. Нут как объект исследований (обзор литературы)

В главе представлены биологические, морфологические и генетические особенности нута, направления и достижения селекции культуры.

2. Условия, объект и методика проведения исследований

Экспериментальная часть работы была выполнена в 2013-2015 гг. на полях Учебно-опытного хозяйства Омского ГАУ. Объект исследований – 23 коллекционных образца ВИР и селекционных линий нута, а также 23 образца соматклонов, полученных из лаборатории генетики и биотехнологии СибНИИ кормов. На изучении – 46 образцов культуры.

В качестве стандарта использован районированный сорт Краснокутский 123. Предшествующая культура – яровая пшеница. Образцы в коллекционном питомнике высевали вручную на делянках в четырёхкратной повторности по схеме 60x10 см на глубину 4-5 см. Площадь делянки – 5,5 м² (норма посева на 1 м²–15 семян).

Наблюдения, учёт и анализ проведены по методическим указаниям к изучению коллекции зернобобовых культур (ВИР, 1975), методическим указаниям к изучению образцов мировой коллекции нута (ВИР, 1987). Полевая оценка устойчивости к болезням проведена по шкале поражения в соответствии с классификатором (ВИР, 1980). При изучении коллекции нута определена симбиотическая активность образцов нута на клубенькообразование в фазе цветения и в начале образования бобов на растении – по количеству и размеру (Посыпанов, 1991). Жизнеспособность пыльцы определена по методике ВНИИССОК (Балашова, Козарь, 2010). Химический анализ семян 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 26570-95 (кальций).

Уборка растений проведена вручную в фазе биологической спелости бобов. В 2012 г. в скрещивания включены 4 образца нута, выделенных на основе оценки биологических и хозяйственно-ценных признаков: ПС 2394, Линия С-18, С12-Днепропетровский высокорослый, Линия С-16. Проведено три комбинации скрещивания, в каждой из которых опыляли по 100 цветков, средняя завязываемость составила 2 %. Полученные гибридные семена первого поколения высеяны в гибридном питомнике в полевых условиях совместно с родительскими формами по схеме ♀P:F1:♂P, для гибридов второго поколения ♀P:F1:F2:♂P. Корреляционный анализ проведен по методике в изложении Б.А. Доспехова (1973). Степень доминирования рассчитана по формуле F. Petr и K. Frey (1):

$$hp = \frac{F - MP}{Pl - MP}, \quad (1)$$

Степень и частоту трансгрессий определяли по формулам, предложенным Г.С. Воскресенской и В.П. Шпота (2, 3):

$$T_c = \frac{Pz \cdot 100}{Pr} - 100, \quad (2); \quad T_{ch} = \frac{A \cdot 100}{B}, \quad (3)$$

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

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

Кластерный анализ образцов нута проведен с использованием компьютерного программного пакета SPSS версии PASW Statistics 20 и вычислен на основе алгоритма средней связи (UPGMA) по евклидовым расстояниям (Ward's method) и по основным хозяйственно-ценным признакам. Метеорологические условия вегетационных периодов (2012–2015 гг.) оценивали по данным Омской метеорологической станции. Статистическая обработка экспериментальных данных проведена по методике в изложении Б.А. Доспехова (1973) с помощью программ Microsoft Office Excel 2010 г. и SPSS версии PASW Statistics 10.x.

3. Характеристика образцов нута по хозяйственно-ценным признакам

Продолжительность вегетационного периода. Важность изучения вегетационного периода необходима для того, чтобы понять, как с данным признаком коррелируют многие хозяйственно-биологические признаки и свойства, в том числе такие как качество семян и устойчивость к болезням и вредителям, а главное – урожайность. Продолжительность вегетационного периода растений нута в условиях Омской области существенно зависит от погодных условий, в основном, от теплообеспеченности ($r = -0,2 - -0,7$). За годы изучения коллекции нута продолжительность вегетационного периода характеризовалась сильной изменчивостью (варьировалось от 70 до 120 сут.) (рис. 1). По продолжительности созревания образцов коллекции ВИР и соматклонов наблюдались существенные генотипические различия. Так, продолжительность вегетационного периода у образцов коллекции ВИР составила в среднем 100 сут., у коллекции СибНИИ кормов – 78 сут. Межфазный период всходы-цветение у коллекционных образцов ВИР нута варьировался от 29 до 36 сут. Наименьшим периодом всходы-цветение характеризовались образцы С-285, С-243, превзошедшие стандарт на четверо суток.

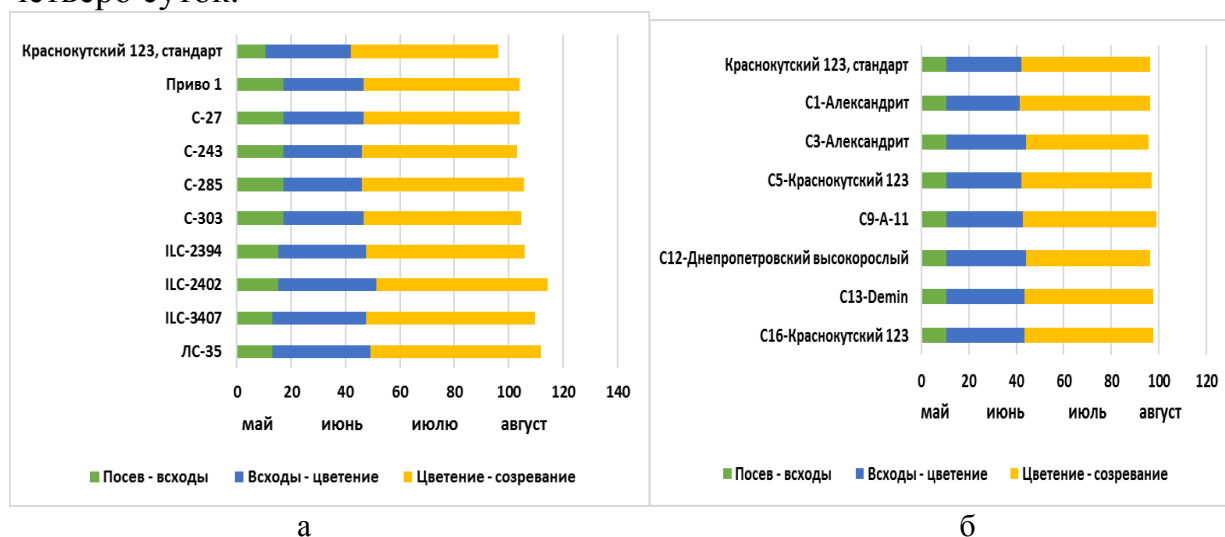


Рисунок 1 – Продолжительность межфазных периодов развития лучших образцов нута: а) коллекции ВИР, б) коллекции соматклонов. Учебно-опытное хозяйство Омского ГАУ, 2012-2015 гг.

Продолжительность периода цветение-созревание у выделенных образцов коллекции ВИР составила 57-63 суток. Однако ни один из изучаемых образцов нута не имел достоверного преимущества над стандартом как по продолжительности периода цветение-созревание, так и вегетационного периода в целом. Наименьший вегетационный период имели образцы нута коллекции ВИР: ILC-3407, ILC-2394, Линия С-35, ILC-10005.

В коллекции соматклонов нута период всходы-цветение варьировался от 31 до 33 сут. Наименьшим периодом всходы-цветение характеризовались образцы С1-Александрит, С5-Краснокутский 123. Наименьшая продолжительность вегетационного периода в коллекции СибНИИ кормов

наблюдалась у образцов С4-Deemin, С7-Александрит, С17-С11, С14-Александрит, С8-Александрит, С6-Александрит. Существенных различий между образцами по продолжительности вегетационного и межфазных периодов не обнаружено.

Коллекционные образцы СибНИИ кормов отличались от образцов ВИР дружными всходами, более ранним и своевременным созреванием, что характеризует их как более адаптивные для возделывания в условиях юга Омской области и указывает на возможность их использования в качестве исходного материала в селекции на скороспелость.

Таким образом, в качестве источников для селекции на сокращение вегетационного периода 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.

Компоненты продуктивности образцов. Продуктивность сортов нута – один из основных критериев его оценки, сложный признак, который складывается из отдельных элементов: числа и массы бобов, числа семян и массы семян с растения.

В коллекции ВИР выделены образцы нута, достоверно превышающие стандарт по числу бобов с растения – С-243 (95,1 шт.), С-482 (95,6 шт.); по массе семян с растения – С-243 (27,9 г); по массе бобов с растения – ILC-482 (34,3 г) и С-243 (34,6 г).

Из коллекции соматклонов выделены образцы нута, достоверно превышающие стандарт по массе семян растений – С1-Александрит (20,8 г), С4-Deemin (20,9 г), С7-Александрит (21,3 г); числу семян с растения – С1-Александрит (93,1 шт.) и С7-Александрит (85,9 шт.).

Выделившиеся образцы следует рекомендовать как источники элементов продуктивности в селекции нута.

Пригодность к механизированной уборке. Современная технология возделывания сельскохозяйственных культур предусматривает использование сортов интенсивного типа возделывания с целью получения высоких, стабильных урожаев. Наибольший интерес представляют образцы нута с компактной формой куста и с высоким расположением нижних бобов (> 18 см), характеризующиеся пригодностью к механизированной уборке, в данном случае снижается травмированность и потеря семян при уборке.

Все выделенные образцы нута имели компактную форму куста. Высота прикрепления нижнего боба у выделенных образцов коллекции ВИР варьировалась от 23,5 до 32,6 см, у остальных образцов – от 10,5 до 21,3 см; в коллекции соматклонов – от 22,9 до 37,4 см. В качестве источников в селекции на технологичность целесообразно использовать образцы коллекции ВИР: С-18 (32,5 см), ILC-482 (32,6 см), С-83 (31, 3 см); в коллекции соматклонов: С11-Юбилейный (37,4 см), С19-1-10 (37,4 см).

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.

Число клубеньков на корнях растения у образцов нута варьировало от 94 до 169 шт., масса клубеньков – от 0,42 до 1,02 г. Максимальное количество клубеньков с растения отмечено у образца С8-Александрит (169 шт.), минимальное – у образца Волгоградский 10 (94 шт.) (табл. 1).

Таблица 1 – Количество и масса клубеньков с растения у выделенных образцов нута, 2012-2015 гг.

Образец	Число клубеньков на корнях растения, шт. /раст.	Масса клубеньков, г/раст.	Урожайность, г/м ²
Краснокутский 123 (стандарт)	145	0,86	3,21
Волгоградский 10	94	0,42	2,08
С8 Александрит	169	1,02	3,73
Линия С-82	136	0,63	3,01
<i>HCP₀₅</i>	3,8	0,04	1,5

Полученные результаты показывают, что количество клубеньков имеет достоверную положительную зависимость с семенной продуктивностью нута ($r=0,6$). Образец С8-Александрит, имеющий максимальное количество клубеньков (169 шт.), характеризовался наибольшей урожайностью (3,73 г/м²). Выделенные образцы нута рекомендованы как источники высокой клубенькообразующей способности.

Жизнеспособность пыльцы. Одним из наиболее сложных моментов в селекции нута является процесс гибридизации. При скрещиваниях наблюдается низкий процент завязываемости семян. Успех полевой гибридизации зависит как от жизнеспособности пыльцы, так и погодных условий в данный период.

Результаты наших исследований свидетельствуют о высокой жизнеспособности пыльцы у нута (78-97 %), которая в камере Ван-Тигеля хорошо прорастает уже через 1 час в комнатных условиях при 18–20°С (табл. 2).

Таблица 2 – Жизнеспособность пыльцы образцов нута, включенных в скрещивание, 2013-2014 гг.

Образец	Количество пыльцевых зерен, шт.		Жизнеспособность, %
	проросших	непроросших	
Краснокутский 123 (стандарт)	42	5	82
ПС-2402	56	11	83
ПС-2394	49	14	78
Волгоградский 10	38	1	97

Вероятно, главной причиной низкой завязываемости гибридных семян нута в условиях Омской области являются неблагоприятные для опыления погодные условия. Известно, что нут особенно чувствителен к высоким

температурам, иссушающим пыльцу, а продолжительные дожди приводят к загниванию тычинок и рыльца.

Устойчивость к болезням и вредителям. В условиях Западной Сибири наибольший вред растениям нута оказывают болезни: фузариоз и аскохитоз, а также вредители: хлопковая совка и нутовая муха. За время изучения нута в условиях южной лесостепи Западной Сибири только в 2014-2015 гг. установлено незначительное поражение образцов фузариозным увяданием (8 баллов).

Химический состав семян нута. Нут является хорошим источником белка и микроэлементов. В наших исследованиях было определено содержание белка, кальция, цинка и йода в семенах коллекционных образцов нута (табл. 3).

Таблица 3 – Характеристика выделенных образцов нута по химическому составу семян (2013 г., 2015 г.)

Образец	Массовая доля в абсолютно сухом веществе			
	белок, %	кальций, мг/кг	цинк, мг/кг	йод, 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	-
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 26570-95	ГОСТ 26570 – 95	ГОСТ 30178 – 96

Наибольшее количество белка в 2013 г. наблюдалось у образцов ПС-482 и Линия С-80 и составило соответственно 21,45 % и 20,84 %, они также имели высокие показатели содержания цинка в семенах. В 2015 г. по содержанию белка выделились образцы Линия С-80, Линия С-482, Линия С-27 (соответственно 23,4%, 21,6%, 21,3%), указанные образцы имели также повышенное содержание цинка. Содержание йода в семенах в 2013 г. составило 0,01-0,06 мг/кг, в 2015 г. йод обнаружен лишь у образцов Линия С-27 и Приво 1, но его содержание было значительно выше (0,74-0,76 мг/кг). По содержанию кальция в 2013 г. выделились образцы Линия С-80 и Линия С-243 (0,80 и 0,82 мг/кг соответственно), в 2015 г. – Линия С - 2402 и Линия С-27 (0,78 и 0,81 соответственно).

Выделенные из коллекции образцы нута могут быть использованы в качестве источников в селекции на повышение в семенах белка и микроэлементов.

Показатели корреляционной зависимости основных хозяйственно-ценных признаков. Отбор готовых форм из коллекции растений ограничен, так как в новых сортах требуется объединять признаки и свойства, которые отсутствуют в имеющейся коллекции. При подборе родительских пар для скрещивания следует знать зависимость между основными хозяйственно-ценными признаками, а также их связь с погодными условиями.

Выявлена сильная положительная связь между массой семян с растения и числом бобов на одном растении у образцов коллекции соматоклонов ($r = 0,8$). 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 ($r = 0,5$).

У образцов нута коллекции ВИР обнаружена средняя зависимость между температурой воздуха и числом бобов с растений ($r = 0,3$), а также продолжительностью вегетационного периода ($r = -0,4$). Связь между массой семян с растения и числом бобов средняя ($r = 0,5$). Зависимость между количеством осадков и числом бобов средняя ($r = 0,4$). Связь между массой семян с растения и продолжительностью созревания – сильная ($r = 0,8$).

Особое значение для селекции образцов имеет выявление корреляций между семенной продуктивностью и другими хозяйственно-ценными признаками, прямо или косвенно определяющими урожайность.

В наших исследованиях установлена положительная зависимость между семенной продуктивностью нута и числом бобов на растении ($r = 0,5-0,8$). Поэтому в селекции на увеличение урожайности следует уделять наибольшее внимание растениям нута с повышенным числом бобов на растении.

Кластерный анализ образцов нута. Методы многомерной статистики позволяют проводить объективную комплексную оценку исходного материала. В настоящее время для разделения исходного множества объектов на группы широко используется кластерный анализ, путем попарного сравнения образцов по выбранным критериям.

Использование кластерного анализа по девяти основным хозяйственно-ценным признакам позволило нам разделить изучаемые образцы коллекции ВИР и СибНИИ кормов на три кластера, имеющих разную селекционную ценность (рис. 2, 3). Кластерный анализ образцов нута коллекции ВИР по элементам продуктивности и пригодности к механизированной уборке показал, что при создании новых сортов в качестве исходного материала необходимо уделять большое внимание растениям, относящимся к третьему кластеру.

Образцы данного кластера (Линия С-82, ILC-3407, Линия С-80, Линия С-35, ILC-482, С-243, ILC-2402, С-27, ILC-10005, Волгоградский-10) имеют оптимальный набор хозяйственных признаков, их следует считать наиболее

перспективными по комплексу ценных признаков в селекционном и практическом использовании. Отбор растений во втором и первом кластере малоэффективен, так как данные образцы имеют невысокую выраженность всех хозяйственно-ценных признаков.

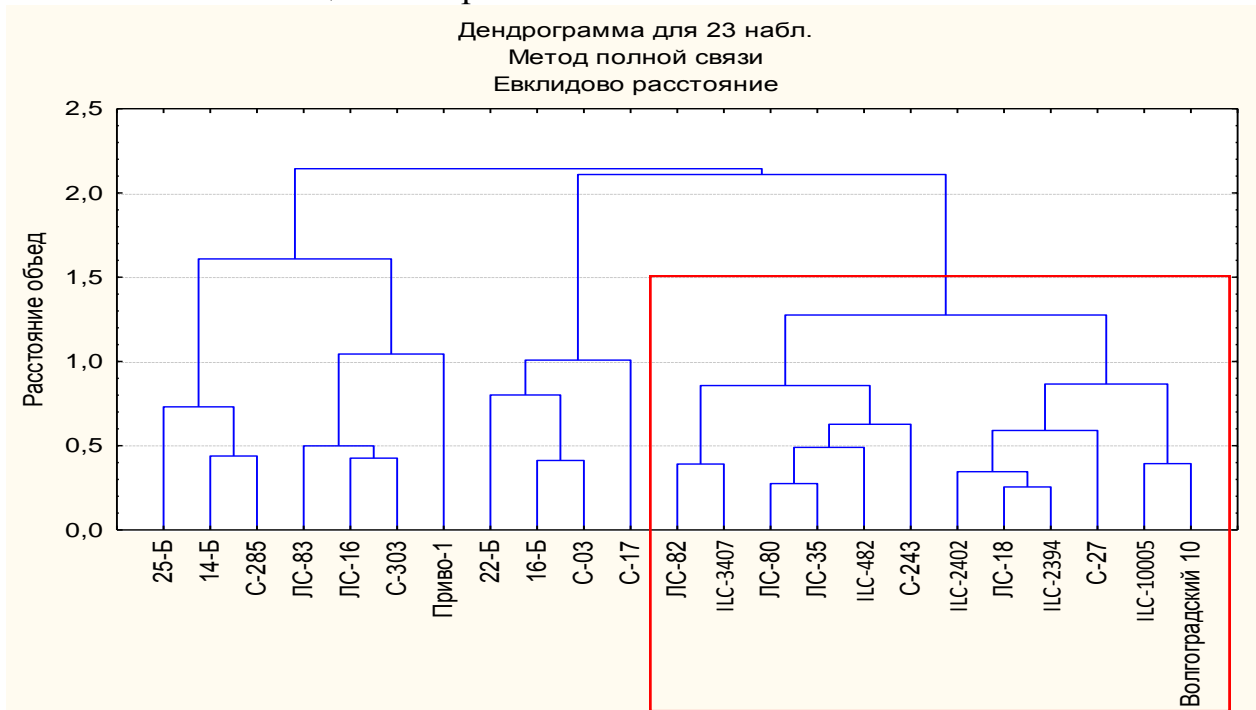


Рисунок 2 – Дендрограмма кластеризации образцов нута коллекции ВИР по элементам продуктивности и пригодности к механизированной уборке

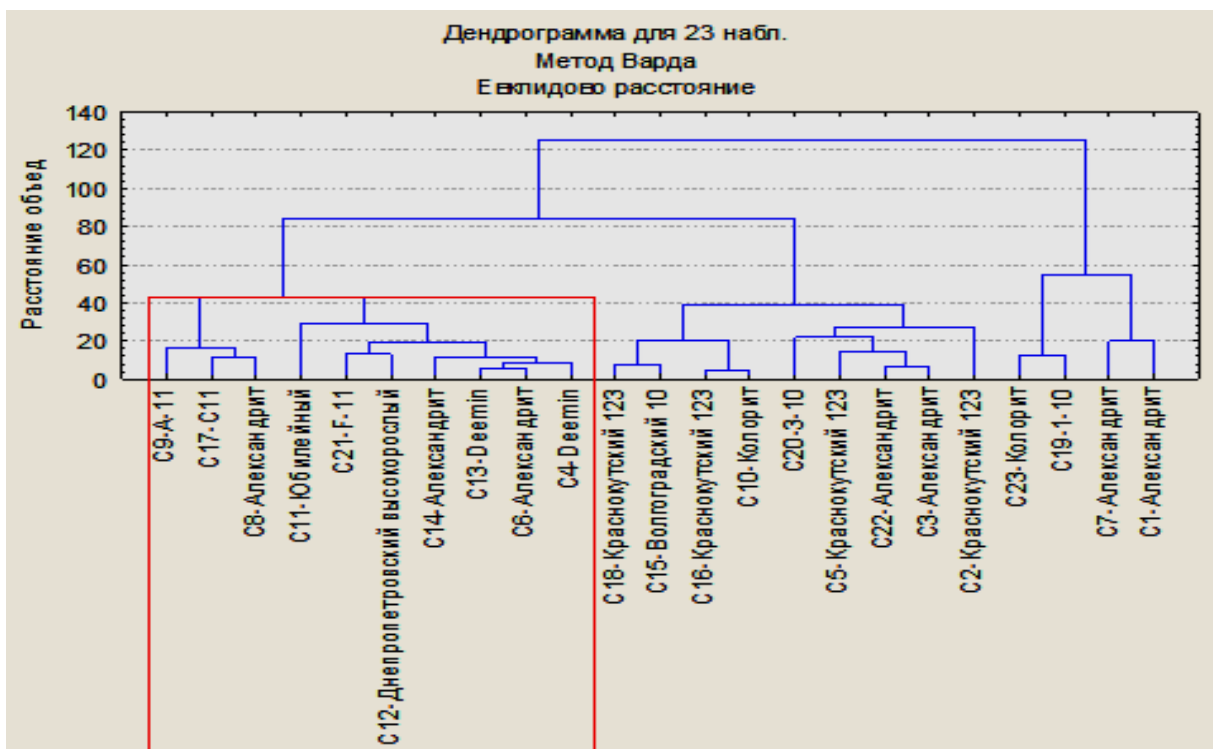


Рисунок 3 – Дендрограмма кластеризации образцов нута коллекции СибНИИ кормов по элементам продуктивности и пригодности к механизированной уборке

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-Е-11, С12-Днепропетровский высокорослый, С14-Александрит, С13-Deemin. Эти образцы характеризуются комплексом хозяйственно-ценных признаков. Образцы второго и третьего кластеров следует считать малоперспективными для использования в селекции в качестве компонентов для скрещивания.

Таким образом, использование кластерного анализа позволяет сгруппировать изученные образцы нута по совокупности хозяйственно-ценных признаков. Эффективность и практическая значимость метода кластерного анализа для селекционной оценки образцов подтверждается полным соответствием полученных результатов с традиционной оценкой. Выделенные образцы рекомендуется включить в гибридизацию в качестве источников по комплексу ценных признаков.

4. Наследование и наследуемость хозяйственно-ценных признаков гибридами F₁ и F₂ нута в южной лесостепи Западной Сибири

Характер наследования признаков, связанных с продолжительностью вегетационного периода, имеет значение при создании сортов разных сроков созревания. Продолжительность вегетационного периода в гибридных популяциях нута у большинства растений наследовалась по типу отрицательного сверхдоминирования (депрессии), отмечено также отрицательное доминирование и промежуточное наследование с уклоном в сторону более скороспелого родителя, что свидетельствует о возможности отбора в расщепляющихся популяциях более скороспелых форм (табл. 4). Наследуемость продолжительности вегетационного периода гибридами составила 38,7-52,0 %.

Таблица 4 – Характер наследования и наследуемость продолжительности вегетационного периода и высоты прикрепления нижнего боба в гибридных популяциях нута (2013-2014 гг.)

Комбинация скрещивания	Продолжительность вегетационного периода			Высота прикрепления нижнего боба		
	h_p		$H^2, \%$	h_p		$H^2, \%$
	2013 г.	2014 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.	2014 г.
ЛС 2394 x ЛС 18	- 3,0	- 1,7	52,0	+1,7	+2,5	26,5
ЛС 80 x ЛС 2394	- 1,0	- 4,0	49,4	+1,4	+1,8	15,4
С12-Днепропетровский x ЛС 16	- 1,0	- 0,6	38,7	+0,6	0,0	20,4

Высота прикрепления нижнего боба у гибридов наследовалась преимущественно по типу положительного сверхдоминирования (у 66,6 % гибридов), Отмечено частичное доминирование и промежуточное наследование, а так же наследуемость данного показателя гибридами – 15,4-26,5 %.

При установлении характера наследования количества бобов на растении выявлено как частичное доминирование, так и сверхдоминирование (табл. 5). Наследуемость признака высокая, что позволяет вести отбор ценных форм по данному показателю. Масса семян с одного растения наследовалась преимущественно по типу положительного сверхдоминирования. Наследуемость показателя была невысокой – 10,4 – 38,4 %.

Таблица 5 – Характер наследования и наследуемость количества бобов и массы семян с одного растения в гибридных популяциях нута (2013-2014 гг.)

Комбинация скрещивания	Количество бобов с растения			Масса семян с растения		
	h_p		$H^2, \%$	h_p		$H^2, \%$
	2013 г.	2014 г.	2014 г.	2013 г.	2014 г.	2014 г.
ILC 2394 x LC 18	+0,8	+0,1	55,8	+3,0	+3,0	32,5
LC 80 x ILC 2394	+3,5	+0,2	61,0	+0,3	+1,7	10,4
C12-Днепропетровский x LC 16	+1,2	+0,8	66,0	+3,0	+2,0	38,4

Установленные особенности наследования хозяйственно-ценных признаков у гибридов нута позволяют рекомендовать проведение отбора по признакам, имеющим гетерозисный эффект – массе семян с растения, количеству бобов с растения и высоте прикрепления нижнего боба в поздних поколениях гибридов.

Селекционно-генетическая оценка гибридов F_3 нута по хозяйственно-ценным признакам в условиях южной лесостепи Западной Сибири

Продолжительность вегетационного периода – нестабильный признак с сильной зависимостью от погодных условий. Расчет коэффициента вариации свидетельствует о сильной изменчивости продолжительности вегетационного периода в гибридных популяциях F_3 нута (24,2-31,2 %). Наибольший коэффициент вариации отмечен в комбинации ILC 2394 x LC 18, что свидетельствует о возможности проведения эффективного отбора более скороспелых форм (табл. 6).

Таблица 6 – Продолжительность вегетационного периода родительских форм и гибридов F_3 нута (2015 г.)

Комбинация скрещивания	Продолжительность вегетационного периода, сут.			
	P_1	P_2	F_3	$C_v \pm Scv^*$
ILC 2394 x LC 18	89	87	84	31,2 ± 0,9
LC 80 x ILC 2394	87	89	90	28,6 ± 1,5
C12 -Днепропетровский x LC 16	87	92	86	24,2 ± 0,7
Среднее	87,7	89,3	86,7	

У гибридных комбинаций F_3 продолжительность вегетационного периода колебалась от 84 до 90 суток, у родителей – от 87 до 92 сут. Гибриды третьего поколения имели укороченный период созревания на 1-6 суток по сравнению с родительскими формами. Исключение составила гибридная комбинация LC 80xILC2394, созревающая на 1-3 суток позднее родительских форм.

Количество бобов с растения в гибридных популяциях нута в F₃ характеризовалось широким диапазоном модификационного варьирования. У всех гибридов по изученному показателю отмечена сильная изменчивость (C_v = 27,9-52,3 %) (табл. 7).

Таблица 7 – Количество бобов с растения у родительских форм и гибридов F₃ нута (2015 г.)

Комбинация скрещивания	Количество бобов с 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	

Количество бобов с растения у гибридных комбинаций F₃ варьировало от 42 до 56 шт., что меньше, чем у родительских форм во всех комбинациях гибридов (40–56 шт.).

В производстве нута на семена очень важна его семенная продуктивность, которая, в свою очередь, характеризуется массой семян с растения. Гибридные популяции нута в F₃ имели меньшую семенную продуктивность по сравнению с родительскими формами. Масса семян с растения у гибридных комбинаций F₃ варьировала от 8-15 г, что меньше, чем у родительских форм почти во всех комбинациях гибридов (4-17 г) (табл. 8).

Таблица 8 – Масса семян с 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	

Расчет модификационного варьирования массы семян с одного растения показал, что данный признак подвержен сильной изменчивости (C_v = 27,9-52,3%).

В расщепляющихся поколениях F₂ – F₃ проведен отбор растений по хозяйственно-ценным признакам. Материал передан в питомник отбора. Из гибридных комбинаций ILC 2394 x LC 18 передано 9 образцов, из LC 80 x ILC 2394 передано 10 образцов, из C12Днепропетровский x LC 16 – 7 образцов.

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.

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,

представляющим 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 массы 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 воздуха. 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 от погодных условий между завязываемостью гибридных семян нута при полевой гибридизации.

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, ILC-3407, Линия С-80, Линия С-35, ILC-482, С-243; в коллекции соматклонов: С9-А-11, С17-С11, С8-Александрит, С11-Юбилейный, С21-Ф-11, С12-Днепропетровский высокорослый, С14-Александрит, С13-Deemin.

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

8. Высокие показатели коэффициента наследования по количеству бобов и семян с растения, высоте прикрепления нижнего боба позволяют провести эффективный отбор ценных генотипов.

РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ СЕЛЕКЦИОННОЙ ПРАКТИКИ И ПРОИЗВОДСТВА

1. В качестве источников по комплексу хозяйственно-ценных признаков при создании сортов для условий Западной Сибири рекомендуется использовать образцы коллекции ВИР: С-243, ПС-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: ПС-3407, ПС-2394, Линия С-35, ПС-10005, С4-Deemin, С7-Александрит, С17-С11, С14-Александрит, С8-Александрит, С6-Александрит;

– числа бобов на растении: С-243, ПС-482, Краснокутский 123, ПС-10005, 1-Александрит, С7-Александрит, С11-Юбилейный, С6-Александрит;

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

– высокой массы бобов с растения: ПС-482 и С-243;

– числа семян с растения: С1-Александрит и С7-Александрит;

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

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

3. Для более эффективного отбора рекомендуется использовать кластерный анализ и установленные особенности в изменчивости, наследовании и корреляции хозяйственно-ценных признаков культуры.

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

СПИСОК ОПУБЛИКОВАННЫХ РАБОТ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Публикации в изданиях, входящих в перечень ВАК РФ

1. **Демьяненко К.А.** Применение корреляционного анализ хозяйственно-ценных признаков нута в практической селекции/ К.А. Демьяненко, Н.Г. Казыдуб, А.А. Бурлаков // Вестник Омского государственного аграрного университета. – 2015. – №4. – С.15-19.

2. Казыдуб Н.Г. Сортоизучение коллекции нута в южной лесостепи Западной Сибири // Н.Г. Казыдуб, С.П. Кузьмина, **К.А. Демьяненко**/ Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1-1.; URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=17249>

3. Кузьмина С.П. Экологическая пластичность коллекционных образцов нута в южной лесостепи Омской области/ С.П. Кузьмина, **К.А. Демьяненко**, А.А. Бурлаков// Международный научно-исследовательский журнал International Research Journal. 2016. №3 (45). -Ч. 3. С.102-106.

Публикации в других изданиях

1. Казыдуб Н.Г. Оценка образцов коллекции нута по основным хозяйственно ценным признакам в условиях южной лесостепи Омской области / Н.Г. Казыдуб, С.П. Кузьмина, **К.А. Демьяненко**// Материалы II Международной молодежной конференции «Поколение будущего» – Курск, 2013.- Ч. 4. – С. 300-303.

2. Казыдуб Н.Г. Изучение коллекции ВИР нута в условиях южной лесостепи Омской области // Н.Г. Казыдуб, С.П. Кузьмина, **К.А. Демьяненко** // Материалы научно-практической конференции, посвященной 95-летию юбилею агрономического факультета – Омск: Изд-во Омск. гос. аграрн. ун-та, 2013. – С.178-181.

3. Кузьмина С.П. Результаты изучения коллекции нута в условиях южной лесостепи Омской области / С.П. Кузьмина, Н.Г. Казыдуб, **К.А. Демьяненко**, О.А. Снегерова // Сибирская деревня: история, современное состояние, перспективы развития: Материалы X Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию освоения целинных и залежных земель (Омск, 23-26 апреля 2014 г.). – Омск: Изд-во Омск. гос. аграрн. ун-та. 2014. – Ч. 3. – С. 410-416.

4. Бурлаков А.А. Результаты селекции нута в Западной Сибири /А.А. Бурлаков, **К.А. Демьяненко** // Материалы VI Региональной молодежной научно-практической конференции «Омский регион – месторождение возможностей» (Омск, 25-26 ноября 2015 г.). – Омск: Изд-во Омск. гос. аграрн. ун-та, 2015. – С. 244-245.