

**Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Федеральный Ростовский аграрный научный центр»
(ФГБНУ ФРАНЦ)**

**Вошедский Н.Н., Ильинская И.Н.,
Кулыгин В.А., Пасько С.В., Гаевая Э.А.,
Федюшкин А.В., Рычкова М.Н., Тарадин С.А.,
Нежинская Е.Н., Мищенко А.В.**

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ
ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ
НОВОГО СОРТА НУТА ДОНПАЗА
В УСЛОВИЯХ ПЛАКОРНЫХ И СКЛОНОВЫХ
ЗЕМЕЛЬ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Монография



Рассвет 2020

УДК 635.657:631.95

ББК 40.3

Э 40 Эколого-экономические особенности технологии возделывания нового сорта нута Донплазав условиях плакорных и склоновых земель Ростовской области / Н.Н. Вошедский, И.Н. Ильинская, В.А. Кулыгин, С.В. Пасько, Э.А. Гаевая, А.В. Федюшкин, М.Н. Рычкова, С.А. Тарадин, Е.Н. Нежинская, А.В. Мищенко // ФГБНУ ФРАНЦ. Рассвет, 2020. – 108 с.
ISBN 978-5-6045262-4-8

Рецензенты:

А.И. Грабовец, член-кор. РАН, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ ФРАНЦ

Г.Т. Балакай, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, ФГБНУ «РосНИИПМ»

В монографии изложены результаты многолетних исследований по эколого-адаптивной технологии возделывания нута, проведенных в ФГБНУ ФРАНЦ на опытных стационарах сортовой агротехники, где изучалось влияние способов обработки почвы, способов посева, норм высева, уровня минерального питания и систем защиты растений на продуктивность нового сорта нута Донплаза селекции ФГБНУ ФРАНЦ.

На основании проведенных исследований сформулировано и дано научное обоснование существующих и разработанных элементов технологии возделывания нового сорта нута Донплаза, что позволит более полно реализовать потенциал его продуктивности в производственных условиях на плакорных и эродированных землях.

Книга предназначена для руководителей и специалистов агрономической службы сельскохозяйственных предприятий всех форм собственности, научных сотрудников и студентов ВУЗов.

Публикуется в авторской редакции

ISBN 978-5-6045262-4-8

- © Федеральный Ростовский аграрный научный центр, 2020.
- © Вошедский Н.Н., Ильинская И.Н., Кулыгин В.А., Пасько С.В., Гаевая Э.А., Федюшкин А.В., Рычкова М.Н., Тарадин С.А., Нежинская Е.Н., Мищенко А.В., 2020
- © Оформление. Макет. Издательство ООО «АзовПринт», 2020

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	5
1. Морфология и основные элементы технологии возделывания нута на чернозёмах обыкновенных Ростовской области	8
1.1 Морфологические особенности нута.....	8
1.2 Биологические особенности нута.....	10
1.3 Место в севообороте.....	12
1.4 Приемы подготовки почвы под нут.....	15
1.5 Сроки и способы посева, нормы высева семян.....	19
1.6 Применение удобрений.....	21
1.7 Система почвозащитных мероприятий.....	21
1.8 Система защиты растений.....	27
1.9 Уборка урожая.....	44
1.10 Подготовка зерна и семян к реализации и хранению.....	45
2. Обоснование исследований и условия их проведения	46
2.1 Обоснование направлений исследований.....	46
2.2 Почвенно-климатические и погодные условия.....	52
3. Особенности технологии возделывания нового сорта нута Донплаза в условиях плакорного агроландшафта	55
3.1 Запасы продуктивной почвенной влаги при возделывании нута.....	55
3.2 Особенности водопотребления нута на плакорных землях.....	57
3.3 Урожайность нута в зависимости от способа основной обработки почвы, нормы высева семян и фона минерального питания.....	58
3.4 Урожайность нута на плакорных землях в зависимости от способа посева и фона минерального питания.....	62
3.5 Изменение структуры урожая нута на плакорных землях в зависимости от способа посева и фона минерального питания.....	65

3.6	Химический состав растений нута в фазе цветения	71
3.7	Агрохимическая и экономическая эффективность возделывания нута сорта Донплаза на плакорных землях.....	73
4.	Особенности технологии возделывания нута нового сорта Донплаза в условиях эрозионно-опасного ландшафта	78
4.1	Агрофизические свойства почвы при возделывании нута на эродированных землях	78
4.2	Эрозионная устойчивость почв на эродированном склоне.....	81
4.3	Почвенные влагозапасы и водный баланс посевов на склоне	84
4.4	Урожайность нута на эродированном склоне в зависимости от способов основной обработки почвы	87
4.5	Эколого-экономическая оценка способов обработки почвы на эродированном склоне	89
4.6	Биоэнергетическая оценка возделывания нута сорта Донплаза	94
	Заключение	97
	Список использованных источников	100

ВВЕДЕНИЕ

Зернобобовые культуры являются основным источником полноценного пищевого и кормового растительного белка; накапливают в почве 40-80 кг/га биологического азота; сохраняют и улучшают плодородие почвы; являются хорошими предшественниками для многих полевых культур, способствуют получению экологически чистой продукции.

Для засушливых условий Ростовской области и других регионов РФ наиболее приспособлен нут, который, обладая высокой засухоустойчивостью, устойчивостью к болезням и вредителям, возможностью комбайновой уборки, привлекает внимание аграриев не только в степной зоне Северного Кавказа, но и в более влажных регионах, где площади были заняты под горохом.

Нут высоко ценится за вкусовые качества, питательность и большое количество полезных микроэлементов. В частности он богат фолиевой кислотой и цинком. Содержание белка варьирует от 20 до 30%, углеводов – от 50 до 60%, жиров – до 7%. Кроме того, семена нута богаты витаминами В1 и В6, лизином и минеральными веществами, а листья и стебли являются источником яблочной и щавелевой кислот. С учётом широкого набора полезных веществ и высокой питательности его повсеместно используют в продовольственных целях и кормопроизводстве (Н. Кажан, 2019).

Среди зернобобовых нут является наиболее засухоустойчивой культурой. Он теплолюбив и вместе с тем холодостоек, приспособлен к агроклиматическим условиям степной зоны, обеспечивая более высокие и стабильные урожаи по сравнению с другими бобовыми культурами. Нут – высокотехнологичная культура: посевы не полегают, зерно не осыпается при запаздывании с уборкой, уборка проводится прямым комбайнированием.

В засушливых условиях велика агротехническая роль нута, так как, накапливая в почве азот, усвояемый из воздуха, он является важным источником сохранения почвенного плодородия.

В последние годы площади под нутом стали увеличиваться, так как появились рынки сбыта. В мире нут занимает 3-е место после сои и фасоли среди зернобобовых культур по посевным площадям, занимая

почти 13-14 млн. га. По данным ФАО эта культура высевается в 35 странах на всех континентах. Только в Индии ежегодно им засевают почти 10 млн. га, что составляет примерно 83% мировых площадей. Его выращивают в Турции, Израиле, Пакистане, Иране, Армении, Казахстане, Азербайджане, а также в странах Африки, Южной и Северной Америки и Европы (Н. Шаповалова, 2017).

Однако фактическая урожайность нута, возделываемого на Дону, крайне низка. При этом в последние годы отмечается значительное увеличение посевных площадей под культуру. По данным Минсельхоза, посевные площади нута в Ростовской области с 2016 по 2018 годы увеличились с 28,5 тыс. га до 74,1 тыс. га, а средняя урожайность при этом снизилась с 7,9 ц/га до 6,7 ц/га, что ниже реального потенциала данной культуры и свидетельствует о недочётах в технологии его возделывания.

Расширение площадей под нутом в Ростовской области, позволит увеличить производство растительного белка для пищевых и кормовых целей, повысить урожайность озимой пшеницы и других культур. Намечены некоторые перспективы в переработке зерна нута для приготовления молочных продуктов, использования в колбасной и кондитерской промышленности, в птицеводстве и животноводстве. Дальнейшее повышение урожайности нута в значительной степени зависит от особенностей новых адаптивных сортов с высокой урожайностью, качества посевного материала и соблюдения приёмов агротехники при его возделывании.

Одним из приоритетных направлений в повышении продуктивности нута является создание и широкое внедрение в производство высокоурожайных, адаптированных к местным условиям новых сортов, под которые актуальна разработка технологий и современных приёмов агротехники. В связи с этим, объектом наших исследований являлся новый сорт нута Донплаза, выведенный селекционерами ФГБНУ ФРАНЦ, разработка ключевых элементов технологии его возделывания в конкретных условиях приазовской зоны Ростовской области, изучаемые в 2017-2019 гг. на опытных стационарах ФГБНУ ФРАНЦ.

Задачи проведённых исследований включали:

- Установление оптимального сочетания элементов технологии возделывания нового сорта нута Донплаза – способов основной обработки почвы, фона минерального питания, норм высева се-

мян, сроков и способов сева, способствующих полному раскрытию потенциала культуры в аспекте ресурсосбережения.

- Изучение влияния удобрений на продуктивность нового сорта нута Донплаза для совершенствования и оптимизации системы минерального питания растений в полевых севооборотах на плакорных землях приазовской зоны Ростовской области.
- Установление влияния почвозащитных способов основной обработки почвы и разных уровней минерального питания на агроэкологические свойства почвы, величину эрозионных показателей и продуктивность нового сорта нута Донплаза на эрозионно-опасных склонах чернозёмов обыкновенных.

1. МОРФОЛОГИЯ И ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА НА ЧЕРНОЗЁМАХ ОБЫКНОВЕННЫХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

1.1 Морфологические особенности нута

Нут принадлежит к семейству бобовых (Fabaceae Lindl.) и роду *Cicer* L. Известно 39 видов рода *Cicer*, которые распространены в Центральной и Западной Азии. В культуре же выращивают только один вид – *Cicer arietinum* L., который в дикой природе не встречается. Культурный нут (*Cicer arietinum* L.) – однолетнее растение, довольно холодостойкое, минимальная температура прорастания семян – 4-5 °С. По засухо-, жаро- и морозостойкости он занимает первое место в группе зернобобовых (Н. Шаповалова, 2017).

Корневая система нута стержневая, с хорошо развитым главным корнем, который проникает в почву на глубину более 150 см, с большим числом хорошо развитых боковых корней, на которых образуются клубеньки с азотофиксирующими бактериями. По мощности развития превосходит корневую систему чины и гороха, но почти 50% корневой системы развивается в пахотном горизонте на глубине до 20 см.

Азотофиксирующая способность корневой системы нута в симбиозе с клубеньковыми бактериями обеспечивает значительную часть потребности в азоте. Нут относится 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 глубже заделывать семена и тем самым избежать вытеснения их из почвы в процессе прорастания. При этом формируется растение с более мощными корнями, которые прочнее удерживаются в почве и имеют повышенную продуктивность (Е.Н. Гудинова и др., 1982; В.П. Орлов и др., 1986).

Стебель прямостоячий, ребристый, ветвящийся, неполегающий со многими ветвями. Растение штамбовое, полуштамбовое или обширной

формы. Ветвиться начинает у основания стебля или в средней части в зависимости от сорта. Высота растения колеблется от 20 см до 1 м, в среднем 45-60 см, цвет зелёный, с различными оттенками (Н. Шаповалова, 2017).

Растения нута являются типичными ксерофитами. Они невысокого роста, имеют мелкие листья, клетки органов отличаются высоким осмотическим давлением. Лист сложный, непарноперистый, состоит из 11-17 листочков, количество которых зависит как от сорта, так и от фонового местоположения на растении. Многолистковые листья находятся в средней части стебля. Форма листьев эллиптическая, длина от 9,3 до 20,7 мм, ширина от 3,5 до 11,3 мм. Цвет листьев зелёный с оттенками. Листья и бобы покрыты волосками, которые выделяют много щавелевой кислоты, защищающей их от ряда вредителей (Н. Шаповалова, 2017).



Рисунок 1 – Морфологические особенности нута

Цветки пятичленистые, мелкие, одиночные, расположены по одному в пазухах листьев, цвет венчика чаще всего белый или фиолетовый, хотя встречаются вариации розового, светло-розового, темно-розового, голубого или желто-зеленого оттенков. Цветоносы в основном одно- или двухцветковые.

Плод – боб овально-удлинённый, овальной или ромбической формы, длиной 1,5-3,5 см, с пергаментным слоем, часто густо опушенный. Бобы при созревании не растрескиваются, поэтому потери зерна при уборке нута меньше чем у гороха. Спелые бобы имеют разные оттенки: от соломенно-желтых и зелёных до сизо-фиолетовых. Количество семян в бобе, как правило, 1-2.

Семена нута слегка угловатые, характеризуются наличием носика, поверхность морщинистая или гладкая. Различают три формы семян: угловатую, округлую и промежуточную. Цвет поверхностной оболочки семян может быть белым, жёлтым, розовым, серым, зелёным, коричневым, даже пёстрым. При влажных условиях выращивания цвет кожуры семян имеет более тёмный оттенок, а при сухих – светлый. Семядоли обычно жёлтые с разной интенсивностью окраски. Масса 1000 семян колеблется от 60 до 700 г. Сорты по размеру семян делят на три группы: мелкосеменные – до 200 г, среднесеменные – 200-350 г, крупносеменные – более 350 г (Н. Шаповалова, 2017).

1.2 Биологические особенности нута

Требования к температуре. Нут более требователен к теплу, чем другие зернобобовые, особенно в период цветения и созревания, вследствие чего он имеет широкое распространение в зонах с засушливым климатом. Он устойчив к заморозкам, семена нута начинают прорастать при температуре 3-4°C, Оптимальная температура, при которой появляются всходы 16-18°C. Для формирования генеративных органов требуется температура воздуха 17-21°C. Сумма активных температур для скороспелых сортов составляет 1200-1600°C, для среднепоздних – 1600-2000°C.

Требования к влаге. Для набухания и прорастания семена нута требуют разное количество воды (110-120%) от массы семени, что зависит от их размера и химического состава. Хорошо развитая корневая система глубоко проникает в почву и снабжает его влагой, а опушение стебля и листьев предохраняет растение в период жары и суховея. Нут хорошо переносит почвенную засуху и мало поддается действию атмосферных засух (Г.В. Метлина и др., 2018).

Высокая засухоустойчивость нута объясняется большим содержанием связанной воды в тканях растений, высоким осмотическим давлением клеточного сока. Нут обладает биологической особенностью – в период засухи приостанавливает свой рост, а при наступлении благоприятных условий возобновляет его и при достаточном количестве тепла обеспечивает хорошую урожайность (А.Г. Ванифатьев, 1981).

Наибольшая потребность во влаге у растений нута приходится на начальный период вегетации: при набухании семян, листообразовании и закладке генеративных органов (А.Ю. Лёвкина и др., 2018). Критический период по потребности во влаге и тепле у нута наступает в период всходы-цветение, когда формируется его потенциальная продуктивность.

Требования к почве. Нут неприхотлив к почвам, что даёт возможность возделывать его во всех почвенных зонах Ростовской области. Реакция почвенного раствора должна быть нейтральной или слабощелочной (рН 6,8-7,4). Малопригодными почвами для нута являются тяжелосуглинистые, кислые, заболоченные почвы. В повышении качества зерна нута ведущая роль принадлежит элементам питания, поглощаемых растениями в большом количестве: азоту, фосфору, калию. Критическая фаза по отношению к элементам питания – это фаза ветвления и бутонизации.

Благоприятное влияние оказывают соли кальция и магния, так как действие кальция связано с устранением кислой среды и изменением реакции клеточного сока растений (З.Ш. Нугаева, 1982; Т.А. Бухориев, 1977). Установлено, что микроэлементы (бор, молибден) способствуют не только нормальному росту растений, но и усиливают азотфиксирующую активность бактерий внутри клубенька (З.Ш. Нугаева, 1992).

Требования к свету. Потребность в освещённости в различные фазы развития нута неодинакова: в начале вегетации он лучше переносит затенение, чем в более поздние периоды жизни. В условиях длинного дня нут быстрее развивается, скорее зацветает и обильнее плодоносит. Однако, П.П. Вавилов и др. (1983) считают, что большинство сортов нута не отзываются на продолжительность дня.

Вегетационный период нута составляет 80-120 суток в зависимости от сорта и условий выращивания. Нут по фотопериодической реакции относится к культурам долгого дня, поэтому при позднем посеве фазы вегетационного периода растений сокращаются и, соответственно, уменьшается урожай.

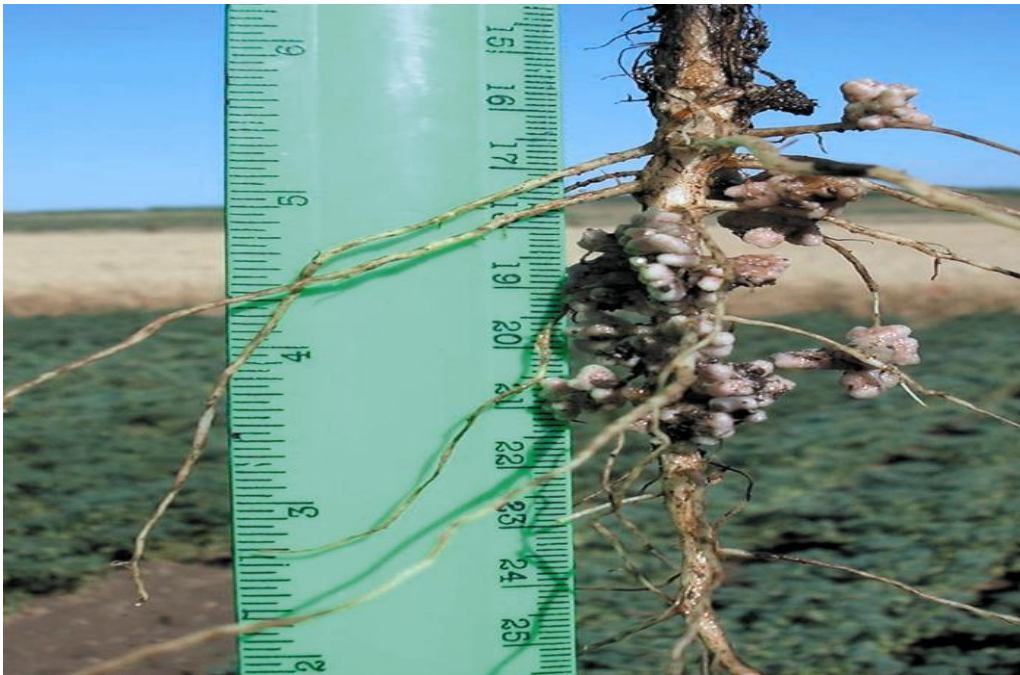


Рисунок 2 – Образование клубеньков на корневой системе нута

В производстве при возделывании нута пользуются общими для культуры агротехническими приёмами. Однако каждый сорт, имея общие закономерности в развитии с другими сортами, очень часто обладает свойствами, присущими только ему. Поэтому большое значение при внедрении новых сортов в производство имеет сортовая агротехника, которая даёт возможность наиболее полно проявиться потенциальным возможностям сорта.

1.3 Место в севообороте

Нут нетребователен к предшественникам. Главное условие при размещении культуры – слабая засорённость участка и отсутствие многолетних корневищных сорняков. Нут практически не имеет общих болезней и вредителей с зерновыми культурами, которыми, как правило, насыщены зерновые севообороты, обладает высокой устойчивостью к гороховой зерновке. Кроме того, в таких севооборотах проблемой являются злаковые сорняки. Так как нут является не злаковой, а широколиственной культурой, его включение в севооборот позволяет более эффективно бороться с однолетними и многолетними злаковыми сорняками (А. Орлов, 2020).

Благодаря всем этим уникальным качествам нута, заменив пар этой культурой, мы имеем возможность, увеличить продуктивность зернового севооборота в острозасушливых условиях и использовать землю с максимальной эффективностью.

Кроме того, нут – прекрасный предшественник, урожайность озимой пшеницы после нута такая же, как и после пара, а иногда и выше. Главный критерий, обуславливающий урожайность последующей после нута культуры – это уровень развития клубеньков (А. Орлов, 2020; С.О. Лавренко, Н.Н. Лавренко, 2014; Гончар Л.Н., Щербакова Е.Н., 2014).

Нут рано освобождает поле и поэтому создаёт благоприятные условия для подготовки почвы и накопления влаги, поэтому его целесообразнее всего размещать в звене севооборота «озимая пшеница – нут – озимая пшеница», которое даёт высокий экономический эффект. При наличии возбудителей аскохитоза и фузариоза культуру следует размещать на одном и том же поле не ранее чем через 3-4 года (Производство нута: реферат, 2014) .

Для ландшафтных систем земледелия севообороты разрабатываются с учетом агрономически целесообразного размещения культур по предшественникам, сроков возврата на поле в процессе ротации, адаптивности культур к конкретным почвенно-климатическим условиям, а также биологической и техногенной возможности получения наибольшего агрономического и хозяйственного эффекта.

В адаптивно-ландшафтном земледелии области различные типы и виды севооборотов должны занимать земельные массивы в зависимости от характера рельефа и, прежде всего, от потенциальной возможности проявления эрозионных процессов. Массивы с уклоном не круче 1-1,5° с несмытыми или слабосмытыми почвами следует отводить под полевые севообороты с чистым паром и пропашными культурами. При крутизне склонов до 3,5-4° ведущее место в структуре посевов должны занимать культуры сплошного сева, а пропашные и пар возможны при контурно-полосном их размещении в сочетании с комплексом противоэрозионных агротехнических мероприятий. На склонах крутизной 5-8° с сильно смытыми почвами необходимы специальные почвозащитные севообороты с повышенной долей многолетних трав в сочетании с комплексом почвозащитных мероприятий и сооружений. Создать совершенно равные условия по влиянию предшественников на культуры севооборота

невозможно. Наиболее ценные в хозяйственном отношении и урожайные культуры размещаются по лучшим предшественникам. Это повышает продуктивность севооборотов в целом. (Зональные системы земледелия Ростовской области, 2012).

Севооборот – агротехнологическое формирование, предусмотренное на длительный срок использования. Каждая ротация, как правило, длится столько лет, сколько полей в севообороте, а агрономическую стабильность он приобретает, начиная со второй ротации. Поэтому никакие временные изменения структуры посевов, в том числе и потребности в кормах из-за временного сокращения поголовья в животноводстве, не могут служить причиной изменения севооборотов, запроектированных на оптимальное развитие отрасли. Вместе с тем на период ее восстановления можно временно изменять конструкцию севооборотов с тем, чтобы при полной стабилизации им можно было бы вернуть первоначальное соотношение и чередование культур (возможно и путем введения переходных таблиц) (Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005).

Ниже приводятся наиболее типичные схемы полевых и специальных севооборотов для ландшафтных систем земледелия, на основе которых могут быть созданы иные модификации, необходимые для производства земледельческой продукции и пригодные в конкретных условиях.

Полевые севообороты:

1. Пар чистый, 2. Озимая пшеница, 3. Просо, 4. Кукуруза на силос, 5. Озимая пшеница, 6. Нут, 7. Озимая пшеница, 8. Кукуруза на зерно, 9. Ячмень, 10. Подсолнечник.

Почвозащитные севообороты:

1. Нут; 2. Озимая пшеница; 3. Ячмень с подсевом многолетних трав; 4. Многолетние травы; 5. Многолетние травы; 6. Озимая пшеница; 7. Кукуруза на силос; 8. Озимая пшеница.

Почвозащитная роль севооборотов проявляется в двух аспектах: создание специальных почвозащитных севооборотов, которые следует вводить на массивах, подверженных действию водной эрозии и дефляции почв, и второй – наделение почвозащитными свойствами обычных по конструкции полевых и кормовых севооборотов. В первом случае речь идет о создании специальных почвозащитных севооборотов с набором культур и технологией их возделывания, максимально препятствующих возникновению эрозионных процессов. Во втором – об органи-

зации комплекса почвозащитных мероприятий в обычных по содержанию севооборотах – в первую очередь полосного размещения культур при контурно – ландшафтной организации территории и противоэрозионной технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

Необходимость этого вызывается более высокой продуктивностью и большим ассортиментом земледельческой продукции севооборота. Это осуществляется, прежде всего, за счет пропашных культур, возможность возделывания которых, в отличие от севооборотов почвозащитных, здесь сохраняется. Сохраняется здесь и паровое поле, но надежно защищенное от эрозионных процессов, что также весьма важно в засушливой зоне (Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005).

1.4 Приемы подготовки почвы под нут

Обработка почвы – одна из основных технологических операций в земледелии. Главная задача ее состоит в создании оптимальных условий для возделывания сельскохозяйственных культур. Установлено, что рациональная система обработки почвы в севооборотах способствует сохранению и повышению почвенного плодородия. Необходимые строение и агрегатный состав обрабатываемого слоя обеспечивают благоприятные водный и питательный режимы, а также улучшение аэрации почвы и ее тепловых свойств. Задачей обработки почвы является также уничтожение сорной растительности и улучшение фитосанитарного состояния поля (Плескачѳв Ю.Н., Антонникова С.Е., 2013).

Одним из центральных вопросов обработки почвы практически во всех сельскохозяйственных зонах области, особенно в восточной, является накопление и рациональное использование почвенной влаги, что в значительной степени зависит от структуры посевов, чередования культур в севообороте и выбора наиболее оптимальной системы обработок в течение ротации.

Наряду с созданием условий оптимальной влагообеспеченности, основной обработкой почвы решаются вопросы создания пахотного слоя с наиболее благоприятным в агрономическом плане строением, обеспечивающим в конкретных почвенно-климатических условиях наиболее благоприятную ситуацию для возделывания культур. Обработка

почвы, а тем более глубокая, обеспечивает заделку органических и минеральных удобрений, стерневых и корневых остатков предшествующих культур. И, наконец, с помощью обработки почвы создаются благоприятные условия для прорастания семян сельскохозяйственных культур, нормального формирования корневых систем и развития растений в целом.

При этом следует отметить, что далеко не все даже самые актуальные вопросы обработки почвы решены полностью в теоретическом и практическом аспекте. Основной из них – это вопрос о способах и глубине обработки почвы. За последние десятилетия набрался достаточный экспериментальный материал, но далеко не весь он в должной мере проанализирован, и главное, далеко не во всех случаях получены объективные выводы и даны рациональные рекомендации (И.Н. Листопадов, 2005).

Обработка почвы под нут – обычная для ранних яровых культур: один-два дискования предшественника, глубокая пахота зяби, чизельная и комбинированная обработка, осеннее выравнивание и ранневесеннее закрытие влаги или предпосевная культивация.

Очень важно сразу же после уборки предшественника провести дискование стерни, что способствует сохранению влаги, уничтожению вегетирующих сорняков и провоцирует прорастание семян сорняков. При засорении многолетними корневищными сорняками поле два-три раза дискуют под разными углами через 10-15 дней. Через две-три недели после последнего дискования пашут на зябь (Производство нута: реферат, 2014).

Экспериментально доказано, что увеличение глубины вспашки почвы с 13,5 до 27 см повышало урожай зерна нута на 36,2%. Глубокая вспашка разрыхляет почву, при этом создаются благоприятные условия для накопления влаги, хорошей аэрации и развития клубеньковых бактерий, от которых существенно зависит продуктивность культуры. Кроме того, более рыхлая почва создает благоприятные условия для развития корневой системы нута, росте растений и формировании урожая зерна (Будилов А.П., 2013).

Обработку почвы под нут следует проводить с учетом предшественника, почвенно-климатических условий, степени засоренности поля и видового состава сорняков. Применяются разные способы основной

обработки почвы под нут и орудия разной энергоёмкости. После уборки предшествующей культуры проводили лущение стерни дисковыми боронами БДН-3 или дискаторами последних модификаций в два следа. В наших исследованиях при возделывании нута на плакорных землях изучалось три способа основной обработки почвы: отвальная вспашка на 25-27 см (контроль); комбинированная обработка, включающая поверхностную обработку на 14-16 см в сочетании со щелеванием на 40-45 см и поверхностная обработка на 12-14 см (А.В. Гринько и др., 2019) (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели затрат при использовании разных орудий для подготовки почвы под нут

Орудие	Затраты труда, нормо-смена	Расход топлива, кг/га	Энергоёмкость, МДж/га
Отвальный плуг ПЛН-5-35	6,6	32,5	2320
Чизельный плуг ПЧ-4,5	11,1	17,5	1643
Щелерез ЩН-2,8	13	10	1286
Дисковая борона БДН-3	10	8,4	1033

Проведённые расчёты показали, что из трёх изучаемых способов основной обработки почвы наименьшие энергетические затраты имеет комбинированная обработка, включающая поверхностную обработку на 14-16 см в сочетании со щелеванием, энергоёмкость которой составила 2319 МДж/га против 3353 МДж/га при отвальной и 2676 МДж/га при чизельной обработке.

Более четырех десятилетий решается не всегда объективный спор о том, какая обработка предпочтительнее – вспашка или безотвальное рыхление. Второй спорный вопрос – о том, какая глубина основной обработки почвы предпочтительнее. Диапазон суждений немалый – от сверхглубокой обработки специальными плугами с почвоуглубителями до «нулевой» обработки (прямого посева). Нередко и тот, и другой способ расцениваются как универсальные, пригодные для любой агрономической ситуации – с чем подчас весьма трудно согласиться.

Способы и глубина обработки почвы тесно связаны с основными показателями почвенного плодородия, в первую очередь – с водным режимом как в непосредственно обрабатываемом слое почвы, так и в

слоях, расположенных глубже. Вопрос о том, насколько более глубокая обработка способствует большему накоплению и лучшему сохранению влаги в течение длительного периода был предметом многочисленных и различных по содержанию исследований, проведенных на юге России, в том числе и в Ростовской области. Причем, результаты проведенных экспериментов, как правило, различались довольно существенно, поскольку исследования велись в различных почвенных условиях, в годы с разным количеством и распределением атмосферных осадков, да и сами опыты были конструктивно неодинаковы. Кроме того, в основном изучалась эффективность обработки при возделывании той или иной сельскохозяйственной культуры и значительно реже – система обработки почвы в севообороте.

Ряд исследователей считали, что углубление пахотного слоя существенно влияет на улучшение водного режима почвы. Увеличение глубины вспашки с 20-22 до 28-30 см позволило повысить запас влаги в метровом слое почвы на 2 %, что обеспечило дополнительные 350 м³ воды на каждый гектар (И.Н. Листопадов, 2005).

Наиболее полно и объективно, на наш взгляд, эти вопросы для засушливой зоны южных регионов страны отражены в работах Н.Н. Бородина (1976), А.И. Шабаева (2001).

По данным ряда исследований, наиболее благоприятные условия для возделывания сельскохозяйственных культур в полях севооборотов обеспечивает разноглубинная обработка почвы. Причем, соотношение обработок различной глубины, как и способ их выполнения, зависят от почвенно-климатических условий, набора сельскохозяйственных культур и конкретных агрономических задач. Особую сложность приобретает обработка почвы в аридных условиях, в местах проявления водной и ветровой эрозии почв, а также обработка почв с крайними значениями в ту или другую сторону их гранулометрических параметров (С.О. Лавренко, Н.Н. Лавренко, 2014).

Длительные исследования способов и глубины обработки почвы в зонах черноземов обыкновенных и черноземов южных осуществлены на Дону Н.Н. Бородиным (1976), который указал на необходимость разноглубинной обработки почвы в севооборотах и возможность сокращения глубоких обработок до одной – двух в десятипольном севообороте, выполняя их при подготовке парового поля и поля под посев пропашных культур.

На повышенную засоренность посевов после плоскорезной, поверхностной обработок и даже мелкой вспашки указывают результаты большого числа исследований, проведенных в разных регионах Юга России и в Ростовской области. Их авторы считали, что применение периодической вспашки в севооборотах необходимо проводить не только ради поддержания однородного верхнего слоя почвы, но и с целью снижения засоренности посевов и повышения урожайности сельскохозяйственных культур (Гаевая Э.А., Тарадин С.А., Васильченко А.П., 2017).

Анализ экспериментального материала позволяет сделать заключение о том, что в ряде случаев преимущество имеет глубокая обработка почвы. В условиях недостаточной влагообеспеченности и вероятности дефляционных процессов более целесообразна мелкая и поверхностная обработка. И в том, и в другом случае в зависимости от конкретных условий и глубокая, и мелкие обработки могут быть выполнены и в отвальном, и в безотвальном вариантах.

Вместе с тем результаты большей части проведенных исследований указывают на преимущество в создании оптимальных условий для возделываемых культур разноглубинной обработки почвы, тем более, если при ее выполнении имело место рациональное сочетание отвальных и безотвальных вариантов.

1.5 Сроки и способы посева, нормы высева семян

Непосредственно перед севом семена обрабатывают препаратом клубеньковых бактерий, (инокулянтами), содержащими характерные для нута азотфиксирующие бактерии, что повышает урожай на 20-30% (Будилов А.П., 2013) Благодаря бактериям в таких клубеньках, растения нута могут фиксировать азот из воздуха, использовать его для своего роста и развития и накапливать его в почве, повышая урожайность следующей культуры в севообороте. При наличии хороших клубеньков нут даёт на 40-60% большую урожайность в сравнении с нутом без клубеньков (А. Орлов, 2020; А.В. Балашов, 2009; В.Б. Енкен, Р.Л. Митюкевич; 1985).

В зоне недостаточного увлажнения, где расположена Ростовская область, главным лимитирующим фактором формирования урожайности нута является влага. Ранее отмечали, что семена нута при прораста-

нии поглощают более ста процентов воды по отношению к своему весу. Поэтому большое значение имеют оптимальные сроки посева. Минимальная температура прорастания семян нута 6-8°C, оптимальная – 15-18°C. Нут, как правило, сеют после ранних зерновых культур, когда почва на глубине заделки семян прогреется до 5-6°C. В этот период в почве сохраняются значительные влагозапасы, накопленные за осенне-зимний период, которые способствуют нормальному прорастанию семян (Е.Н. Гудинова и др., 1982).

Сеют нут в самые ранние сроки, так как это очень холодостойкая культура. Нут выдерживает кратковременные заморозки до –4–6°C (А Орлов, 2020). Однако при посеве в холодную непрогретую почву он долго прорастает и медленно развивается. При ранних сроках сева рекомендуется высевать семена на глубину не более 5 см, так как посев в ранние сроки глубже 5 см может привести к гниению семян и снижению полевой всхожести до 50%. При достаточном увлажнении глубина заделки семян составляет 3-5 см, при среднем – 9-10 см.

Для посева нута можно использовать самые различные сеялки, от обычных, зерновых сеялок до посевных комплексов по системе No-Till. Главное чтобы сеялка позволяла правильно выдержать глубину и норму высева и не травмировала семена при посеве (А. Орлов, 2020). При высева сеялками типа СЗ-3,6 необходимо применять верхний высев семян. Эффективным мероприятием для получения равномерных и дружных всходов, особенно в засушливых условиях, является прикатывание кольчато-шпоровыми катками. Важным условием получения дружных всходов является равномерная заделка семян на одинаковую глубину и во влажный слой почвы (Будилов А.П., 2013). Глубина заделки семян зависит от влажности почвы. Семена для набухания и прорастания потребляют 140-160 % влаги от их массы (Производство нута: реферат, 2014).

Нут, возможно, высевать как рядовым способом с шириной междурядий 15 см, что рекомендуется на очищенных от сорной растительности полях, так и широкорядно, с шириной междурядий 45 и 70 см. Густота стояния растений – главный фактор рационального использования влаги, пищи и света. Одним из важных элементов технологии возделывания нута является норма высева семян, которая зависит от выбранного способа посева. Так, при рядовом способе она варьирует от 0,6 млн шт./га до 1,0 млн./га всхожих семян, а при широкорядном – от 0,2 до 0,4 млн шт./га.

1.6 Применение удобрений

Биологические особенности нута позволяют хорошо использовать последствие минеральных и органических удобрений, фиксировать молекулярный азот воздуха в симбиозе с азотфиксирующими бактериями, усваивать труднодоступные формы фосфора за счет микоризообразующих грибов (Н. Шаповалова, 2017; А.Г. Ванифатьев, 1981).

Нами установлено, что 1 тонна основной и побочной продукции нута сорта Донплаза в среднем выносит из почвы 52 кг азота, 21 кг фосфора и 49 кг калия. Потребность в азоте при благоприятных условиях удовлетворяется за счёт клубеньковых бактерий, однако в большинстве почв Ростовской области отсутствует аборигенная азотфиксирующая микрофлора, способная вступать в симбиотическую связь с корневой системой нута, поэтому при отсутствии инокуляции необходимо применение минерального азота.

Фосфорные и калийные удобрения рекомендуется вносить под основную обработку (хотя допускается и весеннее внесение), азотные – под предпосевную культивацию, или в подкормку.

1.7 Система почвозащитных мероприятий

Переход на ландшафтное земледелие на большей части территории южных регионов необходим, прежде всего, потому, что эрозионные процессы, негативно сказываясь на почвенном плодородии, снижают производство сельскохозяйственной продукции. На Юге России даже в относительно «спокойные» в эрозионном отношении годы недобор сельскохозяйственной продукции составляет не менее 3 млн. т. в пересчете на зерновые единицы (Василько В.П. и др., 2016).

Система почвозащитных мероприятий на склоновых землях включает агротехнические приемы и почвозащитную организацию территории (Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005; Е.В. Полуэктов, М.В. Техина и др., 2002).

К агротехническим приёмам относятся: почвозащитная обработка и способы посева, удобрения, создание кулис, мульчирование, снегозадержание и др. Ведущее место среди них занимает обработка почвы.

Она регулирует водно-физические свойства почвы, от которых зависит объем стока талых и дождевых вод, смыв почвы. С помощью основной обработки можно повысить водопроницаемость почвы, создать на полях водозадерживающий микрорельеф, придать поверхности пашни с помощью безотвальной обработки более устойчивое к эрозии состояние, рассеять поверхностный сток. Большинство из этих приёмов являются влагосберегающими, с их помощью задерживают осадки на месте выпадения, переводят их в более глубокие слои почвы, уменьшают испарение (Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005; Д.Д. Германюк, 1976; В.М. Сахоров, 1976).

Агротехнические приёмы, направленные на защиту почв от эрозии, делятся на общие и специальные. Общие приемы обработки почвы те, для проведения которых не требуется специальная техника: отвальная, плоскорезная, чизельная вспашка, различные виды минимальных обработок, культивация, посев поперек склона или по горизонталям рельефа, выбор необходимой глубины обработки почвы, исключение операций, связанных с выравниванием поверхности почвы при проведении поздних осенних обработок (Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005; В.Н. Дьяков, 1984).

Для обеспечения максимального задержания осадков на месте их выпадения необходимы специальные агротехнические приемы:

- приемы, направленные на создание противозерозионного микрорельефа на поверхности пашни (лункование, прерывистое бороздование, создание микролиманов, обвалование);
- приемы, придающие поверхности пашни устойчивую поверхность (микрокулисная обработка, мульчирование, сохранение на поверхности почвы пожнивных остатков);
- приемы, обеспечивающие задержание снега на полях (посев кулис, поделка снежных валиков, полосное уплотнение).

Исследования, проведённые на эрозионно-опасных склонах приазовской зоны Ростовской области позволили достаточно точно установить водозадерживающую способность всего набора почвозащитных агротехнологических мероприятий. Согласно полученным данным величина задержанного стока ограничивается 20-25 мм, что соответствует 30% величине превышения стока талых вод и характерно для половины территории области (Ильинская И.Н., Тарадин С.А. и др., 2019). Задер-

жание стока обеспечивается контурно-полосным размещением культур и чизельной обработкой почвы (Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005).

Такие агротехнические приемы являются сравнительно дешёвыми и легкодоступными из всей системы почвозащитных мероприятий, так как выполняются одновременно с одной из технологических операций в процессе возделывания культуры; задерживают осадки на месте их выпадения, способствуя тем самым дополнительному накоплению влаги в почве, что особенно важно в районах с дефицитом увлажнения; не усложняют проведение уходовых работ и не мешают проведению других технологических операций.

В системе почвозащитных мероприятий одним из важных элементов является *противоэрозионная организация территории на основе контурно-полосного размещения культур и агрофонов*.

Суть данного приёма заключается в том, что поле занимается не одной культурой, а двумя, и размещаются они не сплошными массивами, а чередуются между собой отдельными лентами-полосами шириной от 50 до 100 м, в зависимости от крутизны склона. Чередование культур и агрофонов проводится так, чтобы в полосах сменяли друг друга рыхлая и уплотненная пашня. В летний период одни полосы должны занимать эрозионно устойчивыми культурами сплошного сева (озимые, однолетние и многолетние травы и другие), а другие – эрозионно-неустойчивыми (чистый пар или пропашные культуры). Основная особенность этого мероприятия, выгодно отличающегося от других почвозащитных мер, заключается в том, что при его проведении не требуется специальных машин и каких-либо существенных изменений в приёмах обработки почвы и технологии возделывания сельскохозяйственных культур (Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005; Л.В. Кирейчева и др., 1994).

Результаты исследований показали, что контурно-полосное размещение культур противостоит развитию процессов эрозии, как в период стока талых вод, так и во время выпадения ливневых дождей. Защита почв от смыва осуществляется за счет разновременности таяния снега в полосах, различных водно-физических свойств почвы, использования противоэрозионной функции растительного покрова, высеваемых в полосах культур, а также создания на границах полос в процессе их обработки валов с широким основанием.

Учёт талого и дождевого стока при сплошном и полосном размещении рыхлой и уплотненной пашни показал, что в годы слабой его интенсивности (до 15 мм) количество талой или дождевой воды, которое стекало с полос посева, поглощалось полосами зяби в полном объёме. При большом объёме стока полосное размещение культур позволяет задерживать до 20 мм стока талых вод. Этому способствуют валы с широким основанием на границах полос. Образуются они в результате вспашки, которая производится только вдоль полос и в развал. Валы с широким основанием не мешают нормальной работе, почвообрабатывающих и посевных агрегатов, но преграждают путь потокам талой и дождевой воды.

В зависимости от крутизны склона и культур, высеваемых в полосах ширина агрополос рекомендуется от 50 до 100 м (Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005). Если поле, разбиваемое под полосы, не будет засеиваться осенью, то в данном случае на нем могут чередоваться полосами различные виды обработки почвы – отвальная и безотвальная.

В целом степень возможности зарегулировать сток и смыв почвы зависит от ряда факторов, среди которых площадь водосбора, крутизна и длина склона, объем талой и ливневой воды, а также эффективность противоэрозионных мероприятий агротехнического, лесомелиоративного, гидротехнического содержания, которые применяются в дополнение к контурно-ландшафтной организации территории. Разбивку склона следует проводить так, чтобы стороны полос были по возможности параллельны – это необходимо для нормальной работы тракторных агрегатов. Крутые повороты необходимо сглаживать, но так, чтобы отклонение от горизонтали не превышало 2° на расстоянии 50 м (В.П. Василько и др., 2016; М.И. Лопырев, 1988; М.И. Лопырев, Е.И. Рябов 1989).

Для предотвращения водной эрозии на пашне полосное размещение необходимо начинать с при водораздельной части и заканчивать подножием склона.

В условиях эрозионной опасности агрономическая необходимость в паровом поле не только не прекращается, но, наоборот, усиливается в связи с тем, что водный и пищевой режимы здесь менее благоприятны, чем на зональной почве не подверженной эрозии. Но чистый пар – наиболее уязвимое в эрозионном отношении поле и он должен быть надежно защищен (А.Е. Мищенко, А.В. Мищенко, 2017).

Реальным способом сохранения парового поля в севооборотах на эрозионно-опасных склонах – это введение пара занятого эспарцетом, донником или однолетними культурами с ранними сроками уборки. В средние и благоприятные по влагообеспеченности годы занятый пар мало уступает чистому пару по сохранению запасов продуктивной влаги, а по эрозионной устойчивости значительно превосходит его.

При контурно-полосном размещении чистого пара и эрозионно-устойчивых культур на склоне крутизной до 3,5-4° (а их в области более 2 млн. гектар) сток 10-процентной обеспеченности (около 50 мм) сокращается вдвое, а с применением влагонакопительных мероприятий в технологии ухода – почти втрое.

Наибольший эффект в предотвращении стока воды и смыва почвы обеспечивается при чередовании полос эрозионноустойчивых культур пашня под которыми уплотнена с культурами (или чистым паром), обладающими рыхлой пашней с высокими водопоглощающими свойствами. Так, при крутизне склона до 3,5-4° размещение полос озимой пшеницы с полосами обычной зяби сокращает сток на 27%.

Усиление комплекса поздней гребнистой зябью, щелеванием почвы и образованием по границе полос напашных валиков (18-20 см) позволило сократить величину стока на 66%. Дополнительно к этому размещение на линейных рубежах поперек склона противоэрозионных лесных полос обеспечивающих деконцентрацию водного потока уменьшает сток на 83%, а усиление по ложбинам и водотокам простейшими гидротехническими сооружениями – валами – канавами заполненными органикой (в основном, соломой) сток 10-процентной обеспеченности становится возможным зарегулировать полностью. Также полностью этот почвозащитный комплекс способен приостановить разрушение и смыв почвы.

К числу других простейших гидротехнических сооружений противоэрозионного назначения относятся валы-террасы и распылители стока.

Почвозащитный комплекс может включать влагонакопительные агротехнические приемы (щелевание почвы, поделка прерывистых борозд, лунок, микролиманов), а также мульчирование почвы. И то, и другое значительно повышает эффективность комплекса в целом.

Все виды обработки почвы и посев культур на эрозионноопасных склонах при полосном их размещении ведутся только поперек склона, т.е. вдоль полос. Агрономическое правило о необходимости чередова-

ния направления обработок не может быть применено на склоновых землях (М.И. Лопырев, 1988).

Усиление комплекса за счет поздней гребнистой зяби, щелевания почвы и образования по границе полос напашных валиков (18-20 см) позволило сократить величину стока до 66%. Дополнительно к этому размещение на линейных рубежах поперек склона противоэрозионных лесных полос обеспечивает деконцентрацию водного потока и уменьшает сток в сравнении с исходным показателем на 83%, а усиление по ложбинам и водотокам простейшими гидротехническими сооружениями делает возможным полностью зарегулировать сток 10%-й обеспеченности (50-55 мм). При 5%-й обеспеченности стока (120 мм), который в отдельные годы имеет место, предложенная система способна зарегулировать более 80% (около 100 мм) (Василько В.П., 2016).

Предотвращение или снижение до безопасных пределов смыва почвы, как правило, согласуется с величиной стока, поскольку также зависит от чередования в полосах, устойчивых и неустойчивых к эрозии культур и агрофонов, а также применения других компонентов почвозащитного комплекса (Лопырев, Е.И. Рябов 1989).

Защита эрозионноопасных склонов позволяет не только получить урожай возделываемых в севооборотах культур, но и в значительной мере сохранить параметры почвенного плодородия. Последнее особенно важно, поскольку является неотъемлемым условием осуществления ландшафтного земледелия, разработки и освоения севооборотов для новых систем ведения отрасли.

Контурно-ландшафтная организация территории с полосным размещением культур на эрозионноопасных склонах позволяет влагу атмосферных осадков как при таянии снега, так и во время летних ливней из фактора разрушительного превратить в фактор созидательной. В стационаре по изучению севооборотов на не зарегулированном склоне крутизной до 3,5-4° средний годовой сток талой воды составили 34,4 мм и смыв почвы – 18,5 т/га. На основной части склона с контурно-ландшафтной территории, показатели стока и смыва почвы были значительно меньшими (А.Е. Мищенко, А.В. Мищенко, 2017; И.Н. Листопадов, Д.С. Игнатъев, 2010).

В севообороте с 40% многолетних трав в структуре посевов отмечена наибольшая эрозионноустойчивая – смыв почвы был на 48%

меньше, чем в севообороте без многолетних трав. Способы обработки почвы мало отразились на показателе стока, но существенно повлияли на смыв почвы, который при чизельной обработке был на 18,4 % ниже, чем на обычной зональной. Самый высокий показатель стока воды зарегистрирован на посеве люцерны третьего года жизни, но здесь отмечен наименьший смыв почвы, эрозионные процессы проявлялись незначительно (А.Е. Мищенко, А.В. Мищенко, 2017).

Таким образом, в системе почвозащитного комплекса при возделывании нута на склонах предлагаются следующие мероприятия: контурно-полосное размещение сельскохозяйственных культур и агрофонов; специальные агротехнические приемы (лункование, бороздование, щелевание); полезащитные и стокорегулирующие лесные полосы, усиленные валами-канавами. Противозэрозионные гидротехнические сооружения проектируются в том случае, если остальные элементы почвозащитной системы не в состоянии предотвратить развитие эрозионных процессов на пашне и овражно-балочных землях. На пахотных склоновых землях они выполняют вспомогательную роль по предотвращению концентрации стока и задержанию временных потоков талых и ливневых вод.

1.8 Система защиты растений

Всходы нута очень чувствительны к подавлению сорняками, поэтому следует правильно продумать систему защиты.

В органическом земледелии наиболее распространена безгербицидная технология выращивания нута. Для уничтожения проростков сорняков следует применять одно довсходовое и два послевсходовых боронования. Довсходовое боронование, кроме проростков сорняков, уничтожает также почвенную корку после дождей. Проводят средними зубовыми боронами поперек или по диагонали посевов за 3-4 дня до появления всходов. Первое послевсходовое боронование выполняют на 7-8-й день после появления всходов в фазе 3-5 листочков, когда сорняки находятся в стадии «шильца», а второе – спустя неделю после первого. Боронуют поперек или по диагонали посева, устанавливая зубья борон скошенной стороной вперед. Скорость движения агрегата

5-6 км/ч. Для меньшего травмирования растений послеуборочные боронования проводят в полдень, когда растения менее ломкие (А. Орлов, 2020).

Междурядная культивация нута современным культиватором и использованием GPS – один из лучших методов борьбы с сорной растительностью на более поздних стадиях, когда почвенные гербициды уже не действуют. Он применяется при широкорядном способе посева нута (А. Орлов, 2020).

На сплошных посевах механические методы борьбы с сорной растительностью заканчиваются боронованием (К.С. Артохин, 2004). На широкорядных посевах проводят 2-3 междурядные обработки. Первую осуществляют на глубину 5-6 см с защитной полосой 8-10 см, вторую – через 8-10 дней на глубину 6-8 см. и при необходимости третью – перед смыканием рядков. Междурядная культивация нута проводится стандартным междурядным культиватором (А. Орлов, 2020).

Защита нута от сорняков при помощи гербицидов

До смыкания рядков, небольшие растения нута наиболее чувствительны к повреждениям вредителями и болезнями, а также могут подавляться сорняками. Современная технология выращивания нута предусматривает постоянный мониторинг посевов, а также трех важных моментов – хороший предшественник, внесение смеси почвенных гербицидов и междурядная культивация качественным культиватором. Наилучшим методом борьбы с сорняками является уничтожение их в посевах предшественников (злаковых культур) (А. Орлов, 2020).

Один из этапов борьбы с сорной растительностью – гербицидная обработка препаратом сплошного действия глифосатной группы (Торнадо 540 и др.), которые незаменимы особенно при «нулевой» технологии. Они применяются совместно с почвенным гербицидом до или сразу после посева нута, важнейшая роль им отводится в борьбе с многолетними зимующими сорняками в осенний период, после основной обработки почвы и её выравнивания.

Особенности при организации защитных мероприятий:

1. Злаковые сорняки не представляют проблему для нута и могут уничтожаться любым хорошим граминицидом.

2. Нельзя смешивать на нуте граминициды с любыми другими гербицидами в одной баковой смеси.

3. Против двудольных сорняков можно использовать только почвенные гербициды.

4. Нельзя применять любые ИМІ – гербициды не только на нуте, но и в поле предшественника.

Нут – очень чувствительная культура и неправильное использование гербицидов или завышение нормы даже на 10-15% может привести к гибели урожая, это ведет к деформации растений, пожелтению и карликовости, бобы не формируются, часто наблюдается полная гибель посевов (Н.Ф. Emden, et al., 1988). На посевах нута можно использовать противозлаковые гербициды (хизалофоп-П-этил) по некоторым данным (ICARDA), хороший эффект дает обработка смесью довсходовых гербицидов, действующих на злаковые и двудольные сорняки, непосредственно после посева (например в ICARDA, используют смесь пропизамида и тербутрина). Несмотря на это, необходимо проводить двукратную междурядную обработку (А. Орлов, 2020).

Также возможно применение баковых смесей: Стомп+Гезагард или Стомп+Фронтьер и получают отличные результаты – нут получается чистый от сорняков, в том числе от падалицы подсолнечника.

Болезни нута. Вместе с расширением площадей под нутом увеличивается и спектр болезней, которые становятся крайне опасными и вредоносными. Болезни нута наносят большой вред этой культуре и сильно снижают урожай семян нута, особенно во влажную погоду. Они делятся на неинфекционные и инфекционные (вызываемые патогенными организмами).

Среди инфекционных болезней наиболее распространены:

- корневые гнили нута, фузариоз, фомоз, фитофтороз, белая гниль или склеротиниоз нута, гнили семян нута, аскохитоз, ржавчина, серая плесень или ботритис, вилт, вирусные болезни нута, нематоды, бактериальные болезни.

Самые распространенные заболевания нута – корневые гнили и фузариозный вилт. При наличии болезней – аскохитоза и фузариоза, культуру следует размещать на одном и том же поле не чаще чем раз в четыре года (А. Орлов, 2020).

Для борьбы с болезнями нута, первый этап борьбы – протравливание семян и своевременное опрыскивание посевов нута фунгицидами (Н.Н. Вошедский, 2005; Р.А. Липичанская, 2007).

Во влажную погоду или при повреждении вредителями, резко возрастают риски загнивания семян нута, поэтому рекомендуются обработки фунгицидами и инсектицидами вегетирующих растений нута (рисунок 3).

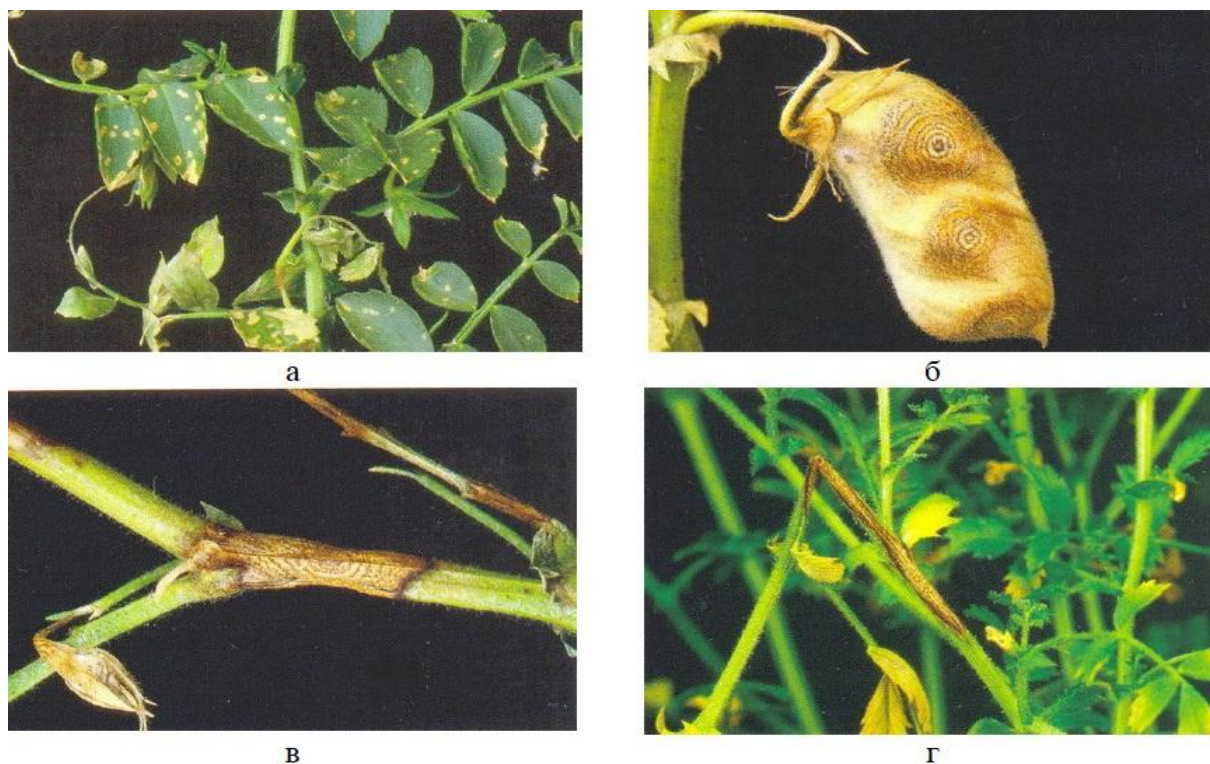


Рисунок 3 – Поражение аскохитозом различных частей растений нута: (*Ascochyta rabiei* Labr.): а – на листьях; б – на бобах; в, г – на стеблях

Аскохитоз очень распространен в районах выращивания нута и является одной из наиболее вредоносных болезней в зонах с умеренным климатом. Возбудителем болезни является микоспоровый гриб *Ascochyta rabiei* (Pass.) Labrousse. Резкое снижение площадей выращивания нута в степных засушливых регионах в шестидесятые годы XX века, как раз и было связано с эпифитотией аскохитоза, который в связи с отсутствием устойчивых сортов почти полностью уничтожил урожай (А. Орлов, 2020).

При благоприятных условиях для развития аскохитоза, потери урожая могут достигать 100%. Основными источниками инфекции являются пораженные семена, в которых находится грибница патогена и растительные остатки, на которых сохраняются пикниды. Аскохитоз нута развивается более интенсивно при длительной прохладной и дождливой погоде.

Особенность действия патогена в том, что он сначала убивает живые клетки надземных органов растения, а затем омертвевшие ткани использует для своего питания.

В условиях высева зараженных семян в почву – поражается точка роста молодых растений, при этом всходы часто погибают или на них образуются слабо развитые боковые малопродуктивные побеги. На таких побегах бобы обычно не формируются, а если они и образуются, то содержат щуплые семена.

Первые симптомы аскохитоза появляются на стеблях, листьях и бобах. Сначала в виде светло-зеленых округлых или продолговатых пятен, которые со временем становятся серыми, серо-бурыми с бурой каймой, иногда с узким темным ободком. При значительном поражении листочки желтеют, увядают и опадают. Пятнистость на стеблях может привести к их переломам, в результате чего верхушки пораженных побегов увядают (А. Орлов, 2020).

Патоген (*Ascochyta rabiei* Labr.) в местах пятен формирует концентрические круги темно-коричневых или черных пикнид диаметром 62-212 мкм (Болезни нута и меры борьбы с ними, 2017). Пикноспоры одноклеточные, редко двуклеточные, цилиндрические или яйцевидные, размером 6-16 × 3,4-5,6 мкм. Гриб имеет также сумчатую стадию – *Mycosphaerellarabiei* Kovacz., Так относят его к семье *Mycosphaerellaceae*, порядка *Dothideales*. *M. rabiei* формирует шаровидные псевдотеции (90-180 мкм в диаметре) с цилиндрическими сумками (65-85 × 9-10 мкм), в которых беспорядочно расположены двуклеточные сумкоспоры (13-14 × 5-6 мкм). Существуют данные, что аскохитоз на нуте может вызывать также и *A. pisi* Lib.

Пикноспоры возбудителей аскохитоза бобовых культур начинают прорастать и могут поражать растения при влажности воздуха выше 90% и температуре выше 4°C. Однако интенсивное развитие болезни наблюдается в период обильных дождей при температуре воздуха 20-25°C. При таких условиях пикниды обильно выделяют пикноспоры, которые легко переносятся ветром и капельками дождя на здоровые растения и вызывают их заражения.

Инкубационный период болезни зависит от температуры и вида патогена, для *A. pisi* он равен 6-8 суткам при температуре 20-25°C, а для *A. rabiei* 2-4 суткам. Чередование влажной и сухой погоды сдерживает

развитие аскохитоза, а при температуре выше 35°C его действие совсем прекращается. Патоген в виде грибницы часто проникает в семена довольно глубоко (до 2,5-3,2 мкм), чем в отдельных случаях можно объяснить неполную эффективность протравливания семян.

На растительных остатках грибы хранятся в виде пикнидиального спороношения, некоторые в сумчатые стадии, грибницы и аскоспор. Последние могут находиться в почве длительное время (3-4 года) и быть первоначальной причиной возникновения болезни при отсутствии патогена на семенах. Гриб в течение всей вегетации сохраняет способность поражать молодые, жизнеспособные части растений – листья, черешки, плодоножки и створки завязи и зеленых бобов. В полевых условиях первичное поражение проходит в ранние фазы. Всходы или молодые растения обычно погибают, однако становятся источником повторного поражения. К фазе цветения и образования плодов в посевах накапливается большое количество инфекции в виде опавших пораженных листьев и черешков листьев. В фазе образования плодов, и в начале созревания наблюдается наибольшее развитие болезни (А. Орлов, 2020).

Нередко семена на пораженных аскохитозом посевах нута, образуются щуплые и имеют меньшую энергию прорастания и всхожесть. Развитие болезни сдерживает созревание растений. В зависимости от степени развития болезни, всхожесть семян снижается в 2-3 раза, недобор урожая составляет 20-25, а иногда и 40-60%. Также качество урожая значительно снижается, пораженные семена нута реализовать становится очень проблематично. Внесение под бобовые культуры увеличенными нормами калийные или калийно-магниевые удобрения (калий-магнезия) уменьшают уровень распространения и вредоносность аскохитоза в 1,5-4,5 раза (А. Орлов, 2020).

Основными методами борьбы с аскохитозом нута, являются:

- использование чистых от аскохитоза семян, осмотр семенных посевов;
- протравливание семян;
- обработка фунгицидами во время вегетации растений.

Опыт выращивания нута в последние годы позволил оценить значимость в общей технологической схеме приема фунгицидной обработки вегетирующих растений, особенно до начала цветения или в начале формирования бобов.

Фунгицидные обработки являются наиболее эффективным методом борьбы с болезнями. Чем раньше будет выявлена болезнь, тем более эффективной будет борьба с ней. Сложность в том, что ранние симптомы некоторых грибковых болезней достаточно трудно увидеть, а распространяться внутри растения болезнь может уже в течение 10 дней к моменту появления первых признаков. Бороться уже будет трудно. Если на начальных этапах развития нута наблюдается холодная и дождливая погода, то применять фунгицидные обработки на нуте по защите от болезней мы рекомендуем профилактически, не дожидаясь признаков проявления аскохитоза. Первую обработку нужно проводить, когда растение не достигло 10 см или в фазу от 5 узлов. Опыты применения показали, что самый длительный период защиты от болезней после фунгицидной обработки составляет максимум 18 дней, и если по истечении данного периода погода не наладилась, необходимо произвести повторную обработку (В. Банькин, 2017).



*Рисунок 4 – Поражение нута аскохитозом на ранней стадии
Слева – до начала цветения, справа – в начале формирования бобов*

Ржавчина нута вызывается грибами (*Uromyces ciceris-arietini* (Grognot) Boyer. Et Jacq.). Гриб имеет узкую специализацию и поражает только нут. Болезнь проявляется в фазе «бутонизации – цветения». Болезнь проявляется в виде желтовато-коричневых пустул, что «пылят», обычно поражает нижнюю сторону листьев (рисунок 5).



Рисунок 5 – Поражение нута ржавчиной

Слева – пораженные ржавчиной побеги нута, справа – листья

Вред её значительно ниже, чем аскохитоза, и заключается в общем ослаблении фотосинтетической активности растений. В годы с большим количеством осадков в период вегетации нута, что создает благоприятные условия для болезни, урожайность культуры вследствие поражения может снижаться до 15%, поскольку у больных растений нарушается фотосинтез, листья преждевременно желтеют и опадают. Замечено, что на поздних посевах вредоносность болезни существенно возрастает (А. Орлов, 2020).

Основными методами борьбы с ржавчиной нута, являются:

- выращивание устойчивых сортов;
- обработка фунгицидами во время вегетации растений.

Корневые гнили (фузариозная корневая гниль и увядание).

Болезнь распространена во всех регионах выращивания этой культуры, пораженность посевов достигает 90, а потери урожая – до 25-50%, а иногда и больше. Возбудителями являются несовершенные грибы рода *Fusarium*, *Verticillium* и *Rhizoctonia*. Самыми распространенными на нуте является *F. oxysporum* f. *ciceri* Schlecht, *F. solani* f. *ciceri* (Nart) App. et Wr., *F. culmorum* Sacc., *F. avenaceum* Sacc., *V. lateritium* Kleb., *V. dachliae* Kleb., *V. albo-atrum* Kleb. Среди приведенных выше видов *Fusarium* на нуте чаще всего встречаются *F. oxysporum* f. *ciceri*. В последние годы определено наличие многочисленных рас этого патогена, которые по действию на культуру делятся на две группы. Среди них шесть (1 А, 2, 3, 4, 5 и 6) вызывают увядание и засыхание растений, тогда как две (0 и 1 В / С) приводят лишь к пожелтению надземных органов (рисунок 6).



Рисунок 6 – Поражение нута корневыми гнилями

От корневых гнилей могут страдать растения в течение всего вегетационного периода. Особенно опасна болезнь для лестниц, в случае поражения которых происходит загнивание проростков, корней и семядолей. У молодых растений сначала буреют, и утолщается подсемя доли колена, а затем – прикорневую часть стебля или главный (стержневой) корень. Впоследствии места поражения приобретают темно-коричневого цвета, на них образуются язвы и трещины различной глубины. Однако наиболее выражены симптомы – в фазе цветения, когда сначала поникает верхушка, вянут, скручиваются, а иногда и опадают листья. Очень часто имеет место их пожелтения или покраснения, а затем и опадение. Как следствие – количество сформированных бобов небольшая, к тому же с мелким недоразвитыми семенами. Растения легко вырываются из почвы, подавленные часто погибают (Болезни нута и меры борьбы с ними, 2017).

Источниками болезни могут быть растительные остатки, почва, но, главным образом, наибольший вред вызывает инфицированные патогенами семена

На всех зернобобовых культурах корневые гнили также обнаруживают в виде трахеомикозного увядания, поражения бобов и семян. Характерные симптомы болезни: сначала листья теряют тургор, стебель в прикорневой части становится темно-коричневым, верхушка его поникает, а

затем происходит быстрое усыхание растений. Сосуды корней, стебли, черенки, листья и цветоножки пораженной культуры приобретают красно-коричневый оттенок (Болезни нута и меры борьбы с ними, 2017).

Головной корень внешне выглядит здоровым, а мелкие корешки буреют и засыхают (рисунок 7).



*Рисунок 7 – Поражение нута *Rhizoctonia bataticola* корневыми гнилями*

При поперечном разрезе корней и стебля заметно побурение сосудов, которые заполняются гифами гриба. При влажной погоде у основания стебля пораженных растений наблюдают белые, оранжевые и розовые подушечки. Такие растения легко вырываются из почвы. Перед созреванием семян спровоцированных влажной погодой развитие фузариоза вызывает обесцвечивание створок бобов и образование на них и семенах налета белого, оранжевого и рыжего цвета нескольких видов фузариев. Семена пораженных бобов щуплые, часто с морщинистой кожей, теряют всхожесть (Болезни нута и меры борьбы с ними, 2017).

Фузариозная корневая гниль и увядание чрезвычайно вредны для культуры. Так, в фазе полных всходов масса сильно пораженных растений уменьшается в 1,5-2,0 раза, количество азотфиксирующих клубеньков на корнях падает в 2,0-2,2 раза по сравнению со здоровыми расте-

ниями. В фазе цветения эти показатели снижаются соответственно в 2,5-3,0 и 2,5 раза.

Коэффициент вредности в разные годы колеблется в пределах 62-69, а потери урожая достигают 34-50%. При очень высоких температурах (≥ 30 °C) и водного стресса нут может поражать сухая гниль корней, которую вызывает *Rhizoctonia bataticola*. Болезнь проявляется в период репродуктивности роста, существенно снижает урожай семян (Болезни нута и меры борьбы с ними, 2017).

Серая плесень (ботритис) нута. Возбудителем серой плесени, является *Botrytis cinerea* Pres (С. Johansen, et al., 2008). Болезнь слабо изучена, поэтому необходимо вести систематические наблюдения в полевых условиях, чтобы избежать ее распространения в нашей стране особенно это предостережение важно в данный период, когда завозится значительное количество семенного материала из зарубежья (рисунок 8).



*Рисунок 8 – Поражение нута серой плесенью
Слева – пораженный серой плесенью стебель нута
Справа – очаговое развитие серой плесени на посевах нута,
наблюдается пожелтение растений*

Основными методами борьбы с серой гнилью (ботритисом) нута, являются выращивание устойчивых сортов и обработка фунгицидами во время вегетации растений (А.П. Орлов, 2020).

Основой защиты нута от болезней является соблюдение правильного севооборота. Если севооборот не соблюдается, то затраты на борьбу с болезнями будут значительны. С целью ограничения распространения и развития грибных заболеваний рекомендуется размещать нут по лучшим предшественникам (зерновые культуры, которые оставляют после себя мало сорняков). Обязательным является соблюдение пространст-

венной изоляции между товарными и семенными посевами, между полями нута и других широколистных и зернобобовых культур и многолетних бобовых трав, отбор и выращивание высокопродуктивных болезнеустойчивых сортов нута (А.П. Орлов, 2020).

Ограничения передачи инфекции через семена (возбудителей грибных, вирусных и бактериальных болезней) – один из главных факторов получения здоровых всходов, повышения их устойчивости к болезням и другим стрессовым факторам, повышения урожайности, улучшения качества семян.

Использование для протравливания семян нута современных протравителей дает хороший эффект. Однако диапазон эффективности препаратов значений и вопрос токсичности действующих веществ, воздействия препарата на развитие клубеньковых бактерий остается сложной проблемой. Если не используются фунгициды, то загнивание нута перед уборкой это распространенное явление (А.П. Орлов, 2020).

Для нута, как зернобобовой культуры, одним из важных факторов выбора протравителей, является их влияние на клубеньковые бактерии. Рекомендуются наиболее эффективные и безопасные протравители семян нута, среди которых и чистые фунгицидные препараты и современные фунгицидно-инсектицидные. Выбор протравителя зависит от спектра фунгицидного действия и уровня защитной способности действующего вещества препарата в отношении возбудителей на основе фитоэкспертизы семян, апробации семенных посевов с учетом зональных рекомендаций. При наличии бактериальной инфекции хорошие результаты дают при обработке препаратами на основе действующих веществ: Беномил (Фундазол, 2 кг/т), карбоксин + тирам (Витавакс 200 ФФ, 2,5 л/т), тирам (ТМТД, 7,0 л/т) (А.П. Орлов, 2020).

При наличии грибной инфекции лучшие результаты получены при использовании препаратов с действующим веществом:

- флудиоксанил (Максим 025 FS, 1,0 л/т)
- протиоконазол + тебуконазол (Ламардор, 0,2 л/т)
- протиоконазол + тебуконазол + флуопирам (Ламардор, 0,5 л/т)
- флудиоксонил + ципроконазол (Максим Стар, 1,5 л/т)
- флутриафол + имазалил + тиабендазол (Винцит Форте, 1,25 л/т)
- мефеноксам + тебуконазол (Сертикор, 1,2 л/т)
- тебуконазол + тиабендазол (Виал Траст, 0,4-0,5 л/т)

Для предотвращения повреждений вредителями семян и проростков следует добавлять инсектицидные протравители на основе действующего вещества имидоклоприд.

Использование протравителей семян – это важный компонент в системе защиты нута и других зернобобовых культур против болезней не только семян, но и проростков. Проростки протравленных семян защищены от развития корневой гнили, особенно фузариозной, значительно выносливее против стебель-лиственных гнилей и аскохитоза. Важно, что препараты не влияют на образование растениями нута клубеньков, к тому же улучшают физиологические показатели семян. Резонно будет добавление к протравителям росторегулирующих веществ, таких как Биолан (20 мл / т), Биосил (20 мл / т), Радостим (250 мл / т). Новейшей разработкой является добавление ристрегуляторов с биозащитным эффектом Регоплант (250 мл / т) или Стимпи (20 мл / т) (А.П. Орлов, 2020).

Использование инокулянтов является абсолютной необходимостью, но меры по протравливания семян и инокуляцию необходимо разделить во времени. Протравливания проводят не позднее, чем за две недели до посева, а инокуляцию непосредственно перед посевом семян. При таком подходе влияние протравителя на инокулянт будет минимальным.

Большим недостатком современных протравителей является то, что они очень дороги и окупаются, если урожайность нута превышает 2,0-2,5 т/га. Возможно использовать менее дорогие, но высококачественные протравители – Винцит, Витавакс, Ранкона, Кинто-Дуо и т.д.

Вредители нута – клубеньковые долгоносики, клубеньковые мухи, зерновки, гусеницы, подгрызающие всходы, минирующие мухи, ростковые мухи, луговая совка, озимая совка, совка гамма, хлопковая совка, пяденицы, плодоярки, тля, трипсы, цикадки, акациевая огневка и др.

Остановимся на характеристиках некоторых вредителей.

Хлопковая совка (*Helicoverpa armigera*). Она относится к полифагам и паразитирует на 120 видах растений, главным образом на таких культурах, как подсолнечник, кукуруза, томаты, горох, соя, сорго и др. До недавнего времени вредитель был распространен в основном в степной зоне, но в связи с потеплением климата присутствует во всех лесостепных районах и полесье. Как правило, развивается в двух поколениях (рисунок 9) (А.П. Орлов, 2020).



Рисунок 9 – Хлопковая совка (*Helicoverpa armigera*) на нуте

Нут для бабочки является важнейшим пищевым ресурсом. Обычный лет бабочек на нут начинается в конце июня. Заселение вредителем происходит за 7-10 дней до наступления фазы цветения. Бабочка откладывает яйца на растении, где в течение 3-14 дней из яиц отрождаются гусеницы.

Вначале гусеницы питаются молодыми листьями, а затем по мере образования бобов заселяют все растение. В поврежденных бобах выедается плод частично или полностью, из-за чего снижается урожайность нута (рисунок 10) (Система семеноводства и технология возделывания нута: ответы на ключевые вопросы, 2017).



Рисунок 10 – Повреждение листьев и плодов нута хлопковой совкой

В процессе роста окраска гусениц изменяется и варьируется от светло-зеленой и желтой до красно-бурой. Голова желтая, с пятнами, грудной щиток с мраморным рисунком. Весь цикл развития хлопковой совки протекает в среднем 25-40 дней. После окукливания появляются бабочки следующего поколения и цикл повторяется. Хлопковая совка способна уничтожить почти весь урожай нута, поэтому необходимо принять меры по борьбе с ней. Очень важно проводить обработку в начальный период развития гусениц, когда они еще не устойчивы к данному препарату. При разовом применении эффективность препарата будет выше, чем повторные обработки. Запоздав с обработкой на 3 дня, вы резко снизите эффективность инсектицида, так как гусеницы более старшего возраста намного устойчивее к инсектицидам. Эффективность препарата по гусеницам старшего возраста составит 30-60%. Устойчивость гусениц к инсектицидам обусловлена их биологическими особенностями. Своевременная обработка даст вам возможность получить высокую эффективность препарата. Лучший способ – чередовать инсектициды, а также применять баковые смеси, чтобы не допускать возникновения резистентности вредителя к пестицидам (Система семеноводства и технология возделывания нута: ответы на ключевые вопросы, 2017).

Зимует вредитель в стадии куколки в почве на глубине 5-15 см. Период откладывания яиц сильно растянут и длится не менее 20 дней. Как правило, подавляющее большинство яиц самки откладывают в верхних ярусах растений. Плодовитость бабочек резко колеблется как в отдельных особей, так и в среднем по годам и составляет 500-1000 шт. Гусеницы за период развития, который продолжается 7-12 дней, линяют 5 раз. Сначала они питаются той частью растения, на которую было отложено яйцо, в дальнейшем всем растением. Гусеницы проникают внутрь бобов и питаются семенами, оставляя червоточины. Скопление экскрементов гусениц и нанесенные повреждения, в дальнейшем способствуют проникновению и развитию грибковых и бактериальных болезней, особенно фузариоза и плесени, что вызывает дополнительные потери урожая и его качества (А.П. Орлов, 2020).

Минирующая муха (*Liriomyza cicerina* Hend). Весьма существенную проблему могут вызвать минирующие мухи (рисунок 11).

Вообще, благодаря опушению стеблей и листьев нута и выделению органических кислот (муравьиная и другие кислоты) – нут защищается

от вредителей. Однако на листьях нижнего яруса почти каждый год, особенно жаркой весной, наблюдаются повреждения минирующей мухой (*Liriomyzascierina* Hend). Вред от мухи обычно незначительный: подгрызенные листья высыхают и опадают, фотосинтетическая активность растений уменьшается мало, потому что, чаще всего, повреждается нижний ярус листьев, затененный средним и верхним ярусами

Борьба с вредителями нута. На протяжении всего вегетационного периода развития нута – от посева до уборки урожая, обязательно проведение наблюдений за растениями, наличием на них вредителей и их численностью. Система наблюдений предусматривает также проведение осенних, весенних и летних исследований. Осенью проявляют зимующих куколок и их физиологическое состояние, весной – состояние перезимовки и уточняется прогноз развития численности. Летом бабочек отлавливают на феромонные ловушки для контроля сроков и интенсивности лета, что позволяет определить соотношение полов, стадию половой зрелости и потенциальную плодовитость самок (А.П. Орлов, 2020).



Рисунок 11 – Минирующая муха (Liriomyzascierina Hend) на нуте: слева – минирующая муха (Liriomyzascierina Hend) имаго, внизу слева – личинка, справа – пораженные личинками минирующей мухи листья нута

Достаточно действенным способом борьбы с вредителями является севооборот. Не следует размещать нут после широколистных культур, многолетних трав, зернобобовых культур и томатов, которые имеют общих вредителей. Важно избегать выращивания нута ближе 500-700 м от лесополос с белой акацией, чтобы избежать повреждений бобов акациевой огнёвкой.

Действенным и эффективным методом защиты является агротехнические приёмы: надлежащая обработка почвы (вспашка, культивация, рыхление междурядий) и соблюдение технологии выращивания сельскохозяйственных культур. Уничтожение сорняков и цветущих нектароносов ухудшает условия питания бабочек и гусениц. Рыхление междурядий, культивация паровых предшественников, вспашка значительно ограничивает количество насекомых.

Однако лишь соблюдение севооборота не снимает полностью проблемы вредителей, поэтому применение химических препаратов при интенсивной технологии крайне актуально. За превышение экономического порога вредности совок (в начале цветения он составляет 30-40 особей на 100 взмахов сачка и 15-20 особей в период образования бобов) следует обязательно обрабатывать посеы инсектицидом. Если массивы нута большие, тогда рекомендуем проводить краевые обработки даже при появлении отдельных особей совки, несмотря на порог вредоносности (А.П. Орлов, 2020).

- Против минирующей мухи, при массовом повреждении листьев молодых растений, эффективна однократная обработка посевов препаратами контактно-системного действия:
- Коннект (имидаклоприд + бета-цифлутрин, 0,5 л/га);
- Борей (имидаклоприд + лямбда-цигалотрин, 0,1-0,14 л/га);
- Борей Нео (альфа-циперметрин + имидаклоприд + клотианадин, 0,2-0,3 л/га);
- Протеус (тиаклоприд + дельтамерин, 0,5-0,75 л/га);
- Калипсо (тиаклоприд, 0,1-0,15 л/га);
- Энжио (лямбда-цигалотрин + тиаметоксам, 0,18 л/га);
- Сирокко (диметоат, 0,5-1,0 л/га).

Против совок эффективные одно- или двукратные обработки посевов инсектицидами во время массового лета и откладки яиц, что совпадает с цветением – началом образования бобов на нуте, рекомендуемые

препараты: Коннект (0,5 л/га), Борей (0,1-0,14 л/га), Борей Нео (0,2-0,3 л/га), Протеус (0,5-0,75 л/га), Калипсо (0,1-0,15 л/га), Энжио (0,18 л/га), Брейк (0,07-0,12 л/га), Каратэ Зеон (0,2-0,3 л/га), Децис f-Люкс (0,25-0,5 л/га), Децис Профи (0,04 кг/ га), Актелик (1,0 л/га), Сирокко (0,5-1,0 л/га), Вантекс (гамма-цигалотрин, 0,04-0,06 л/га), Варант (0,3-0,4 л/га), Цезарь (0,2 л/га). Список препаратов рекомендуются с учётом их регистрации в разрешённых списках к применению.

В системе защитных мероприятий против вредителей, болезней и сорной растительности важнейшая роль отводится агротехническим методам при возделывании нута, особенно в борьбе с сорной растительностью. Применение пестицидов против вредных объектов должно сопровождаться с учётом их биологии, а также фазы развития нута и строжайшим соблюдением регламента применения.

1.9 Уборка урожая

Вегетационный период у нута 80-120 дней в зависимости от сорта и условий выращивания, поэтому убирают его в конце июля – начале августа после завершения уборки зерновых культур прямым комбайнированием (Будилов А.П., 2013). Зерно нута достаточно равномерно созревает на всем растении, бобы не растрескиваются и не осыпаются, растения не полегают. Для этой цели используют комбайны СК-5, «Дон» или другие. Высоту среза регулируют так, чтобы на поле не оставалось неубранных бобов, обычно около 10-13 см. При перестое на корню уборку надо проводить в утренние часы, чтобы бобы не отлетали. На засоренных посевах применяют раздельную уборку. Нут скашивают зернобобовыми жатками, два-три дня скошенные растения просушивают, затем обмолачивают комбайном с подборщиком. Солому нута можно использовать для кормления КРС и свиней после предварительного дробления и перемешивания с соломой злаковых.

1.10 Подготовка зерна и семян к реализации и хранению

Зерно, поступающее из-под комбайна, необходимо сразу же очистить от примесей и в случае необходимости просушить до влажности 14%. Наличие в ворохе даже небольшого количества зеленых остатков сорняков повышает влажность зерна, поэтому необходимо провести очистку как можно раньше. Ее осуществляют на машинах ОПВ-20 А, ЗАВ-40, ОСМ-3 У, ОС-4,5 А. Для малых партий семян применяют семяочистительные агрегаты «Петкус» (Производство нута: реферат, 2014).

В процессе высушивания влажного зерна важно следить за температурой теплоносителя и временем обработки. При влажности зерна 16-19% температура теплоносителя не должна превышать 40°C, при влажности 25-30% – 30°C. За один пропуск не следует снижать влажность зерна более чем на 4%.

При хорошей солнечной погоде более приемлема просушка зерна на открытом воздухе. Семена рассыпают тонким слоем и перелопачивают. При этом теряется от 0,5 до 1,5% влаги. Очищенные и высушенные семена нута хранят в мешках при высоте штабеля не более 2,5 м или насыпью, слоем не более 1,5 м. Такие семена не теряют всхожести в течение десяти лет (Производство нута: реферат, 2014).

2. ОБОСНОВАНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ И УСЛОВИЯ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

2.1 Обоснование направлений исследований

Почвенно-климатические условия Ростовской области позволяют с успехом возделывать здесь не только озимые и яровые зерновые культуры, но и зернобобовые, в частности, относительно новые и перспективные для региона культуры, такие как нут (В.В. Балашов, А.В. Балашов, 2009; 2013). Академик Н.И. Вавилов (1983) отмечал, что высокая засухоустойчивость и жаростойкость нута обусловлена тем, что он по сравнению с другими зернобобовыми культурами имеет самое высокое осмотическое давление клеточного сока в листьях. Уменьшают испарение влаги и волоски, которыми покрыты стебли и листья. Они не только задерживают испарение влаги, но и обильно выделяют яблочную и щавелевую кислоты, которые защищают его от многих вредителей.

По богатству и разнообразию химического состава, многофункциональному использованию, высокой доходности, широкой адаптивности к различным условиям произрастания, экологической положительной средообразующей способности нут является уникальной и весьма ценной культурой, способной занять важное место в подъёме эффективности АПК не только Ростовской области, но и России.

В условиях усиливающейся аридности климата региона нут имеет перспективу стать одной из наиболее востребованных зернобобовых культур для выращивания на юге России. Как показывает практика, в условиях жестких засух нут способен давать не менее высокие урожаи чем горох и соя при меньших затратах на его возделывание. Однако фактически возможности нута в условиях Ростовской области пока используются недостаточно (В.В. Балашов, А.В. Балашов, 2013; Н.И. Германцева, 2011).

В связи с этим все актуальнее становится разработка и совершенствование ключевых элементов технологии выращивания нута с целью повышения урожайности этой культуры. Современными селекционера-

ми достигнуты определённые успехи в селекции нута, выведен ряд перспективных, урожайных сортов, которые потенциально могут быть хорошо адаптированными к местным условиям. В то же время большинство вопросов агротехники возделывания нута в конкретных почвенно-климатических условиях остаются слабо разработанными (В.В. Балашов, А.В. Балашов, 2013; Н.И. Германцева, 2011). Одним из важнейших вопросов реализации биологического потенциала продуктивности новых сортов сельскохозяйственных культур, в том числе нута, состоит в изучении влияния способов основной обработки почвы в зависимости от предшественника, разных уровней минерального питания с применением различных форм твёрдых и жидких удобрений как на плакорных, так и на эродированных почвах.

Агротехника возделывания сорта является обязательным элементом адаптивной интенсификации растениеводства, связующим звеном между селекцией и агротехнологией, позволяет соединить на практике достижения селекции, земледелия, агрохимии. При этом учитывается реакция сорта на почвенно-климатические условия, предшественник, способ основной обработки почвы, сроки посева, нормы высева, уровень минерального питания и другие приёмы повышения продуктивности и качества зерна. Разработка агротехники возделывания позволяет перейти на адаптированные системы выращивания нута, что повышает конкурентоспособность этой культуры и является важным условием расширения площадей, занятых этой культурой.

В связи с этим в настоящее время приобретает актуальность разработка технологий возделывания нового сорта нута. Ключевыми элементами технологии возделывания нута в этой связи являются эффективный фон минерального питания растений, рациональные способы основной обработки почвы и оптимальная норма высева семян культуры (Н.И. Германцева, 2011; Н. Кажан, 2019).

Обработка почвы. Обработку почвы под посев нута лучше всего проводить как для ранних яровых культур: лущение стерни (дискование) в один-два следа, вспашка, выравнивание зяби; весной – закрытие влаги и предпосевная культивация. Нут очень слабо произрастает в условиях уплотнённой почвы. Глубокая вспашка (до 25-27 см) разрыхляет почву, способствует лучшему накоплению влаги и хорошей аэрации, что позитивно сказывается на развитии клубеньковых бактерий, от которых

напрямую зависит урожайность нута (А.П. Будилов, 2013; Ю.И. Голев, 1998; А.Д. Задорин, П.М. Жуковский, 2001; И.Ф. Горлов; 2012)

Нут является культурой раннего сева, для благоприятных условий роста которой важную роль играет наличие достаточного количества запасов продуктивной почвенной влаги (А.А.Корнилов, А.И. Асалиев и др., 1982; В.С. Костина, 1973). При этом, как показывает практика, большее количество продуктивных почвенных влагозапасов в ранневесенний период обеспечивается менее интенсивными, ресурсосберегающими (безотвальной, поверхностной, комбинированной и др.) основными обработками. По данным ряда исследователей, при комбинированной основной обработке почвы урожайность нута практически не отличается от показателей в условиях отвальной вспашки, при значительно меньших энергетических и материальных затратах (А.В. Гринько, Н.Н. Вошедский и др. 2019; С.О. Лавренко, Н.Н. Лавренко, 2014).

Однако влияние ресурсосберегающих приёмов на условия вегетации и продуктивность нута практически не изучено. В связи с этим, актуальным является исследование влияния разных способов основной обработки почвы (включая энергосберегающие) на условия вегетации и урожайность зерна при возделывании нута на плакорных и эродированных почвах.

Глубина посева. Глубина заделки семян нута зависит от наличия продуктивной влаги в посевном слое почвы, механического состава и скорости иссушения. Слишком мелкая или очень глубокая заделка семян снижает полевую всхожесть (В.В. Балашов, А.В. Балашов, 2013; Ю.И. Голев, 1998). При мелкой заделке в условиях сухой погоды прорастание обычно задерживается до выпадения осадков. Если всходы все же появляются, то при недостатке влаги они чаще всего погибают. При глубокой заделке семян ростки нута в большинстве случаев появляются ослабленными или погибают, не достигнув поверхности почвы. По данным ряда авторов, следует также учитывать и то, что для набухания и прорастания семян требуется много влаги (свыше 100 % от их веса), а период «посев – всходы» у нута растянут (Г.В. Боднар, В.В. Лавриненко, 1998; Н.И. Германцева, 1998; Ю.И. Голев, 1998). В связи с этим очень важно заделать семена во влажный слой почвы, способный сохранить влагу на 10-12 суток. В зоне недостаточного увлажнения оптимальной глубиной заделки семян считается 6-8 см (В.В. Балашов,

А.В. Балашов, 2013; Е.Г. Ветрова и др., 1998; Н.И. Германцева, 1998). Однако в каждом конкретном случае она зависит от состояния почвы и складывающихся погодных условий. При наступлении засухи глубину заделки целесообразно увеличить до 10 см, в прохладную погоду при выпадении осадков – уменьшить до 5 см.

Норма высева. Один из важнейших приёмов агротехники нута – применение оптимальных норм высева семян. При выборе оптимальных норм высева следует учитывать почвенно-климатические условия конкретных районов, биологические особенности сорта, а также применяемую агротехнику на плакорных и эродированных почвах. Норма высева семян зависит от зоны выращивания и находится в интервале 0,7-1,0 млн шт./га (В. Кишнякина, Ю. Садохин, 1996; А.В. Гринько и др., 2019). Однако результаты некоторых исследований показывают, что при оправданном снижении нормы высева нута экономические показатели (рентабельность, чистый доход, стоимость продукции) увеличиваются, а себестоимость продукции снижается (В.В. Балашов, А.В. Балашов, 2013; Г.В. Боднар, В.В. Лавриненко; 1977). Кроме того, по данным ряда авторов, нут слабо реагирует на изменение норм высева во всех почвенно-климатических зонах, и только во влажные годы с увеличением норм высева его урожайность возрастает (В.В. Балашов, А.В. Балашов, 2013).

Удобрения. Из литературных источников известно, что нут, прежде всего, нуждается в фосфорных и калийных удобрениях. Считается целесообразным вносить в почву небольшие дозы азотных удобрений, так как в начальные фазы развития растений клубеньковые бактерии развиваются слабо. Потребность культуры в азоте меньшая и удовлетворяется клубеньковыми бактериями, которые фиксируют атмосферный азот воздуха. Тем не менее, для удовлетворения потребностей нута в азоте следует вносить небольшие дозы азотных удобрений, которые оказывают положительное влияние на рост и развитие растений, особенно в начале вегетации. С повышением температуры почвы клубеньковые бактерии начинают усиленно размножаться и на корнях растений образуются активные клубеньки, увеличивается фиксация атмосферного азота. Исследования, проведённые в Волгоградской области, показали, что на одну тонну зерна нута необходимо вносить 53 кг азота, 18 кг фосфора и 75 кг калия (В.В. Балашов, А.В. Балашов, 2013). При этом относительно высокая норма азотного питания, на наш взгляд, несколько противоречит

принципам формирования современных технологий возделывания бобовых культур, направленных на максимальное использование их азотфиксирующего потенциала. Наибольшая потребность нута в питательных веществах отмечается при цветении растений и наливе зерна (В.В. Балашов, А.В. Балашов, 2010; Е.И. Лобачева и др., 2001, 2002).

Анализ специальной литературы на основе исследований, проведённых в различных почвенно-климатических зонах, показывает, что наибольший эффект от применения удобрений под нут получается при внесении от 30 до 60 кг азота, до 90 кг фосфора и до 90 кг калия (В.В. Балашов, А.В. Балашов, 2010; Е.И. Лобачева и др., 2001; Ю.П. Панделов, 2002). В разных агроландшафтных условиях норма внесения удобрений под культуру варьируется в зависимости от содержания этих элементов в почве и выноса их на планируемую урожайность. Приведённые данные отражают противоречивость мнений исследователей об оптимальном режиме минерального питания нута.

При этом следует отметить, что в Ростовской области технология возделывания нута разработана слабо. В частности, недостаточно изучены вопросы питания культуры, отмечается дефицит рекомендаций по применению минеральных удобрений под нут. Дискуссионным остаётся вопрос о сроках, дозах и целесообразности внесения азотных подкормок под данную культуру (Е.И. Лобачева и др., 2001; Е.И. Лобачева и др., 2002; Ю.П. Панделов, 2002), в связи с чем, необходимы специальные исследования.

Современному сельскому хозяйству необходимы разработки интенсивных технологий возделывания культур, которые бы реализовывали их биологические потребности при эффективном использовании агроклиматических ресурсов региона. Эти технологии определяются сортовыми особенностями культур, природно-ресурсным потенциалом, обеспеченностью хозяйств производственными ресурсами (В.И. Кирюшин, А.Л. Иванов, 2005; Каштанов А.Н., 2000; В.И. Кирюшин, 2000).

Технология возделывания сельскохозяйственных культур представляет собой комплекс приёмов, направленных на создание наиболее благоприятных условий для роста и развития растений. К задачам технологических приёмов относятся размещение сельскохозяйственных культур и агротехнологий в соответствии с почвенно-ландшафтными условиями, обработка почвы, система севооборотов, удобрений и защиты растений,

а также противоэрозионная организация территории с целью предотвращения деградации почвы (В.И. Кирюшин, А.Л. Иванов, 2005).

На эродированных почвах снижение урожая достигает 36-47 %, что представляет весьма серьёзную проблему в земледелии, требующую решения с целью сохранения плодородия почвы и оптимизации использования эродированных земель на основе применения ресурсосберегающих агротехнологий возделывания сельскохозяйственных культур в различных почвенно-климатических условиях для устойчивого производства растениеводческой продукции и сохранения земельных ресурсов (В.И. Кирюшин, А.Л. Иванов, 2005; Н.Б. Хитров, 1998; Е.В. Полуэктов, А.С. Чешев, 1990; Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005).

Анализ результатов проведённых работ по мониторингу земель Ростовской области показывает, что продолжается рост овражно-балочных систем, интенсивность которых значительно возросла. При этом на сельскохозяйственных угодьях наблюдается прогрессирующее распространение негативных процессов водной и ветровой эрозии на площади 9,23 млн. га (Е.В. Полуэктов, Е.М. Цвылев, 2008).

Борьба с деградацией почвы – важнейшая часть современной системы земледелия, обеспечивающая сохранение плодородия почвенного покрова, стабильность урожая сельскохозяйственных культур, а также охрану окружающей среды (Е.В. Полуэктов, А.С. Чешев, 1990; Е.В. Полуэктов, Е.П. Луганцев, 2005; Е.В. Полуэктов, Е.М. Цвылев, 2008).

В целом, анализ литературных источников показывает, что в рекомендациях по ключевым элементам технологии возделывания нута (способ основной обработки почвы, фон минерального питания, норма высева семян) отмечаются определённые противоречия. В условиях Ростовской области данная проблема исследована недостаточно, особенно на эродированных склонах. Этим обусловлена необходимость наших исследований по установлению оптимального фона минерального питания, способов основной обработки почвы и нормы высева семян при возделывании нового сорта нута Донплаза на плакорных и эродированных землях.

С учётом морфологических и биологических особенностей нута нами были проведены полевые исследования для разработки технологии возделывания нового сорта нута Донплаза селекции ФГБНУ ФРАНЦ в приазовской почвенно-климатической зоне Ростовской области на плакор-

ных и эродированных землях. В исследованиях применялись общепринятые методики: полевого опыта Б.А. Доспехова (1979;1995); ВНИИ кормов (Ю.К. Новосёлов и др., 1997); методика изучения водного баланса А.Н. Костякова (1957); агрохимические методы исследований почв(1975), методика В.Н. Дьякова, методика Госсортоиспытания (1989) и др. Расчёт экономической эффективности применяемых технологий производился по методике ВНИИЭСХ (А.В. Шпилько, И.В. Драгайцев и др. 1998). Биоэнергетическая оценка производства продукции растениеводства проводилась по методике (А.В. Удалова, А.П. Удалов и др., 2008).

2.2 Почвенно-климатические и погодные условия

Полевые исследования для разработки усовершенствованной технологии возделывания новых сортов сельскохозяйственных культур проводились на опытных стационарах ФГБНУ ФРАНЦ в 2017-2019 гг.

Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным, карбонатным среднемощным легкосуглинистым на лёссовидном суглинке. Содержание гумуса в пахотном слое 4,0-4,2 %, общего азота 0,22-0,25 %. Содержание минерального азота и подвижного фосфора низкое, обменного калия – повышенное. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,1-7,3). Плотность сложения пахотного слоя составляет 1,26 г/см³ (Вошедский Н.Н., 2018).

Климат зоны проведения исследований – засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Средняя многолетняя годовая температура воздуха составляет 9,5°С, сумма температур воздуха 3200-3400°С. Продолжительность тёплого периода 230-260 дней, безморозного – 175-180 дней. Приход ФАР за вегетацию 3,5-4 млрд ккал/га. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход с наименьшими значениями в июле (50-60 %), в отдельные дни она опускается до 25-30 % и ниже (Агроклиматические ресурсы Ростовской области, 1972; Е.В. Полуэктов, Е.М. Цвылев, 2008).

Среднегодовое количество осадков около 450-500 мм. За тёплый период их выпадает до 300 мм. Относительно небольшое количество осадков в сочетании с высокими температурами определяют сухость

воздуха и почвы, частую повторяемость засух. Максимальный запас влаги отмечается ранней весной. Средняя температура наиболее тёплого месяца июля + 22-24°C, но максимальная может достигать 38-40°C. Особенностью лета является довольно частая повторяемость суховейных явлений. Осадков летом выпадает до 150 мм, носят они, как правило, ливневый характер и часто сопровождаются выпадением града.

В целом следует отметить, что природно-климатические условия места проведения исследований являются относительно благоприятными для возделывания культуры нута.

Метеорологические условия вегетационного периода нута за 2017-2019 гг. имели существенные отличия (таблица 1).

Таблица 1 – Тепловлагообеспеченность периода активной вегетации нута апрель-август 2017-2019 гг. (метеопост п. Рассвет)

Месяц	Сумма осадков, мм			Сумма температур, °С			ГТК		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Апрель	74	7	42	291	369	333	2,54	0,19	1,26
Май	40	20	66	490	592	580	0,82	0,34	1,13
Июнь	43	11	16	627	699	744	0,69	0,16	0,22
Июль	23	56	41	738	787	688	0,31	0,71	0,60
Август	0	4	17	800	753	704	0	0,05	0,24
За период	180	98	182	2946	3200	3049	0,61	0,30	0,60

В течение вегетационного периода имели место значительные различия в равномерности выпадения атмосферных осадков. Так, если в 2018 году в апреле выпало всего 7 мм осадков, то в остальные изучаемые годы – 30-40 % от суммы осадков за период. В дальнейшем количество осадков варьировало стохастически. Однако наблюдается общая закономерность в значениях ГТК, которая выражается в относительном снижении степени тепловлагообеспеченности по месяцам вегетационного периода нута.

В целом за вегетационный период апрель-август наиболее засушливым был 2018 год, в котором выпало всего 98 мм атмосферных осадков, в то время как в 2017 и 2019 годах 180 и 182 мм соответственно.

При этом наибольшая сумма температур отмечена в 2018 году, составив 3200°C против 2946 и 3049°C в 2017 и 2019 годах.

Условия вегетации нута в годы исследований наглядно отражают показатели гидротермического коэффициента ГТК, который выражает отношение выпавших атмосферных осадков к среднесуточной сумме активных температур. Согласно рассчитанным значениям гидротермического коэффициента Г.Т. Селянинова (ГТК) (Г.Т. Селянинов, 1966) и классификации С.А. Сапожниковой (С.А. Сапожникова, Д.И. Шашко, 1959) 2017 и 2019 годы характеризуются как очень засушливые, а 2018 – сухой.

Относительно благоприятные условия вегетации в 2017 и 2019 годах сложились в апреле и мае (0,82-2,54), затем происходило нарастание дефицита влаги. За трёхлетний период самым неблагоприятным для роста и развития сельскохозяйственных культур, в частности нута, был 2018 год, в котором сухой период продолжался с апреля до июля, составив 0,05 в августе.

От всходов до наступления цветения нута выпадающие осадки обеспечили благоприятные условия для роста и развития растений. В период от цветения до налива бобов выпало всего 11-16 мм осадков при высокой температуре воздуха, что подтверждается низким ГТК (0,16-22). Фактическая тепловлагообеспеченность периода вегетации летних месяцев оказалась значительно ниже оптимальных.

Таким образом, большая часть периода активной вегетации нута характеризовалась высокими среднесуточными температурами воздуха, превышающими среднемноголетние значения, при дефиците атмосферных осадков, что не создавало оптимальных условий для её роста, развития и формированию высокой продуктивности данной культуры.

3. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВОГО СОРТА НУТА ДОНПАЗА В УСЛОВИЯХ ПЛАКОРНОГО АГРОЛАНДШАФТА

3.1 Запасы продуктивной почвенной влаги при возделывании нута

Известно, что, будучи засухоустойчивой культурой, нут лучше растёт и развивается при достаточной влагообеспеченности растений. Наибольшая потребность растений нута в почвенной влаге отмечается после посева во время набухания семян, при листообразовании, закладке генеративных органов и приходится на начальные периоды вегетации культуры. Так, семена нута при прорастании поглощают более 100 % воды по отношению к своему весу. Критический период по потребности во влаге и тепле у нута продолжается от всходов до цветения, когда формируется его потенциальная продуктивность. Дефицит почвенной влаги в эти периоды оказывает существенное влияние на величину урожайности культуры. Одним из показателей почвенной влагообеспеченности являются запасы влаги в метровом слое, составившие в годы исследований 102-121 мм и охарактеризованные как удовлетворительные.

Разные нормы удобрений под нут, а также нормы высева семян, не оказывали заметного влияния на изменение влажности почвы на вариантах опыта. Более заметные различия в содержании продуктивной влаги в метровом слое почвы наблюдались при разных способах основной обработки почвы. Характерны показатели влагозапасов в посевах нута по периодам вегетации на варианте с полной нормой NPK и высокой нормой высева семян (таблица 2).

Как следует из приведённых данных, в 2017 году, при посеве культуры, запасы продуктивной влаги в слое 1 м оценивались как «отличные» (173-185 мм), в фазу полных всходов – «удовлетворительные» (106-117 мм), в фазу цветения – «плохие» (81-85 мм), и в период полной спелости – «очень плохие» (43-48 м). Менее благоприятные условия вегетации по влагообеспеченности нута отмечены в 2018 г., где соответст-

вующие запасы при посеве оценивались как «хорошие», но уже в фазе полных всходов не превысили 81-89 мм, а при цветении – 68-74 мм, что оценивает их запасы как «плохие».

Таблица 2 – Запасы продуктивной влаги под нутом в зависимости от способа основной обработки почвы (слой 1 м), мм

Способ обработки	Время определения запасов влаги / оценка			
	посев	полные всходы	цветение	полная спелость
2017 год				
Отвальный	173	106	81	46
Комбинированный	180	112	84	49
Поверхностный	185	117	85	48
2018 год				
Отвальный	152	81	68	43
Комбинированный	158	85	71	46
Поверхностный	165	89	74	44
2019 год				
Отвальный	167	125	91	63
Комбинированный	171	129	93	67
Поверхностный	177	131	94	65

При наступлении полной спелости культуры почвенные влагозапасы опустились в 2018 году до крайне низкой отметки 43 мм. Наиболее благоприятным по выпадению и распределению осадков в критические фазы водопотребления нута оказался вегетационный период 2019 г., когда запасы продуктивной влаги при посеве составили 167-177 мм («отличные»), в фазу полных всходов – 125-131 мм («хорошие»), цветения – 91-94 мм («удовлетворительные»). Ко времени наступления полной спелости культуры запасы почвенной влаги опустились до уровня 43-67 мм, оцениваясь, как «плохие».

Следует отметить, что на участках с менее энергоемкими обработками при посеве запасы продуктивной почвенной влаги были выше на 6-8%, по сравнению с вариантом отвальной вспашки. Однако уже в фазу цветения нута эта разница опустилась до минимума.

В целом, с учётом указанных биологических особенностей нута, высокой водопотребности растений в начальный период вегетации, распределение осадков в критические фазы водопотребления культуры оказалось относительно благоприятным.

3.2 Особенности водопотребления нута на плакорных землях

Как уже отмечалось, главным фактором, оказывавшим решающее влияние на показатели влажности почвы в богарных условиях выращивания сельскохозяйственных культур, являлись метеорологические условия периода вегетации. В разные годы исследований отмечены существенные отличия показателей водного баланса нута, как например в контрастных по приходу влаги 2018 и 2019 гг. Эти различия обусловлены, в частности, разными условиями тепловлагообеспеченности – показателями гидротермического коэффициента (ГТК) (отношение выпавших атмосферных осадков к сумме среднесуточных активных температур воздуха) вегетационных периодов. В 2018 г. ГТК не превысил 0,30, в 2019 г. составил 0,60, характеризуя в целом указанные периоды соответственно как «сухой» и «среднесухой». Из изучаемых элементов технологии возделывания наибольшее воздействие на отличия водного режима почвы на вариантах опыта оказали способы основной обработки. Влияние на данный показатель нормы высева семян и фона минерального питания оказалось минимальным.

Суммарное водопотребление (Е) нута слагалось из основных составляющих водного баланса: атмосферных осадков (Х) и изменения запасов почвенной влаги (ΔW). Уровень грунтовых вод на опытных полях находился на глубине более 5 м, ввиду чего их участие в водном балансе не учитывалось. При разных способах основной обработки почвы просматривались общие закономерности изменения водного режима почвы и коэффициента водопотребления (Кв) в посевах нута с характерными данными варианта с нормой НРК и плотностью посевов 1,0 млн шт./га (таблица 3).

Таблица 3 – Водный баланс нута на плакорных землях в зависимости от способов основной обработки почвы, 2017-2019 гг.

Способ основной обработки	ΔW , м ³ /га	Х, м ³ /га	Е, м ³ /га	У, т/га	Кв, м ³ /т
Отвальный	1013	1436	2449	2,33	1051
Комбинированный	1027	1436	2463	2,27	1085
Поверхностный	1048	1436	2484	1,68	1479

Данный способ обработки при норме высева 1 млн шт./га обеспечивал наибольшую продуктивность культуры, независимо от фона удобрений, которая составила 16,8-23,3 ц/га. При комбинированной основной обработке урожайность нута была ниже, чем на фоне отвальной, но эта разница при изучаемых нормах высева и удобрений не превышала 0,1-0,6 ц/га (0,6-2,8%).

Как следует из приведённых данных, наибольшая доля в суммарном водопотреблении нута в среднем за годы исследований приходилась на осадки – 1436 м³/га, которая в зависимости от способа основной обработки почвы изменялась в пределах 57,7-58,6%. Расход воды из почвы в водном балансе нута составлял в среднем 1013-1048 м³/га, или 41,4-42,2%, а суммарное водопотребление на вариантах изменялось в пределах 2449-2484 м³/га.

Значительная разница в количестве выпавших атмосферных осадков за вегетационные периоды нута в годы исследований обусловила существенные отличия относительных показателей элементов водного баланса. В целом разница показателей суммарного водопотребления при разных способах основной обработки у нута не превысила 2,8%. Поэтому наибольшее влияние на изменение коэффициента водопотребления оказывали показатели урожайности.

Наиболее рационально почвенная влага на посевах нута расходовалась на фоне отвальной основной обработки, что отражено наименьшим коэффициентом водопотребления – 1051 м³/т. Самые высокие затраты влаги на получение единицы продукции отмечены при поверхностной основной обработке почвы, составив 1479 м³/т.

3.3 Урожайность нута в зависимости от способа основной обработки почвы, нормы высева семян и фона минерального питания

В наших исследованиях при возделывании нута на плакорных землях изучалось три способа основной обработки почвы: отвальная вспашка на 25-27 см (контроль); комбинированная обработка, включающая поверхностную обработку на 14-16 см в сочетании со щелеванием на 40-45 см и поверхностная обработка на 12-14 см, наложенные на три уровня минерального питания и три нормы высева семян (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность нута сорта Донплаза в зависимости от способа основной обработки почвы на плакорных землях, 2017-2019 гг.

Способ основной обработки	Урожайность, ц/га / фон NPK			Изменение урожайности по сравнению с контролем					
	б/у	N ₁₅ P ₄₀ K ₄₀	N ₃₀ P ₈₀ K ₈₀	б/у		N ₁₅ P ₄₀ K ₄₀		N ₃₀ P ₈₀ K ₈₀	
				ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
Норма высева 0,6 млн шт./га									
Отвальный (контроль)	13,5	16,0	17,8	-	-	-	-	-	-
Комбинированный	13,4	15,9	17,5	0,1	0,7	0,1	0,6	0,3	1,7
Поверхностная	12,0	13,5	15,0	1,5	11,1	2,5	15,6	2,8	15,7
Норма высева 0,8 млн шт./га									
Отвальный (контроль)	15,2	18,9	21,8	-	-	-	-	-	-
Комбинированный	15,4	18,6	21,2	+0,2	+1,3	0,3	1,6	0,6	2,8
Поверхностный	13,8	15,5	17,2	1,4	9,2	3,4	18,0	4,6	21,1
Норма высева 1,0 млн шт./га									
Отвальный (контроль)	16,4	20,6	23,3	-	-	-	-	-	-
Комбинированный	16,3	20,3	22,7	0,1	0,6	0,3	2,6	0,6	2,6
Поверхностный	13,2	14,9	16,8	3,2	19,5	5,7	27,7	6,5	27,9
НСР ₀₅ (способ обработки почвы) 0,75 ц/га; НСР ₀₅ (норма высева) 1,09 ц/га; НСР ₀₅ (фон питания) 1,11 ц/га									

По результатам исследований, проведенных в ФГБНУ ФРАНЦ, отвальная основная обработка обеспечивала получение несколько большей урожайности культуры, возрастающей по мере увеличения нормы высева и фона удобрений.

Таким образом, при возделывании нута на плакорных землях приазовской зоны Ростовской области, наряду с отвальной вспашкой, которая обеспечивает лучшую урожайность зерна, следует рекомендовать и комбинированную обработку (поверхностная на 14-16 см + щелевание на 40-45 см), позволяющую при минимальном снижении урожайности (менее 3%) существенно снизить энергетические затраты (таблица 1).

По результатам исследований, проведенных в ФГБНУ ФРАНЦ, при рядовом способе посева на вариантах с разными нормами высева семян после отвальной и комбинированной обработок отмечена тенденция повышения урожайности по мере интенсификации посевной нормы (таблица 5).

Таблица 5 – Урожайность нута нового сорта Донплаза в зависимости от нормы высева семян 2017-2019 гг.

Норма млн шт./га	Способ основной обработки	Урожайность, ц/га / фон NPK			Прибавка урожайности от повы- шения нормы высева, фон NPK					
		б/у	0,5 NPK	NPK	б/у		0,5 NPK		NPK	
					ц/га	%	ц/га	%	ц/га	%
0,6	Отвальная	13,5	16,0	17,8	-	-	-	-	-	-
0,8		15,2	18,9	21,8	1,7	12,6	2,9	18,1	4,0	22,5
1,0		16,4	20,6	23,3	2,9	21,5	4,6	28,8	5,5	30,9
0,6	Комбиниро- ванная	13,4	15,9	17,5	-	-	-	-	-	-
0,8		15,4	18,6	21,2	2,0	14,9	2,7	17,0	3,7	21,1
1,0		16,3	20,3	22,7	2,9	21,6	4,4	27,7	5,2	29,7
0,6	Поверхност- ная	12,0	13,5	15,0	-	-	-	-	-	-
0,8		13,8	15,5	17,2	1,8	15,0	2,0	14,8	2,2	14,7
1,0		13,2	14,9	16,8	1,2	10,0	1,4	10,4	1,8	12,0

Примечание. За 100% берется урожайность при норме высева 0,6 млн шт./га.

Наибольшая продуктивность нута наблюдалась после отвальной и комбинированной обработок при норме высева 1,0 млн шт./га на фоне NPK, составив, соответственно, 23,3 и 22,7 ц/га. На участках с отвальной и комбинированной обработками прибавка урожайности, независимо от фона минерального питания, составила соответственно 2,9-5,5 ц/га (21,5-30,9%) и 2,9-5,2 ц/га (21,6-29,7%), по сравнению с контролем (0,6 млн шт./га).

Сравнивая урожайность нута на вариантах с нормами высева 1,0 и 0,8 млн шт./га при отвальной и комбинированной обработках, следует отметить лучшие показатели на фоне более интенсивной плотности посева. При этом соответствующее снижение урожайности при норме 0,8 млн. шт./га, независимо от фона удобрений, составило при отвальной обработке 1,2-1,7 ц/га, комбинированной – 0,9-1,7 ц/га, по сравнению с вариантом, где применялась норма 1,0 млн. шт./га.

На высоком фоне NPK аналогичная разница не превысила 1,5 ц/га, что составило по отвальной обработке 6,4%, по комбинированной – 6,6%. При поверхностной обработке лучшая урожайность нута обеспечивалась нормой высева 0,8 млн. шт./га, которая была на 1,8-2,2 ц/га, или на 14,7-15,0% выше, чем на контроле.

На плакорных землях при рядовом способе посева (15 см) наиболее эффективное влияние минеральных удобрений на урожайность нута отмечено после отвальной и комбинированной основных обработок, возрасставшее по мере интенсификации нормы высева (таблица 6).

Таблица 6 – Урожайность нута сорта Донплаза в зависимости от фона минерального питания на плакорных землях, 2017-2019 гг.

Способ основной обработки	Норма высева, млн шт./га	Фон питания			Прибавка урожайности от удобрений				Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой урожая, кг	
		б/у	0,5 NPK	NPK	0,5 NPK		NPK		0,5 NPK	NPK
					ц/га	%	ц/га	%		
Отвальный	0,6	13,5	16,0	17,8	2,5	18,5	4,3	31,9	2,63	2,26
	0,8	15,2	18,9	21,8	3,7	24,3	6,6	43,4	3,89	3,47
	1,0	16,4	20,6	23,3	4,2	25,6	6,9	42,1	4,42	3,63
Комбинированный	0,6	13,4	15,9	17,5	2,5	18,7	4,1	30,6	2,63	2,16
	0,8	15,4	18,6	21,2	3,2	20,8	5,8	37,7	3,37	3,05
	1,0	16,3	20,3	22,7	4,0	24,5	6,4	39,3	4,21	3,37
Поверхностный	0,6	12,0	13,5	15,0	1,5	12,5	3,0	25,0	1,58	1,58
	0,8	13,8	15,5	17,2	1,7	12,3	3,4	24,6	1,79	1,79
	1,0	13,2	14,9	16,8	1,7	12,9	3,6	27,3	1,79	1,89

Примечание. За 100% берется урожайность на варианте без удобрений
 Варианты фона удобрений: б/у – без удобрений; 0,5 NPK – N₁₅P₄₀K₄₀; NPK – N₃₀P₈₀K₈₀.

Применение полного минерального удобрения нормой N₃₀P₈₀K₈₀ кг/га д.в. после отвальной обработки обеспечивало наибольшую прибавку урожая при разных нормах высева семян – 4,3-6,9 ц/га, или 31,9-43,4 %, по сравнению с контролем. Соответствующая прибавка при внесении N₁₅P₄₀K₄₀ составила 2,5-4,2 ц/га (18,5-25,6 %). Аналогичные тенденции наблюдались и в условиях комбинированной основной обработки, где высокий фон минерального питания обеспечивал повышение продуктивности культуры на 4,1-6,4 ц/га (30,6-39,3%), средний – на 2,5-4,0 ц/га (18,7-24,5 %).

Наивысшая окупаемость удобрений прибавкой урожая обеспечивалась фоном минерального питания $N_{15}P_{40}K_{40}$ кг/га д.в. при отвальном и комбинированном способах основной обработки, независимо от нормы высева семян. Самый высокий показатель получен при норме высева 1,0 млн шт./га после отвальной обработки, составивший 4,42 кг дополнительной продукции на 1 кг внесённых удобрений.

При комбинированной обработке аналогичный показатель равнялся 4,21 кг. На высоком фоне минерального питания эффективность использования удобрений оказалась ниже. При норме высева 1,0 млн шт./га в условиях отвальной и комбинированной обработок количество дополнительной продукции на 1 кг внесённых удобрений не превысило, соответственно, 3,63 и 3,37 кг/кг.

Таким образом, при рядовом способе посева с шириной междурядий 15 см, в условиях отвального и комбинированного способов основной обработки почвы, рекомендуется вносить: фосфорные и калийные удобрения под основную обработку, азотные (при отсутствии инокуляции семян) – под предпосевную культивацию. Высокая норма $N_{30}P_{80}K_{80}$ обеспечивает прибавку урожайности при разной плотности посева на отвальной вспашке – 31,9-43,4 %, комбинированной обработке – 30,6-39,3%, по сравнению с контролем. При этом лучшая окупаемость минеральных удобрений обеспечивалась средним фоном удобрений – $N_{15}P_{40}K_{40}$, составив при названных обработках и норме высева 1,0 млн шт./га, соответственно 4,42 и 4,21 кг/кг.

3.4 Урожайность нута на плакорных землях в зависимости от способа посева и фона минерального питания

Существенные различия в развитии растений при изучаемых способах посева оказали прямое влияние на урожай зерна нута. При рядовом способе посева урожайность на контрольном варианте составила 14,1 ц/га. Применение минеральных удобрений приводило к достоверному увеличению данного показателя. Максимальная прибавка урожая отмечалась на фоне $N_{30}P_{30}$, составив 7,8 ц/га, что связано с оптимальными условиями для развития растений нута. Минимальная прибавка была от-

мечена на фоне применения 60 кг д.в. азота, составив 5,1 ц/га или 29,8%, что объясняется существенным увеличением вегетативной массы нута по сравнению с контролем и другими фонами минерального питания, что, в свою очередь, негативно сказывалось на формировании генеративных органов и приводило к резкому снижению урожайности (таблица 7).

Таблица 7 – Урожайность нута на плакорных землях в зависимости от уровня минерального питания и способа посева (среднее за 2018-2019 гг.)

Фон минерального питания	Урожайность, ц/га	Прибавка к контролю	
		ц/га	%
Рядовой посев через 15 см (контроль)			
Контроль	14,1	-	-
N ₃₀ P ₃₀	21,9	7,8	45,6
N ₆₀	19,2	5,1	29,8
N ₃₀	20,1	6,0	35,1
Узкорядный посев через 7,5 см			
Контроль	15,9	-	-
N ₃₀ P ₃₀	22,2	6,3	33,3
N ₆₀	18,3	2,4	12,7
N ₃₀	19,9	4,0	21,2
Широкорядный посев через 30 см			
Контроль	12,6	-	-
N ₃₀ P ₃₀	20,8	8,2	52,6
N ₆₀	17,4	4,8	30,8
N ₃₀	18,9	6,3	40,4
Широкорядный посев через 45 см			
Контроль	21,6	-	-
N ₃₀ P ₃₀	27,9	6,3	25,6
N ₆₀	24,7	3,1	12,6
N ₃₀	26,1	4,5	18,3
НСР ₀₅ А, В, АВ		1,1	

При узкорядном посеве наблюдалось сильное варьирование величины урожайности по сравнению с рядовым посевом. Так, если на варианте без применения удобрений урожайность достоверно увеличивалась на 1,8 ц/га до 15,9 ц/га, то на 2 и 3 фонах происходило снижение данного показателя, на первом фоне урожайность незначительно возрастала. Следует отметить, что при данном способе посева прослеживались тенденции в изменении урожайности по фонам минерального питания, как и при рядо-

вом способе посева, но при этом наблюдалось существенное снижение прибавки урожая к контролю (до 12,7-33,3%) по вариантам опыта.

Таким образом, при загущении посевов урожайность зерна нута, по сравнению с рядовым посевом, достоверно увеличивается только на нулевом фоне минерального питания, за счет почти двукратного увеличения количества растений на единицу площади. Применение минеральных удобрений не обеспечивает достоверного увеличения урожайности по сравнению с рядовым посевом.

Увеличение площади питания за счет снижения густоты стояния растений при широкорядном посеве с шириной междурядий 30 см негативно сказалось на урожайности зерна нута, которая по всем изучаемым фонам была достоверно ниже, чем при рядовом способе посева. Так, на нулевом фоне она составила 12,6 ц/га, что было на 1,5 ц ниже, чем при рядовом посеве. На фонах минерального питания прослеживалась аналогичная тенденция снижения урожая. Применение минеральных удобрений приводило к достоверному повышению урожайности. Максимальная прибавка, как и при рядовом способе посева, была получена на фоне $N_{30}P_{30}$, составив 8,2 ц/га. Минимальная прибавка урожая отмечена на фоне N_{60} – 4,8 ц/га. Следует отметить, что при широкорядном посеве через 30 см минеральные туки действовали наиболее эффективно среди изучаемых способов сева, повышая урожайность зерна на 30,8-52,6% по вариантам опыта. Это, вероятно, связано с увеличением площади питания и снижением внутривидовой конкуренции, что позволяло растениям нута наиболее эффективно использовать азот и фосфор удобрений для формирования высокопродуктивных посевов.

При возделывании нута широкорядным способом с шириной междурядий 45 см, урожайность зерна по всем фонам минерального питания была достоверно выше, чем при рядовом, узкорядном и широкорядном (30 см) посевах, что связано с увеличением площади питания и лучшим развитием растений нута. На нулевом фоне урожайность составила 21,6 ц/га, что было на 43,9% выше, чем при рядовом способе посева. Применение минеральных туков приводило к значимому увеличению урожайности. Максимальная прибавка к контролю была получена на фоне $N_{30}P_{30}$, составив 6,3 ц/га, увеличив урожайность до 27,9 ц/га. Минимальная прибавка, как и при остальных способах посева, отмечалась на фоне N_{60} , составив 3,1 ц/га, урожайность при этом составила

24,7 ц/га. На втором фоне прибавка занимала промежуточное значение. Следует отметить, что при возделывании нута с шириной междурядий 45 см прибавка урожая от применения минеральных туков была наименьшей среди изучаемых способов посева, составив 12,6-25,6 % по вариантам опыта, что, видимо, связано с максимальной площадью питания, позволяющей растениям нута наиболее полно использовать влагу и элементы питания из почвы для формирования высокопродуктивных посевов.

Следовательно, наилучшие результаты даёт возделывание нута широкорядным способом с шириной междурядий 45 см, что позволяет повысить урожайность до 21,6 ц/га без применения минеральных удобрений. Применение минеральных туков приводит к достоверному увеличению урожайности зерна нута. Максимальная урожайность получена на фоне применения $N_{30}P_{30}$, составив 27,9 ц/га.

3.5 Изменение структуры урожая нута на плакорных землях в зависимости от способа посева и фона минерального питания

Проведённый анализ структуры урожая нута показал существенные различия по вариантам опыта. При рядовом посеве количество растений на единицу площади существенно не изменялось по фонам опыта. Так, на фоне без удобрений число растений составило 58,0 шт./м². На вариантах с применением минеральных удобрений данный показатель незначительно возрос, максимальное количество наблюдалось на первом фоне и составило 66,0 шт./м². Результаты дисперсионного анализа показали, что применение минеральных удобрений не оказывает значительного влияния на густоту стояния растений, доля влияния данного фактора составляет всего 1,0 % (таблица 8).

Нут в оптимальных условиях для роста и развития хорошо ветвится, формируя при этом большее количество бобов, поэтому количество ветвей на растении – важный показатель в структуре будущего урожая. Как показали исследования, число ветвей на растениях нута отличалось по фонам опыта. Так, на контроле число ветвей составило 2,8 шт./растение. На фонах минерального питания ветвистость растений

нута существенно возрастала на первом фоне, составив 3,1 шт./растение и незначительно увеличивалась на третьем фоне (до 2,9 шт./растение), на втором оставалось на уровне контроля. Проведённый корреляционный анализ выявил отрицательную слабую связь ($r=-0,2$) между числом растений на единицу площади и количеством образовавшихся на растении ветвей. Математическая обработка данных показала, что увеличение числа ветвей было непосредственно связано с уровнем минерального питания.

Таблица 8 – Структура урожая нута за 2018-2019 гг.

Фон минерального питания	Кол-во растений, шт./м ²	Кол-во ветвей, шт./растение	Кол-во бобов, шт./растение	Масса 1000 зерен, г
Рядовой посев через 15 см (контроль)				
Контроль	58,0	2,8	9,0	278,5
N ₃₀ P ₃₀	66,0	3,1	9,8	272,4
N ₆₀	64,5	2,8	9,2	274,8
N ₃₀	59,0	2,9	9,4	277,9
Узкорядный посев через 7,5 см				
Контроль	100,0	1,9	4,5	276,7
N ₃₀ P ₃₀	107,0	2,2	5,7	275,2
N ₆₀	98,5	2,0	5,3	278,6
N ₃₀	111,5	1,2	4,6	269,3
Широкорядный посев через 30 см				
Контроль	41,0	3,0	14,1	277,0
N ₃₀ P ₃₀	43,8	3,2	15,5	280,6
N ₆₀	41,5	3,0	15,2	279,3
N ₃₀	40,3	3,1	16,4	282,7
Широкорядный посев через 45 см				
Контроль	30,3	3,2	24,9	285,3
N ₃₀ P ₃₀	28,3	3,7	26,0	284,2
N ₆₀	31,0	3,4	26,5	290,6
N ₃₀	27,0	3,4	27,4	287,9
НСР ₀₅ А, В, АВ	8,2	0,2	1,4	3,9
Влияние фактора А	1,0	4,6	0,4	2,2
Влияние фактора В	90,1	73,7	92,8	36,7
Взаимодействие факторов АВ	2,3	5,9	0,3	13,1

На формирование бобов на растении применение минеральных туков не оказывало значимого влияния (0,4%). По сравнению с контролем (9,0 шт./растение), число бобов на удобренных вариантах увеличивалось незначительно, максимальное их количество было отмечено на первом фоне, составив 9,8 шт./растение. Корреляционный анализ показал, что существует обратная средняя связь между количеством растений и числом бобов, формирующихся на растении ($r = -0,60$), и прямая средняя связь между количеством ветвей и бобов на растении ($r = 0,64$). Таким образом, на число формируемых бобов оказывают совокупное влияние густота посевов и ветвистость растений нута.

Минеральные удобрения не оказывали значимого влияния и на массу зерна. Масса 1000 зёрен на удобренных вариантах уступала контролю, где данный показатель составил 278,5 г. Проведённый корреляционный анализ показал тесную обратную связь ($r = -0,70$) между числом растений на единицу площади и массой зерна, а также прямую слабую связь с количеством ветвей ($r = 0,12$) и бобов ($r = 0,37$). Таким образом, масса 1000 зёрен нута зависит от совокупного действия густоты стояния и развития вегетативных и генеративных органов, возрастая при сокращении количества растений и увеличивающейся ветвистости.

При узкорядном посеве наблюдалось значительное увеличение числа растений на единицу площади по всем вариантам опыта. Так, на контроле число растений составило 100 шт./м², что было на 42,0 шт./м² больше чем при рядовом посеве. На удобренных вариантах наблюдалась аналогичная тенденция, при этом на первом фоне число растений было незначительно выше, чем на нулевом, составив 107 шт./м², на втором, наоборот, существенно снижалось до 98,5 шт./м², на третьем достигало 111,5 шт./м² что было достоверно выше, чем на контроле.

Увеличение числа растений при загущении посевов негативно сказывалось на формировании ветвей на растениях нута, достоверно снижая их количество по всем вариантам опыта. Так, на контрольном варианте количество ветвей при узкорядном посеве по сравнению с рядовым снизилось на 0,9 шт. до 1,9 шт./растение. На удобренных вариантах данный показатель существенно варьировал, достоверно увеличиваясь на первом фоне до 2,2 шт./растение и значительно снижаясь на третьем (до 1,2 шт./растение), что было прямо связано с увеличением густоты стояния растений. Проведённый корреляционный анализ показал среднюю

отрицательную связь между числом растений на единицу площади и количеством ветвей на одном растении ($r = -0,54$).

Загущение посевов негативно сказывалось и на формировании бобов на растениях нута, приводя к значительному их сокращению. Так, на контроле число бобов составило 4,5 шт./растение, что было на 50 % меньше, чем при рядовом посеве. На вариантах с применением минеральных туков также наблюдалось снижение данного показателя, что непосредственно связано со способом посева. Математическая обработка данных показала, что применение минеральных туков значимого влияния на формирование бобов на растении не оказывало. Корреляционный анализ показал слабую отрицательную связь между числом растений и количеством бобов ($r = -0,22$) и прямую слабую связь между количеством ветвей и бобов на одном растении ($r = 0,32$).

Масса 1000 зёрен при загущённом посеве существенно не изменялась по вариантам опыта, за исключением третьего фона, где данный показатель был значительно меньше, чем на контроле, составив всего 269,3 г. Существенные различия по сравнению с рядовым посевом отмечались на третьем фоне. Проведённый корреляционный анализ показал слабую отрицательную связь между количеством растений ($r = -0,20$) и бобов ($r = -0,10$) с массой зерна, и слабую связь между числом ветвей и массой зерна нута ($r = 0,16$).

Таким образом, посев нута с шириной междурядий 7,5 см негативно сказывается на развитии растений на всех изучаемых фонах за счёт резкого снижения площади питания, что приводит к снижению ветвистости и сокращению формируемых на растении бобов.

Возделывание нута в широкорядном посеве с шириной междурядья 30 см характеризовалось значительным снижением густоты растений по сравнению с рядовым посевом до 40,3-48,8 шт./м² по вариантам опыта. Решающее значение в изменении числа растений имел способ посева, доля влияния которого составила 90,1%. На удобренных вариантах число растений, по сравнению с контролем, изменялось незначительно. Максимум наблюдался на первом фоне – 43,8 шт./м², минимум на третьем (40,3 шт./м²)

Увеличение площади питания растений за счёт увеличения ширины междурядий положительно сказалось на развитии растений нута. Так, существенно возросла ветвистость растений, до 3,0-3,2 шт./растение,

что было существенно выше, чем при рядовом способе посева. При этом вносимые минеральные удобрения не оказали значимого влияния на данный показатель. На удобренных вариантах происходило несущественное увеличение числа формирующихся ветвей на растении, по сравнению с контролем. Корреляционный анализ показал слабую отрицательную связь между густотой стояния и ветвистостью ($r = -0,18$).

Увеличение площади питания привело и к повышению числа бобов, формируемых на одном растении (доля влияния способа посева – 92,8 %). Так, на варианте без применения удобрений их количество составило 14,1 шт./растение, что было на 5,1 шт. больше, чем при рядовом посева. На удобренных фонах количество бобов также существенно возрастало по сравнению с рядовым посевом. Следует отметить, что на вариантах с применением минеральных туков данный показатель был существенно выше, чем на контроле, достигая максимума на третьем фоне (16,4 шт./растение). Проведённый корреляционный анализ показал, что формирование бобов при широкорядном посева не зависит от густоты стояния растений ($r = 0,02$) и слабо связано с числом ветвей на растении ($r = 0,38$).

Масса 1000 зёрен на варианте без применения удобрений составила 277,0 г, что было незначительно меньше, чем при рядовом способе посева. На удобренных вариантах масса зерна незначительно увеличивалась, достигая максимума (282,7 г) на третьем фоне. Отмечено, что масса зерна удобренных вариантов при широкорядном способе посева была значительно выше, чем при рядовом способе посева, что непосредственно связано со снижением густоты стояния и увеличением площади питания растений нута. Корреляционный анализ показал, что на массу зерна оказывает влияние густота стояния ($r = -0,57$) и количество сформированных бобов ($r = 0,53$). Ветвистость не оказывает на данный показатель значимого влияния ($r = -0,07$).

Таким образом, при широкорядном способе посева с шириной междурядий 30 см за счёт снижения количества растений на единице площади растения нута на удобренных вариантах развиваются более интенсивно, чем при рядовом посева, увеличивая количество бобов на растении и формируя более крупное зерно. При широкорядном посева с шириной междурядий 45 см число растений на единицу площади достоверно снизилось до 30,3 шт./м² на контроле, на удобренных вариантах варьировало от 31,0 шт./м² до 28,3 шт./м².

Увеличение площади питания растений нута положительно сказалось на их развитии и, в частности, на формирование ветвей. Так, на контрольном варианте ветвистость составила 3,2 шт./растение, что было существенно выше, чем при рядовом способе посева. На удобренных вариантах ветвистость также существенно возросла, достигая максимума на первом фоне (3,7 шт./растение). Корреляционный анализ показал прямую среднюю связь между количеством растений и ветвистостью нута ($r = 0,57$). Следует отметить, что при возделывании нута ширококрядным способом с шириной междурядий 45 см, показатель количества ветвей на растении был максимальным среди всех изучаемых способов посева, что непосредственно связано с увеличением площади питания и снижением внутривидовой конкуренции.

Увеличение площади питания положительно сказалось и на формировании бобов. Так, на контроле их количество составило 24,9 шт./растение, что было существенно выше, чем при остальных способах посева. На удобренных вариантах данный показатель достоверно возрос, максимум был отмечен на третьем фоне, составив 27,4 шт./растение.

Снижение густоты стояния оказало влияние и на массу 1000 зёрен нута. На нулевом фоне данный показатель составил 285,3 г. На удобренных вариантах масса зерна достоверно увеличилась только на втором фоне, составив 290,6 г, на других существенно не изменялась. Следует отметить, что масса зерна при данном способе посева была достоверно выше, чем при рядовом, узкорядном и ширококрядном (30 см) посевах, как на нулевом, так и на фонах с удобрениями. Расчёты показали, что масса зерна нута зависит от совокупного влияния густоты стояния растений ($r = -0,33$), ветвистости побегов ($r = -0,59$) и количества формируемых бобов ($r = 0,28$).

Таким образом, применение удобрений улучшает минеральное питание нута, позволяя растениям интенсивно развиваться и формировать высокопродуктивные посевы при всех изучаемых способах сева. Наилучшие результаты даёт возделывание нута на фоне минерального питания $N_{30} P_{30}$.

Посев нута ширококрядным способом, с шириной междурядий 45 см за счёт увеличения площади питания и снижения внутривидовой конкуренции, позволяет растениям развиваться наиболее эффективно, формируя большое количество ветвей и бобов на растении, а также способствует формированию более крупного зерна.

3.6 Химический состав растений нута в фазе цветения

Химический анализ растений нута, проведённый в фазе цветения, показал существенные различия в составе при различных способах посева и фонах минерального питания (таблица 9).

Таблица 9 – Химический состав растений нута в фазе цветения, 2018-2019 гг.

Фон минерального питания	Содержание в воздушно-сухом веществе, %		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Рядовой посев через 15 см			
Контроль	2,82	0,96	3,55
N ₃₀ P ₃₀	3,89	1,07	3,83
N ₆₀	3,94	1,01	3,62
N ₃₀	3,17	0,94	3,36
Узкорядный посев через 7,5 см			
Контроль	2,41	0,84	3,22
N ₃₀ P ₃₀	3,03	0,91	3,56
N ₆₀	3,33	0,87	3,33
N ₃₀	2,96	0,85	3,51
Широкорядный посев через 30 см			
Контроль	3,68	1,09	3,79
N ₃₀ P ₃₀	3,89	1,2	4,01
N ₆₀	3,98	1,03	3,92
N ₃₀	3,76	1,02	3,87
Широкорядный посев через 45 см			
Контроль	3,73	1,2	3,82
N ₃₀ P ₃₀	4,12	1,24	4,12
N ₆₀	4,19	1,18	4,06
N ₃₀	4,06	1,15	3,74

При рядовом способе посева на варианте без применения удобрений в растениях нута содержалось 2,82 % азота, 0,96 % фосфора и 3,55 % калия. Применение минеральных удобрений привело к увеличению содержания в растениях азота до 3,17-3,94 % по вариантам опыта, при этом максимальное значение было отмечено на фоне применения 60 кг д.в. азота.

Содержание P_2O_5 также возрастало, однако не столь значительно как азота, максимум его отмечался на фоне $N_{30}P_{30}$ составив 1,07 %. Содержание K_2O на удобренных вариантах в растениях нута увеличилось только на фоне внесения $N_{30}P_{30}$ и N_{60} , составив, соответственно 3,83 и 3,62 %.

При узкорядном способе посева наблюдалось существенное сокращение азота, фосфора и калия в растениях нута на всех фонах минерального питания по сравнению с рядовым способом посева, что, видимо, связано с резким сокращением площади питания растений при загущении посевов и не позволяет растениям поглощать из почвенного раствора достаточное количество элементов питания. Как и при рядовом способе посева, на удобренных вариантах наблюдалось существенное увеличение N , P_2O_5 и K_2O в составе растений нута, прослеживались аналогичные тенденции в изменении содержания элементов питания по фонам минерального питания.

При широкорядном способе посева с шириной междурядий 30 см наблюдалось существенное увеличение содержания азота, фосфора и калия по всем вариантам опыта по сравнению с узкорядным и рядовым способам посева, что связано с увеличением площади питания растений нута, позволяющим растениям более полно использовать элементы питания из почвы. Так, на варианте без применения удобрений содержание азота, фосфора и калия составило, соответственно, 3,68, 1,09 и 3,79 %. Применение минеральных удобрений приводило к значительному повышению содержания элементов питания в растениях нута. Максимальное содержание N составило 3,98 % и наблюдалось на фоне внесения 60 кг д.в. азота, максимум P_2O_5 и K_2O был отмечен на фоне $N_{30}P_{30}$ кг/га д.в., составив, соответственно, 1,2 и 4,01 %.

При возделывании нута широкорядным способом с шириной междурядий 45 см, отмечалось максимальное содержание элементов питания в растениях по всем изучаемым способам посева, что, вероятно, связано с наиболее оптимальной площадью питания растений для максимального использования азота, фосфора и калия почвы и построения мощной вегетативной массы. Так, на контрольном варианте без применения удобрений содержание N , P_2O_5 и K_2O составило, соответственно, 3,73, 1,2 и 3,82 %. Как и при других способах посева, при внесении минеральных удобрений наблюдалось существенное повышение содержания элементов питания в сухой массе растений нута. Максимальное

содержание азота составило 4,19 % на фоне применения N_{60} , максимум фосфора и калия в сухом веществе нута составило соответственно 1,24 и 4,12 % и наблюдалось на фоне внесения $N_{30}P_{30}$.

Таким образом, от применяемого фона минерального питания непосредственно зависит химический состав растений нута. Применение минеральных удобрений способствует значительному увеличению содержания азота, фосфора и калия в растениях, при этом повышенные дозы азотных удобрений стимулируют увеличение содержания азота в растениях при сокращении содержания фосфора; внесение азотных и фосфорных удобрений способствует увеличению содержания в сухом веществе всех элементов питания, повышая до максимума содержание P_2O_5 и K_2O .

Способ посева также влияет на химический состав растений нута в фазу цветения. Загущение посевов негативно сказывается на накоплении элементов питания растениями, что связано с сокращением площади питания. Возделывание нута широкорядным способом позволяет растениям наиболее полно использовать элементы питания из почвенного раствора для формирования мощной вегетативной массы за счёт сокращения внутривидовой конкуренции. Наилучшие результаты получены при возделывании нута через 45 см.

3.7 Агрохимическая и экономическая эффективность возделывания нута сорта Донплаза на плакорных землях

Расчёт агрохимической эффективности применяемых удобрений показал, что максимальная отзывчивость нового сорта нута Донплаза получена на варианте с внесением аммиачной селитры нормой 30 кг д.в., что позволяет на 1 кг д.в. удобрения получить 13,3-21,0 кг зерна по изучаемым способам посева (рисунок 12).

Совместное применение азотных и фосфорных удобрений нормой 30 кг д.в. обеспечивает максимальную прибавку урожая, однако при увеличении нормы вносимых удобрений их окупаемость снижается до 10,5-13,7 кг/кг д.в. Наилучшие результаты окупаемости минеральных удобрений были получены при широкорядном посеве нута Донплаза с шириной междурядий 30 см, что связано с максимальной прибавкой урожайности при применении удобрений. Минимальная окупаемость была отмечена при узкорядном способе посева.

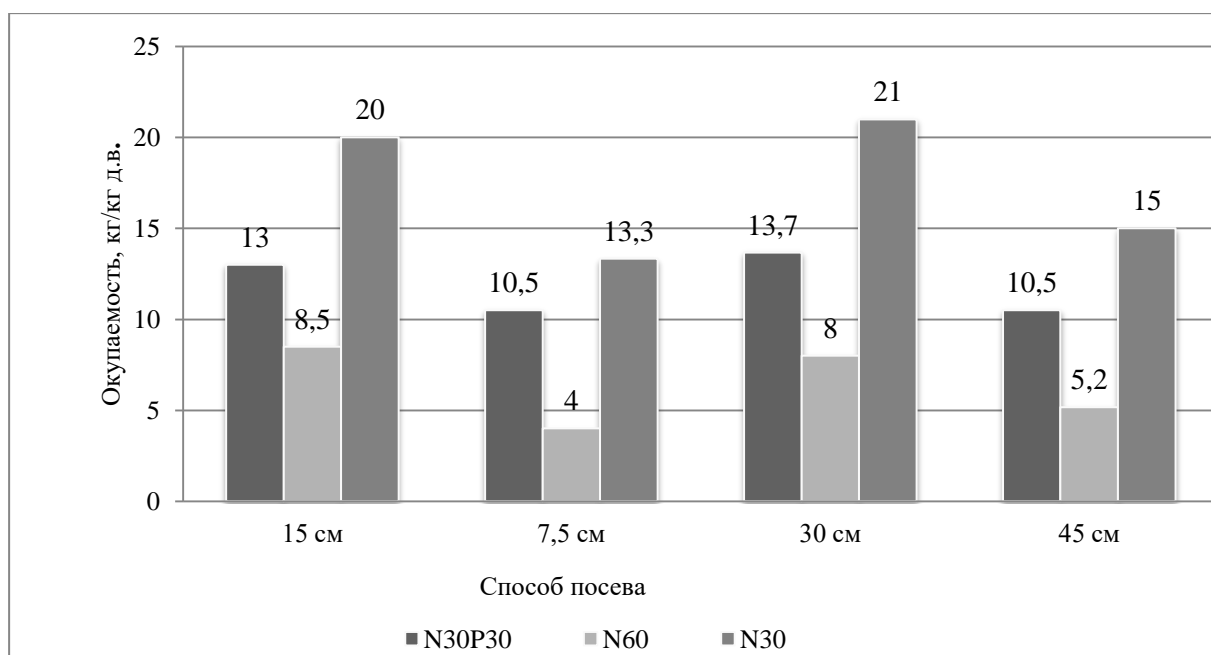


Рисунок 12 – Эффективность применения удобрений под нут при различных способах посева

Экономическая эффективность возделывания нута оценивалась по таким показателям как себестоимость единицы продукции, чистый доход, рентабельность и окупаемость произведённых затрат урожаем.

При рядовом способе посева прямые затраты на производство нута увеличивались на удобренных фонах по сравнению с контролем за счет повышения норм минеральных удобрений и затрат на уборку и транспортировку дополнительного урожая, при этом максимальное значение данного показателя 28,26 тыс. руб./га отмечено на фоне применения N₃₀P₃₀ (таблица 10).

Однако за счёт существенного увеличения урожая зерна нута себестоимость произведённой продукции на удобренных вариантах значительно снижалась по сравнению с контролем, где данный показатель составлял 1,79 тыс. руб./ц. Минимальная себестоимость 1,29 тыс. руб./ц была получена на фоне применения N₃₀P₃₀. При этом на удобренных вариантах существенно возрастали условный чистый доход и рентабельность достигая максимума в 35,64 тыс. руб./га и 126 % соответственно на фоне применения N₃₀P₃₀, при этом окупаемость затрат урожаем составила 2,26 руб.

**Таблица 10 – Показатели экономической эффективности
возделывания нута при возделывании на плакорных землях
(среднее за 2018-2019 гг.)**

Показатель	Фон минерального питания			
	Контроль	N ₃₀ P ₃₀ 0	N ₆₀	N ₃₀
Рядовой посев через 15 см (контроль)				
Выручка от реализации продукции, тыс. руб./га	42,30	63,9	57,6	60,3
Прямые производственные затраты, тыс. руб./га	25,22	28,26	27,99	26,74
Себестоимость 1 ц урожая, тыс. руб.	1,79	1,29	1,46	1,33
Условный чистый доход, тыс. руб./га	17,08	35,64	29,61	33,56
Рентабельность, %	67,7	126	106	125
Окупаемость прямых затрат урожаем, руб.	1,67	2,26	2,06	2,26
Узкорядный посев через 7,5 см				
Выручка от реализации продукции, тыс. руб./га	47,7	66,6	54,9	59,7
Прямые производственные затраты, тыс. руб./га	32,04	35,01	34,7	33,49
Себестоимость 1 ц урожая, тыс. руб.	2,02	1,57	1,90	1,68
Условный чистый доход, тыс. руб./га	15,66	31,59	20,2	26,21
Рентабельность, %	48,9	90,2	58,2	78,3
Окупаемость прямых затрат урожаем, руб.	1,49	1,90	1,58	1,78
Широкорядный посев через 30 см				
Выручка от реализации продукции, тыс. руб./га	37,8	62,4	52,2	56,7
Прямые производственные затраты, тыс. руб./га	20,18	23,22	22,91	21,70
Себестоимость 1 ц урожая, тыс. руб.	1,60	1,12	1,32	1,15
Условный чистый доход, тыс. руб./га	17,62	39,18	29,29	35,0
Рентабельность, %	87,3	168	128	161
Окупаемость прямых затрат урожаем, руб.	1,87	2,69	2,28	2,61
Широкорядный посев через 45 см				
Выручка от реализации продукции, тыс. руб./га	64,8	83,7	74,1	78,3
Прямые производственные затраты, тыс. руб./га	18,52	21,49	21,22	19,96
Себестоимость 1 ц урожая, тыс. руб.	0,85	0,77	0,86	0,76
Условный чистый доход, тыс. руб./га	46,28	62,21	52,88	58,34
Рентабельность, %	249	289	249	292
Окупаемость прямых затрат урожаем, руб.	3,50	3,89	3,49	3,92

При узкорядном способе посева происходило существенное увеличение прямых затрат по всем фонам минерального питания за счёт по-

вышения затрат на приобретение посевного материала. Как и при рядовом способе посева, наблюдалось снижение себестоимости производимой продукции на удобренных вариантах по сравнению с контролем. Минимальная себестоимость также была получена на фоне применения $N_{30}P_{30}$, составив 1,57 тыс. руб./ц. Необходимо отметить, что при узкорядном способе посева за счёт увеличения затрат на посевной материал происходило снижение условного чистого дохода, рентабельности и окупаемости прямых затрат урожаем по сравнению с рядовым способом посева. Максимальные значения данных показателей, как и при рядовом способе посева, были получены при внесении минеральных удобрений нормой $N_{30}P_{30}$, составив, соответственно, 31,59 тыс.руб./га, 90 % и 1,90 руб. (А.В. Федюшкин, С.В. Пасько, 2019).

При возделывании нута широкорядным способом, с шириной междурядий 30 см, наблюдалось значительное снижение прямых производственных затрат и себестоимости производимой продукции, по сравнению с рядовым и узкорядным способами посева, за счёт сокращения затрат на посевной материал и увеличения прибавки урожая на удобренных фонах. При этом наблюдалось увеличение как условного чистого дохода, так и рентабельности и окупаемости прямых затрат урожаем по всем фонам минерального питания нута. Максимальное значение данных показателей также было получено на фоне внесения 30 кг д.в. азота и фосфора, составив, соответственно, 39,18 тыс. руб./га, 168 % и 2,69 руб. на каждый рубль вложенных затрат.

При широкорядном посеве с междурядьем 45 см также наблюдалось сокращение прямых производственных затрат и снижение себестоимости производимой продукции по сравнению с остальными способами посева за счёт сокращения затрат на семенной материал и существенного увеличения урожайности зерна нута по всем изучаемым фонам питания. При этом минимальная себестоимость 0,76 тыс. руб./ц отмечена на фоне применения N_{30} . Незначительно выше данный показатель был на фоне $N_{30}P_{30}$ (0,77 тыс. руб./ц).

За счет значительного сокращения затрат и увеличения урожайности зерна нута при данном способе посева был получен наибольший условный чистый доход, а также наибольшая рентабельность и окупаемость прямых затрат по всем фонам минерального питания. Максимальный условный чистый доход в 62,21 тыс. руб./га был получен на

фоне внесения под нут минеральных удобрений нормой $N_{30}P_{30}$. При этом максимальная окупаемость прямых затрат урожаем была получена на фоне применения N_{30} , составив 3,92 руб. на 1 руб. прямых затрат, рентабельность – 292 %, что незначительно превышает значения этих показателей на варианте с нормой $N_{30}P_{30}$.

На плакорных землях наибольшая урожайность зерна нута (27,9 ц/га) получена при внесении удобрений нормой $N_{30}P_{30}$ кг/га д.в. при широко-рядном (через 45 см) способе посева. Здесь же отмечена наибольшая выручка от реализации собранного урожая, наивысшая прибавка к контролю и условный чистый доход. Выручка от реализации продукции считалась, исходя из средней цены зерна нута за 2019 г. и составила 30 тыс. руб. за 1 тонну. Однако такие важные экономические показатели, как окупаемость удобрений прибавкой урожая (21,0 руб.), рентабельность производства (292 %) и окупаемость прямых затрат урожаем (3,92 руб.) получены при внесении нормы азотных удобрений N_{30} кг/га д.в. Следовательно, внесение нормы азотных удобрений 30 кг/га д.в. экономически обосновано расчётами.

Таким образом, с точки зрения экономической эффективности производство зерна нута наиболее целесообразно при широко-рядном способе посева с шириной междурядий 45 см, что позволяет существенно снизить производственные затраты и себестоимость единицы продукции при получении наивысшего условного чистого дохода и наибольшей окупаемости прямых затрат. Наиболее экономически эффективно при данном способе посева возделывание нута на фоне минеральных удобрений в дозе $N_{30}P_{30}$, что позволяет получить максимальный условный чистый доход при высокой окупаемости прямых затрат урожаем.

4. ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НУТА НОВОГО СОРТА ДОНПАЗА В УСЛОВИЯХ ЭРОЗИОННО-ОПАСНОГО ЛАНДШАФТА

4.1 Агрофизические свойства почвы при возделывании нута на эродированных землях

Основная обработка является важным антропогенным фактором влияния на структурно-агрегатный состав почвы. Оптимальное соотношение различных по размеру почвенных агрегатов обеспечивает лучшее накопление и сохранение влаги, прорастание семян полевых культур, нормальную жизнедеятельность растений.

Большинство исследователей считает, что истинную агрономическую ценность представляют структурные отдельности почвы, устойчивые к разрушению, которые создаются рядом факторов, главный из которых – способ обработки почвы. Обработкой предусматриваются также изменения строения и структурного состояния почвы, которые обеспечивают оптимальный рост и развитие растений в конкретных почвенно-климатических условиях, оказывают положительное воздействие на водный, воздушный и питательный режимы. Структурная почва быстро приобретает физическую спелость, длительное время ее сохраняет. Обработка структурной почвы требует меньших затрат техногенной энергии, а качество обработки ее значительно выше. Это в конечном итоге сказывается на величине урожаев возделываемых в севообороте культур (таблица 11).

Агрономически ценная структура почвы представляет собой сумму фракций от 0,25 до 10 мм. Чем больше эта сумма, тем более благоприятное структурно-агрегатное состояние имеет почва. Оптимальная сумма агрономически ценных агрегатов составляет 70-80%. В наших исследованиях этот показатель составляет 74,5-82,7 %, что характеризует отличное состояние почвенной структуры с большими значениями при отвальной основной обработке почвы.

**Таблица 11 – Структурно-агрегатный состав почвы
в слое 0-30 см при различных способах обработки почвы
на эродированном склоне, %, 2019 г.**

Обработка	Размер агрегатов, мм			
	>10	10-0,25	<0,25	К стр.
Слой 0-10 см				
Чизельная	15,65	77,98	6,37	3,5
Отвальная	12,88	80,78	6,34	4,2
Слой 10-20 см				
Чизельная	21,08	74,45	4,47	2,9
Отвальная	14,16	80,58	5,26	4,2
Слой 20-30 см				
Чизельная	19,13	76,88	3,99	3,3
Отвальная	12,98	82,73	4,29	4,8

Наивысший коэффициент структурности по слоям почвы также отмечен при отвальной обработке, составив 4,2-4,8. При отвальной обработке наблюдается снижение крупноглыбистой фракции на 3-7 абсолютных процента. В то же время, за счёт снижения пылевидной фракции возрастает количество водопрочных агрегатов при чизельной основной обработке, что имеет большое значение для снижения эрозионных процессов в склоновом земледелии. Содержание водопрочных агрегатов незначительно увеличивается с глубиной, стабильно превышая этот показатель при отвальной основной обработке почвы на 3-9 абсолютных процента (таблица 12).

**Таблица 12 – Количество водопрочных агрегатов
в слое почвы 0-30 см при разных способах обработки
на эродированном склоне, %, 2019 г.**

Обработка	Размер агрегатов, мм			
	>7	7-0,5	<0,5	К водопр.
Слой 0-10 см				
Чизельная	0,74	83,82	15,44	5,2
Отвальная	0,44	74,80	24,76	3,0
Слой 10-20 см				
Чизельная	0,48	84,18	15,34	5,3
Отвальная	0,86	79,64	19,50	3,3
Слой 20-30 см				
Чизельная	0,54	85,46	14,00	5,9
Отвальная	0,46	82,50	17,04	4,7

Плотность сложения пахотного слоя почвы находится в оптимальных пределах (менее 1,3 г/см³) для возделывания сельскохозяйственных культур, однако при использовании той или иной обработки почвы преимуществом считается степень разуплотнения верхних слоёв почвы под её влиянием. Традиционная отвальная обработка почвы несколько снижает этот показатель в отличие от чизельной (таблица 13).

Отмечено, что с увеличением глубины плотность сложения почвы возрастает, причём больше при чизельной основной обработке.

**Таблица 13 – Плотность сложения почвы
в слое 0-30 см при разных способах обработки
на эродированном склоне, г/см³, 2019 г.**

Обработка	Апрель			Июль		
	0-10	10-20	20-30	0-10	10-20	20-30
Чизельная	1,03	1,10	1,20	1,09	1,17	1,27
Отвальная	1,02	1,09	1,17	1,08	1,14	1,23

Физические показатели почвы связаны с запасами продуктивной влаги и в значительной степени зависят от способа обработки почвы, что подтверждается и нашими исследованиями.

Под воздействием на почву движителей машин и орудий в процессе выполнения технологических операций, а также под влиянием природных факторов и самих растений почвенная структура разрушается. Особенно разрушительна излишняя обработка почвы.

Плотность почвы изменяется как в течение вегетационного периода, так и в осенне-зимнее время. Наиболее рыхлой почва бывает непосредственно после основной обработки. И, наоборот, максимально плотной – перед обработкой. Между обработками почва стремится к своему равновесному состоянию, хотя за этот период уплотнения чередуются с разрыхлениями, наступающими вследствие замерзания и оттаивания почвенной влаги, набухания после выпадения осадков и последующего пересыхания, формирования в пахотном и подпахотном слоях корневой системы возделываемых культур (Гаевая Э.А., Тарадин С.А., Васильченко А.П., 2017).

4.2 Эрозионная устойчивость почв на эродированном склоне

Одной из основных задач почвозащитного земледелия является максимальное сокращение поверхностного стока воды и смыва почвы. Механизм действия любого противоэрозионного мероприятия заключается в снижении скорости движения воды по склону до предельно допустимой нормы (ПДН), которая на чернозёмах обыкновенных приазовской зоны по расчетным данным составляет 3,0-3,5 т/га (Е.В. Полуэктов и др., 2002).

На опытном стационаре в период интенсивного снеготаяния в условиях эрозионно-опасного склона наблюдался поверхностный сток, который учитывался по соответствующей методике (Ильинская И.Н., Тарадин С.А., Гаевая Э.А. и др., 2019).

Изучение эрозионных процессов велось в севооборотах различных конструкций. Посевы нута были размещены в пятипольном севообороте. Оценка состояния агроландшафта при снеготаянии показала, что сток талых вод сформировался в марте после перехода дневных температур через 0°C.

Поверхностный сток талой воды и смыв почвы в первую очередь определяются запасом воды в снеге и интенсивностью снеготаяния. На этот показатель влияют высота снегового покрова и запас воды в снеге, которые являются причиной стока воды и развития эрозионных процессов, формирующихся к началу снеготаяния. Кроме количества выпавшего снега, на высоту снегового покрова оказывают влияние глубина обработки и глыбистость почвы, размеры и характер растительных остатков. Плотность снега на различных полях севооборота неодинаковая, поэтому запасы воды в снеге даже при одной и той же высоте снегового покрова могут быть различными. Высота снегового покрова при различных способах основной обработки почвы существенно не отличалась и колебалась в пределах 5,6-12,1 см в зависимости от перераспределения снега в результате действия ветров. Плотность снега также незначительно изменялась (0,045-0,050 г/см³) в зависимости от обработки почвы и влияла на запас воды в снеге.

Сток талой воды и смыв почвы в первую очередь определяются запасом воды в снеге и интенсивностью снеготаяния. Наибольшее количе-

ство воды в снеге было на варианте чизельной обработки (65 т/га), на варианте отвальной обработки количество воды в снеге было на 6 т/га меньше. Способ обработки почвы оказывал существенное влияние на процессы эрозии, поэтому сформировавшийся сток был на варианте с чизельной обработкой (23,4 мм) на 8,2 % меньше, чем с отвальной (25,5 мм).

Количество осадков за март в среднем составило 34,5 мм. Суммарный запас воды с учетом месячных осадков в период интенсивного снеготаяния и запаса воды в снеге, по вариантам обработки почвы, отличался незначительно –40,4-41,0 мм. Запасы воды в снеге изменялись от 59 т/га при отвальной обработке до 65 т/га при чизельной, где была отмечена наибольшая высота снежного покрова в зимний период (12,1 см) (таблица 14).

Таблица 14 – Эрозионные показатели на посевах нута в зависимости от способа основной обработки почвы на эрозионно-опасном склоне чернозёмов обыкновенных за 2017-2019 гг.

Способ обработки почвы	Осадки за март, мм	Запас воды в снеге, мм	Запас воды в снеге + осадки за март, мм	Сток, мм	Коэффициент стока	Смыв, т/га	Коэффициент подверженности эрозионным процессам
Чизельная	34,5	6,5	41,0	23,4	0,57	8,6	2,4
Отвальная (контроль)	34,5	5,9	40,4	25,5	0,63	9,5	2,7

В среднем за годы исследований наибольший сток талых вод отмечен при отвальной обработке почвы и составлял 23,4 мм. На варианте чизельной обработки сток был ниже на 8,2 %, а коэффициент стока равнялся 0,42 против 0,48 при отвальной обработке.

Несмотря на то, что разница в высоте снега по вариантам обработки почвы была незначительная, интенсивность проявления эрозионных процессов была значимая. Если на варианте с чизельной обработкой почвы смыв был равен 8,6 т/га, то на варианте отвальной обработки на 10,5 % больше. То есть применение чизельной обработки позволило сократить смыв почвы на 10,5 % по сравнению с отвальной вспашкой.

Коэффициент подверженности эрозионным процессам, характеризующийся отношением фактических значений смыва к предельно допустимым, свидетельствует, что значения смыва почвы в среднем за три года были превышены на варианте с чизельной обработкой почвы в 2,45 раза, а на варианте с отвальной – в 2,71 раза.

Поверхностный сток талой воды способствовал образованию водоин и смыву почвы. Эти два процесса взаимосвязаны и их интенсивность проявляется от системы обработки почвы. При безотвальной обработке почвы (чизельной) на поверхности остаётся значительное количество стерни, способной до определенного предела сдерживать сток талых вод. При отвальной обработке значительная часть стерни заделывается в почву, при этом рыхлая зябь в большей степени подвержена смыву и размыву.

На рисунке 13 представлено, что с увеличением поверхностного стока увеличивается и смыв почвы.

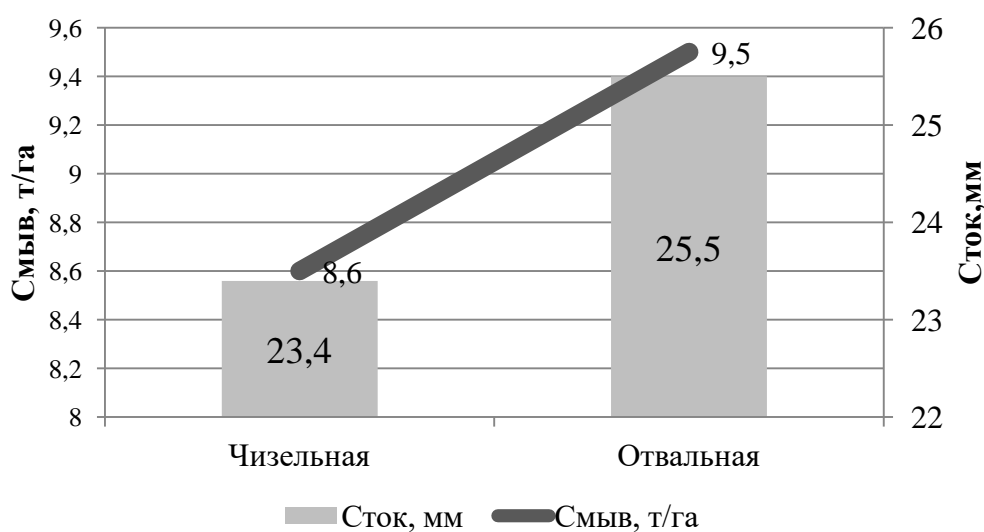


Рисунок 13 – Поверхностный сток и смыв почвы на эрозионно-опасном склоне в зависимости от способов обработки почвы

Для предотвращения процессов эрозии в системе почвозащитного комплекса при возделывании нута на склонах предлагаются следующие мероприятия: контурно-полосное размещение сельскохозяйственных культур и агрофонов; специальные агротехнические приемы (бороздование, щелевание); полезащитные и стокорегулирующие лесные поло-

сы, усиленные валами-канавами. Противоэрозионные гидротехнические сооружения проектируются в том случае, если остальные элементы почвозащитной системы не в состоянии предотвратить развитие эрозионных процессов на пашне и овражно-балочных землях. На пахотных склоновых землях они выполняют вспомогательную роль по предотвращению концентрации стока и задержанию временных потоков талых и ливневых вод.

Устойчивость пашни в агроландшафте к деградационным процессам определяется правильным выбором системы почвозащитной обработки. Таким образом, установлено, что применение чизельной обработки способствовало усилению противоэрозионной устойчивости склона по сравнению с контрольным вариантом. Чизельная обработка почвы способна противостоять смыву и размыву почвы, сокращая сток на 8,2 %, а смыв почвы на 10,5 %, и является почвозащитной.

4.3 Почвенные влагозапасы и водный баланс посевов на склоне

Влагообеспеченность посевов является одним из главных и лимитирующих факторов получения высоких и устойчивых урожаев. Вследствие этого повышение эффективности использования осадков, их полное поглощение и продуктивное накопление являются важнейшей задачей при возделывании культур в засушливых районах. В засушливой степной зоне неустойчивого увлажнения, к которой относится Ростовская область, урожай большинства культур в значительной степени зависит от обеспечения посевов влагой в осенне-зимний период и в течение вегетации, которые во многом зависят от способа основной обработки почвы. Нут – культура влаголюбивая, на формирование единицы урожая она расходует воды больше, чем другие зернобобовые.

Обработка почвы может существенно увеличить накопление в ней влаги и влагообеспеченность посевов благодаря увеличению впитывающей способности почвы, уменьшению испарения влаги и повышению мощности корнеобитаемой зоны. Большой резерв повышения урожайности нута – рациональное использование осадков, значительная часть которых теряется на склонах за счет смыва почвы. Основной

характеристикой эффективности системы земледелия на склоновых землях является коэффициент усвоения осадков за холодный период года.

В результате наших исследований выявлено, что суммарное количество осадков, участвующих в формировании урожая, складывается из осадков, аккумулированных почвой за холодный период года и выпавших в течение вегетации культуры (таблица 15).

Таблица 15 – Элементы водного баланса посевов нута на эродированном склоне в зависимости от способа основной обработки почвы в слое 0-100 см за 2019 год

Обработка	Запас продуктивной влаги, мм		Осадки	Приращение запаса продуктивной влаги, мм	Коэффициент усвоения осадков почвой, %
	осень	весна			
Чизельная	32,8	159,2	191,1	126,4	66,1
Отвальная	30,8	153,7	191,1	122,9	64,3

Из приведенных данных видно, что осенний запас продуктивной влаги в метровом слое почвы колебался от 32,8 до 30,8 мм. Причём наибольшие запасы продуктивной влаги отмечены на варианте с чизельной основной обработкой почвы. Наиболее значимыми в накоплении запасов продуктивной влаги оказались различия между вариантами отвальной вспашки и чизельным рыхлением весной – 5,5 мм. Весенние запасы продуктивной влаги существенно пополнялись за счёт осадков холодного периода года. Меньше всего влаги накопилось в метровом слое почвы на варианте с отвальной вспашкой – 153,7 мм, а при чизельном способе обработки почвы этот показатель возрос до 159,2 мм, что больше на 3,5 %, чем на контрольном варианте.

Приращенный запас влаги, рассчитанный как разница между осенним и весенним запасами влаги, на вариантах различной обработки почвы, колебался в пределах 122,9-126,4 мм. Чизельная обработка позволила дополнительно накопить по отношению к отвальной вспашке 3,5 мм.

Одной из задач исследования было изучение влияния способов основной обработки почвы на особенности формирования запасов продуктивной влаги на посевах нута. Запасы продуктивной влаги в метровом слое почвы на посевах нута складывались из атмосферных осадков, выпадающих в течение вегетации, и влаги, накопленной за осенне-зимний период.

Анализ полученных данных показал, что перед посевом нута запасы продуктивной влаги в слое почвы 0-30 см при отвальном способе основной обработки почвы составили 18,7 мм, а при чизельном способе обработке почвы запас продуктивной влаги был больше на 3,1 % (таблица 16).

Таблица 16 – Запасы продуктивной влаги на посевах нута сорта Донплаза в зависимости от способа основной обработки почвы на эродированном склоне, мм за 2019 год

Способ обработки почвы	Слой почвы, см			
	0-30	30-50	50-100	0-100
Посев				
Чизельная	19,3	60,3	93,0	159,2
Отвальная	18,7	53,2	84,0	153,7
Уборка				
Чизельная	2,5	5,1	5,1	5,1
Отвальная	5,2	5,5	5,5	5,5

В слое почвы 30-50 см разница в запасах продуктивной влаги составила 7,1 мм, или 13,3 % с преимуществом чизельной обработки почвы в сравнении с отвальной обработкой почвы. В слое 50-100 см при чизельном способе обработки почвы запасов продуктивной влаги накопилось на 10,7 % больше, чем на контрольном варианте.

Наибольшие запасы продуктивной влаги 159,2 мм накопились в слое почвы 0-100 см при чизельной обработке почвы, что на 3,5 % больше, чем при отвальном способе основной обработки почвы. Запасы продуктивной влаги по вариантам опыта в метровом слое почвы, изменяясь от 153,7 мм при отвальной обработке почвы до 159,2 мм при чизельной обработке почвы, оценивались по шкале А.Ф. Вадюниной (1986) как «хорошие». К моменту уборки нута в метровом слое почвы оставалось незначительное количество продуктивной влаги (5,1-5,5 мм). Однако разница по вариантам была несущественной и колебалась в пределах ошибки опыта.

Коэффициент водопотребления культуры показывает количество воды, расходуемое на эвапотранспирацию для образования одной тонны товарной продукции. Нами были рассчитаны показатели общего расхода влаги и коэффициенты водопотребления в зависимости от способа основной обработки почвы. Расчёт был произведен на выход зерна с 1 га (таблица 17).

Таблица 17 – Баланс продуктивной влаги и коэффициент водопотребления нута сорта Донплаза в зависимости от способа основной обработки почвы на эродированном склоне

Способ обработки почвы	Запас продуктивной влаги, мм		Осадки за вегетационный период, мм	Общий расход влаги, м ³ /т	Урожайность, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	посев	уборка				
Чизельная	159,2	5,1	127	281,1	2,15	1308
Отвальная	153,7	5,5	127	275,3	2,00	1377

Анализ данных таблицы показал, что при чизельной обработке почвы, несмотря на самый высокий показатель общего расхода влаги, отмечено более экономное её использование. Общий расход влаги на производство продукции нута составлял 281,1 м³/т в варианте с чизельной обработкой почвы и 275,3 м³/т при отвальной обработке. На этом варианте на создание 1 т урожая было израсходовано наименьшее количество влаги 1308 м³/т против 1377 м³/т при отвальном способе обработке почвы.

Таким образом, запасы продуктивной влаги на варианте опыта при чизельной обработке почвы в метровом слое почвы были наибольшими (159,2 мм) и оценивались как «хорошие». Наиболее продуктивно использовалась почвенная влага при чизельном способе обработки почвы, где коэффициент водопотребления был наименьшим и составлял 130,8 мм/т против 137,7 мм/т при отвальном способе обработке почвы.

4.4 Урожайность нута на эродированном склоне в зависимости от способов основной обработки почвы

В условиях эрозионно-опасных земель исследовались два способа основной обработки: отвальная вспашка на 25-27 см (контроль) и чизелевание на 25-27 см при трех фонах удобрений. В ходе экспериментальных исследований выявлено влияние способов основной обработки почвы и применяемых различных норм минеральных удобрений на урожайность нута.

В результате исследований установлено, что чизельный способ основной обработки почвы под нут обеспечивал более высокую урожай-

ность зерна, независимо от фона минерального питания, а соответствующая прибавка по вариантам опыта варьировала в пределах 1,3-2,0 ц/га, или 7,5-9,0%, по сравнению с отвальной вспашкой, взятой за контроль (таблица 18).

Таблица 18 – Урожайность нута на эродированном склоне в зависимости от способа основной обработки почвы и уровня минерального питания, ц/га

Способ обработки	Уровень питания			Прибавка, от удобрений				Окупаемость удобрений, кг/кг	
	без удобрений	P ₆₀ K ₉₀	P ₇₀ K ₁₂₀	P ₆₀ K ₉₀		P ₇₀ K ₁₂₀		P ₆₀ K ₉₀	P ₇₀ K ₁₂₀
				ц/га	%	ц/га	%		
Чизельная	15,8	21,5	25,1	5,7	36,1	9,3	58,9	3,84	4,89
Отвальная (контроль)	14,5	20,0	23,1	5,5	37,9	8,6	59,3	3,67	4,53

НСР_{0,5} = 4,40 ц/га;
для фактора обработки почвы – 2,36 ц/га; для фактора удобрений – 3,11 ц/га.

Прибавка урожайности при изучаемых способах основной обработки почвы составила: при среднем фоне питания (P₆₀K₉₀) – 5,5-5,7 ц/га, или 36,1-37,9%, высоком фоне (P₇₀K₁₂₀) – 8,6-9,3 ц/га, или 58,9-59,3%, по сравнению с контролем без удобрений. При этом более высокие прибавки в абсолютных показателях отмечены на вариантах чизельной обработки (на 0,2-0,7 ц/га), а в относительных единицах несколько лучшие данные отмечены при отвальной вспашке (на 0,4-1,8%).

Более высокая окупаемость 1 кг внесённых удобрений прибавкой урожая обеспечивалась повышенным уровнем минеральных удобрений, независимо от способа основной обработки почвы. В абсолютном значении лучший показатель получен в условиях чизельного способа обработки почвы, который составил 4,89 кг/кг, что на 0,36 кг/кг больше, чем на варианте отвальной вспашки.

Согласно исследованиям, проведённым в условиях эрозионно-опасных земель, при рядовом способе посева рекомендуется вносить полное минеральное удобрение дозой P₇₀K₁₂₀ кг/га д.в., что позволило после чизельной обработки повысить урожайность нута до 25,1 ц/га. При этом прибавка урожайности составила 9,3 ц/га, или 58,9%, по сравнению с контролем, окупаемость вносимых удобрений – 4,89 кг зерна на 1 кг удобрений.

4.5 Эколого-экономическая оценка способов обработки почвы на эродированном склоне

В связи с увеличением доли антропогенного и техногенного фактора в сельскохозяйственном производстве проблема экологической безопасности в земледелии становится весьма актуальной. В связи с этим в земледелии области возникла необходимость в комплексе мер по совершенствованию использования и стабилизации агроландшафтов. Эти меры должны стать составной частью адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Выше неоднократно указывалось, что наибольшая опасность экологического содержания постоянно угрожает земледелию области из трех направлений: первое – это систематическое падение параметров почвенного плодородия во всех сельскохозяйственных зонах, второе – разрушение наиболее плодородного слоя почвы под действием водной эрозии и дефляции, и третье – загрязнение ядохимикатами и неправильным использованием минеральных удобрений (Ермоленко В.П., Ермоленко О.Д., Богданова Р.М., 2019).

Это – главные аспекты экологической опасности для земледелия, наносящие наибольший урон и на их устранение должны быть направлены основные материальные и технические ресурсы. Но это не единственная экологическая угроза в процессе использования всех сельскохозяйственных угодий и, особенно, пашни. Для их предотвращения необходим комплекс природоохранных мероприятий, которые состоят в следующем (Ермоленко В.П., Ермоленко О.Д., Богданова Р.М., 2019):

1) Комплекс мер по экономному использованию сельскохозяйственных земель с высоким бонитетом под застройку, дороги, и другие цели не связанные непосредственно с сельскохозяйственным производством.

2) Меры по предотвращению зарастания пахотных земель и других сельскохозяйственных угодий кустарниками и мелколесьем, что уже отчасти имеет место на временно неиспользуемых массивах пашни.

3) Строгое соблюдение доз и сроков применения минеральных удобрений. Использование их в соответствии с результатами почвенной и растительной диагностики. Произвольно принятые сроки внесения и необоснованно повышенные дозы ведут к экологическим осложнениям.

4) Предотвращение загрязнения почвы ядохимикатами. Указывалось на необходимость адекватности доз пестицидов конкретно решаемой задаче по защите урожая. В последнее время в практике земледелия проявляется тенденция решить вопрос борьбы с сорной растительностью преимущественно с помощью гербицидов – чередование культур в севообороте, целенаправленная обработка почвы и другие агротехнические приемы подчас уходят на второй план. Такое необоснованное увлечение гербицидами (как, кстати, и инсектецидами, и фунгицидами) также ведет к экологическим осложнениям.

5) Меры по ограничению пользования авиацией как при внесении удобрений (чаще – некорневых подкормок), так и при работе с ядохимикатами. Причины две: во-первых, необходимость в обработке рядом расположенных участков в пределах одного поля неодинакова, а дифференцировать дозы при авиаобработке проблематично; во-вторых, зачастую технически избежать обработки участков, которые в этом не нуждаются (в т.ч. строений, сенокосов, пастбищ, огородов и т.п.) не представляется возможным. Поэтому для авиаобработки необходимо отводить однородные по нуждаемости в защите посевы, удаленные от жилья и хозяйственных объектов и, желательно, на более крупных массивах.

6) Предотвращение излишнего уплотнения почвы колесами и гусеницами тракторов и сельскохозяйственных машин, а также чрезмерного (агрономически необоснованного) её рыхления.

В процессе сельскохозяйственной и иной деятельности на земельных угодьях в целом и на пашне в особенности могут возникнуть и иные экологические осложнения, предотвращение которых избавит земледелие от потерь.

Методика определения эколого-экономической эффективности сельскохозяйственного производства базируется, в основном, на следующих принципах (Лысенко Е.Г., 1994 г):

- анализ экологического состояния почв и земельного фонда в целом;
- оптимальность соотношения сельскохозяйственных угодий и структуры посевных площадей как фактора экологической сбалансированности земледелия;
- оптимальная доля в структуре посевов и севооборотах почвозащитных культур;

- агромелиоративное состояние земель и эффективное использование мелиорируемых площадей;
- уровень компенсации выноса питательных веществ внесением органических и минеральных удобрений;
- экономическая оценка земельных угодий.

Экономическое состояние пашни взаимосвязано с её экологическими характеристиками. Поэтому повышение экологической эффективности рассматривается как улучшение качества земли, позволяющее получать дополнительную продукцию и повышать экономические показатели хозяйств в целом в результате предотвращения ущерба природной среде. Оценка экологического эффекта от применения обработок на эрозионно-опасных склонах проводится на примере экономии затрат на восстановление плодородия почв, утраченного в результате процессов эрозии (Е.В. Полуэктов, М.В. Техина и др. 2002) (таблица 19).

Таблица 19 – Количество элементов питания, потерянных в результате водной эрозии со смывом почвы на эрозионно-опасном склоне чернозёмов обыкновенных

Способ обработки почвы	Гумус, т			Азот, ц			Фосфор, ц			Калий, ц		
	0	1	2	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Чизельная	1,87	1,91	2,05	0,31	0,32	0,33	0,23	0,24	0,26	3,35	3,69	4,15
Отвальная	2,33	2,39	2,56	0,38	0,41	0,42	0,29	0,31	0,32	4,19	4,61	5,19

Примечание: Вариант 0 – без удобрений, вариант 1 – P₆₀K₉₀, вариант 2 – P₇₀K₁₂₀ кг/га д.в.

Наибольшие затраты на компенсацию годового ущерба от водной эрозии на эродированном склоне были отмечены при отвальной обработке. По расчётам для восстановления почвенного плодородия до исходного уровня необходимо внести 1,87-2,56 т навоза или 2-3 т соломы, дополнительно. Минеральных удобрений: азотных – 0,31-0,42 ц/га, фосфорных – 0,23-0,32 ц/га и калийных – 3,35-5,19 ц/га.

Расчет компенсации годового ущерба от водной эрозии в пересчете на удобрения представлен в таблице 20.

Полученные результаты свидетельствуют, что максимальных значений показатели потери элементов питания растений и затраты на компенсацию полного годового ущерба от водной эрозии – 8,62 тыс. руб./га

достигли на контрольном варианте опыта при отвальной обработке почвы, что на 20 % выше, чем при чизелевании.

Таблица 20 – Величина компенсации годового ущерба от потери основных элементов питания в результате эрозии на склоне в зависимости от способа обработки почвы, 2019 г.

Способ обработки почвы	Ущерб в перерасчете на удобрения, ц				Всего, тыс.руб.
	навоз	азот	фосфор	калий	
Чизельная	0,21	0,51	0,38	5,79	6,90
Отвальная	0,26	0,64	0,48	7,24	8,62

Кроме того, интенсивные эрозионные процессы приводят к недобору урожая и связанной с ним потере условного чистого дохода. Согласно расчётам, недобор урожая нута изменялся от 6,2 ц/га при чизельной обработке до 5,8 ц/га при отвальной обработке почвы (таблица 21).

Таблица 21 – Годовой эколого-экономический ущерб при возделывании нута на склонах при различных способах основной обработки почвы на фоне минеральных удобрений Р₆₀К₉₀ кг/га д.в.

Обработка почвы	Ущерб от потери плодородия, тыс. руб./га	Недобор урожая, ц/га	Ущерб от недополученного урожая, тыс. руб./га	Суммарный годовой экономический ущерб, тыс. руб./га
Чизельная	6,9	6,2	18,7	25,6
Отвальная	8,6	5,8	17,4	26,0

Соответственно, ущерб от недополученного урожая при тех же условиях варьировал в пределах от 17,4 до 18,7 тыс. руб./га. Наименьший суммарный годовой экономический ущерб от проявлений водной эрозии отмечен при чизельной обработке почвы, где он составил 25,6 тыс. руб./га, наибольший – при отвальной обработке почвы – 26,0 тыс. руб./га. Примерные прямые затраты считались на средний уровень питания (Р₆₀К₉₀ кг/га д.в.) и составили 17,19-17,26 тыс. руб. на 1 га площади (таблица 22).

Наибольшие прямые производственные затраты отмечены при отвальной обработке почвы (17,26 тыс. руб./га), наименьшие – при чизельной обработке почвы (17,19 тыс. руб./га). Минимальные затраты на

возмещение ущерба от эрозии (6,9 тыс. руб./га) отмечены при чизельной обработке почвы.

Таблица 22 – Эколого-экономическая эффективность различных способов основной обработки почвы при возделывании нута на склонах

Показатель	Способы обработки почвы	
	Чизельная	Отвальная
Прямые затраты, тыс. руб./га	17,19	17,26
Затраты на возмещение ущерба от эрозии, тыс. руб./га	6,90	8,62
Суммарные прямые затраты, тыс. руб./га	24,1	25,9
Урожайность, ц/га	21,5	20,0
Стоимость продукции, тыс. руб./га	64,5	60,0
Себестоимость 1 ц продукции, руб.	1,12	1,30
Условный чистый доход, тыс. руб./га	40,4	34,1
Рентабельность, %	167,6	131,7
Окупаемость прямых затрат урожаем, руб.	2,7	2,3

С учётом затрат на возмещение ущерба от эрозии суммарные прямые затраты составили 24,1-25,9 тыс. руб./га с большими значениями при отвальной обработке почвы. Себестоимость 1 ц зерна нута при чизельной обработке составила 1,12 руб., что на 13,8 % меньше, чем при отвальной. Наибольший условный чистый доход был получен при чизельной обработке почвы: 40,4 тыс. руб./га, меньший при отвальной обработке (34,1 тыс. руб.). Здесь же получена и наивысшая рентабельность, составившая 167,6 % против 131,7 % при отвальной обработке.

При оценке экономической эффективности технологии важным экономическим показателем является окупаемость прямых производственных затрат урожаем в стоимостном выражении, по максимальным значениям которого (2,7 руб. на рубль затрат) преимущество имеет чизельная основная обработка почвы.

Удобрения, внесенные в количестве 100 кг. д.в. на гектар севооборотной площади, позволяют компенсировать элементы питания, вынесенные с отчуждаемой продукцией. Если количество смытой почвы превышает предельно допустимую норму естественного воспроизводства плодородия, наблюдается деградация почвы. Компенсируя удобрениями количество элементов питания, смытого в результате процессов

эрозии, возможно поддержание плодородия почвы на прежнем уровне. Внесение повышенных норм удобрений обеспечивает расширенное воспроизводство почвенного плодородия и получение более высокого урожая при условии сокращения поверхностного смыва почвы.

При сравнении экономической эффективности возделывания нута на плакорных и эродированных почвах выявлено преимущество плакорных почв в части урожайности нута, себестоимости единицы урожая, рентабельности производства и окупаемости прямых производственных затрат урожаям.

4.6 Биоэнергетическая оценка возделывания нута сорта Донплаза

Переход к рыночной экономике и стихийному изменению цен на материалы, оборудование, топливо и услуги не позволяют использовать традиционные экономические методы для объективной оценки эффективности технологии возделывания той или иной культуры. Поэтому при объективной оценке возможно использование энергетического способа определения эффективности применения определённой технологии возделывания культуры и степени окупаемости энергетических затрат. Биоэнергетическая оценка отдельных приёмов технологии возделывания, с точки зрения расхода энергетических ресурсов, позволяет определить структуру потоков энергии в агроценозах и выявить резервы ее экономии при производстве продукции.

Затраты совокупной энергии в наших опытах определялись на основе технологических карт с помощью энергетических эквивалентов. При расчете были использованы данные по содержанию энергии в основной и побочной продукции в соответствии с методическими рекомендациями по биоэнергетической оценке производства продукции растениеводства. Интегральным показателем биоэнергетической оценки (БЭО) эффективности является коэффициент E , отражающий отношение энергии, накопленной урожаем, к совокупным затратам использованной энергии. Кроме того, важное значение имеют прирост энергии, а также энергоёмкость (количество энергии, использованное на производство единицы продукции).

Ниже представлены значения этих показателей на фоне различных вариантов обработки почвы и норм применения удобрений при возделывании нута (таблица 23).

Таблица 23 – Биоэнергетическая эффективность возделывания нута при различных способах основной обработки почвы на эродированном склоне

Показатель	Способ обработки почвы	Уровень применения удобрений		
		«0»	«1»	«2»
Урожайность, зерновых единиц, т/га	Чизельная	1,4	1,8	2,2
	Отвальная	1,2	1,7	2,0
Затраты энергии на производство продукции, ГДж/га	Чизельная	9,7	12,0	12,7
	Отвальная	10,0	12,3	13,0
Энергия накопленная в урожае, ГДж/га	Чизельная	26,8	36,5	42,6
	Отвальная	24,6	34,0	39,2
Энергоемкость продукции, ГДж/га	Чизельная	7,1	6,5	5,9
	Отвальная	8,0	7,2	6,5
Прирост энергии в урожае сухого вещества, ГДж/га	Чизельная	17,2	24,5	30,0
	Отвальная	14,6	21,6	26,3
Коэффициент энергетической эффективности, E	Чизельная	2,8	3,0	3,4
	Отвальная	2,5	2,8	3,0

Величина энергии, накопленной в урожае, и величина затрат совокупной энергии на производство продукции отразила преимущество чизельной обработки, однако различия были более существенные: по первому показателю превышение составило соответственно 26,8-42,6 ГДж/га или 7,5-8,9 %, что связано с применением чизельной обработки почвы, требующей значительно меньших затрат. Исходя из приведённых данных, наименьшие затраты совокупной энергии на производство продукции отмечены также на варианте чизельной обработки почвы – 9,7-12,7 ГДж/га.

Как наиболее затратную следует отметить отвальную обработку. Затраты энергии на производство продукции возрастали с увеличением дозы внесения удобрений как на варианте с чизельной обработкой почвы, так и на варианте с отвальной. Это привело к увеличению прироста энергии в урожае, величина которого составила 17,2-30,0 ГДж/га на варианте с чизельной и 14,6-26,3 ГДж/га с отвальной основной обработкой почвы.

Энергоемкость продукции изменялась менее значимо, однако наименьшая величина этого показателя и, следовательно, большая экономичность, обеспечивалась при чизельной обработке. Величина коэффициента биоэнергетической эффективности E (2,8-3,4) свидетельствует о том, что наиболее эффективным способом основной обработки почвы является чизельный, где значения коэффициента больше на 10,5-12,7 %, чем при отвальной обработке.

Таким образом, анализ биоэнергетической оценки производства нута показал более высокую эффективность чизельной обработки почвы по сравнению с отвальной. Коэффициент биоэнергетической эффективности превысил соответствующий показатель на контроле на 10,5-12,7 %, что свидетельствует о несомненном преимуществе чизельной обработки на эрозионно-опасных склонах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В приазовской почвенно-климатической зоне на чернозёме обыкновенном Ростовской области впервые выявлены агротехнологические особенности возделывания нового сорта нута Донплаза с учётом технологических приёмов (способы обработки почвы, нормы высева, сроки и способы посева, уровень минерального питания) в севооборотах различных конструкций на плакорных и эродированных землях.

По результатам исследований, проведённых на плакорных землях опытного стационара установлено, что при возделывании нового сорта нута Донплаза отвальная основная обработка на глубину 25-27 см способствовала наиболее рациональному расходу почвенной влаги и обеспечивала несколько большую продуктивность культуры. Данный способ обработки при норме высева 1 млн шт./га обеспечивал лучшую урожайность зерна, которая, независимо от фона удобрений составила 17,8-23,3 ц/га.

Наряду с отвальной вспашкой следует рекомендовать и комбинированную обработку (поверхностная на 14-16 см + щелевание на 40-45 см), позволяющую при минимальном снижении урожайности менее 3% существенно (до 13,3-30,8 %) экономить энергетические ресурсы.

Применение полного минерального удобрения нормой $N_{30}P_{80}K_{80}$ кг/га д.в. после отвальной обработки обеспечивало наибольшую прибавку урожая при разных нормах высева семян – 4,3-6,9 ц/га, или 31,9-43,4 %, по отношению к контролю. Наивысшая окупаемость удобрений прибавкой урожая обеспечивалась нормой минеральных удобрений $N_{15}P_{40}K_{40}$ кг/га д.в. при норме высева 1,0 млн шт./га после отвальной обработки, составивший 4,42 кг дополнительной продукции на 1 кг внесённых удобрений.

Установлено, что в условиях приазовской зоны Ростовской области нут возможно высевать как рядовым способом через 15 см с нормой высева 0,8-1,0 млн шт./га, так и широкорядным способом, с шириной междурядий 45 см при норме высева 0,4 млн шт./га. Высокая норма $N_{30}P_{80}K_{80}$ обеспечивает прибавку урожайности при отвальной вспашке – на 31,9-43,4 %, комбинированной обработке – 30,6-39,3%, по сравнению с контролем. При этом лучшая окупаемость минеральных удобрений

обеспечивалась фоном удобрений – $N_{15}P_{40}K_{40}$, составив при названных обработках и норме высева 1,0 млн шт./га, соответственно 4,42 и 4,21 кг/кг.

Ширококорядный способ посева (через 45 см) на фоне применения минеральных удобрений способствовал статистически достоверному повышению урожайности, а прибавка урожайности на фоне разных норм удобрений варьировала в пределах 3,1-6,3 ц/га. При этом ширококорядный посев на вариантах с нормами удобрений N_{30} и $N_{30}P_{30}$ обеспечивал урожайность зерна соответственно 26,1 ц/га и 27,9 ц/га.

Применение минеральных удобрений способствует значительному увеличению содержания азота, фосфора и калия в растениях до 4,12; 1,24 и 4,12 % соответственно. Возделывание нута ширококорядным способом через 45 см позволяет растениям наиболее полно использовать элементы питания из почвенного раствора для развития мощной вегетативной массы, большого количества ветвей и бобов на растении, а также способствует формированию более крупного зерна с массой 1000 зёрен 284-290 г.

При возделывании нового сорта нута Донплаза ширококорядным способом, с шириной междурядий 45 см наиболее эффективно внесение минеральных удобрений нормой $N_{30}P_{30}$ кг/га д.в., что позволяет получить урожай зерна 27,9 ц/га с максимальным условным чистым доходом 58,34 тыс. руб./га при высокой окупаемости прямых затрат урожаем (3,92 руб.).

На эрозионно-опасных землях при чизельной основной обработке почвы возрастает количество водопрочных агрегатов, стабильно превышая этот показатель при отвальной основной обработке почвы на 3-9 %, что имеет большое значение для снижения эрозионных процессов в склоновом земледелии. При чизельной обработке почвы были сформированы наибольшие запасы продуктивной влаги в метровом слое (159,2 мм) и отмечено наиболее продуктивное её использование – 130,8 мм/т против 137,7 мм/т при отвальном способе обработке почвы, что позволяет получать урожайность зерна нута на 7,5-9,0% выше по сравнению с урожайностью на фоне отвальной вспашки.

В условиях эрозионно-опасных земель при рядовом способе посева рекомендуется вносить минеральное удобрение нормой $P_{70}K_{120}$ кг/га д.в., что обеспечивает на варианте чизельной обработки урожайность нута

25,1 ц/га. Прибавка урожайности при этом составляет 9,3 ц/га, или 58,9%, по сравнению с контролем, а окупаемость вносимых удобрений – 4,89 кг зерна на 1 кг удобрений.

Установлено, что применение чизельной обработки позволило сократить поверхностный сток воды на 8,2 %, а смыв почвы на 10,5 % по сравнению с отвальной вспашкой. Эта тенденция подтверждается коэффициентом подверженности эрозионным процессам, составившим при чизельной обработке почвы 2,4 против 2,7 на контроле.

По экономическим показателям: минимальной величине компенсации годового ущерба от потери плодородия в результате эрозии (6,9 тыс. руб./га) и наивысшей окупаемости произведённых затрат урожая в стоимостном выражении (2,7 руб. на рубль затрат), преимущество имеет чизельная основная обработка почвы. При сравнении экономической эффективности возделывания нута на эродированных и плакорных землях выявлено преимущество последних в части уровня урожайности, себестоимости, рентабельности производства и окупаемости прямых производственных затрат урожая.

Анализ биоэнергетической оценки производства нута показал более высокую эффективность чизельной обработки почвы по сравнению с отвальной. Коэффициент биоэнергетической эффективности превысил соответствующий показатель на контроле на 10,5-12,7 %, что свидетельствует о несомненном преимуществе чизельной основной обработки почвы на эрозионно-опасных склонах чернозёмов обыкновенных.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агроклиматические ресурсы Ростовской области. – Л.: Гидрометеоздат, 1972. – 250 с.
2. Акулов А.С., Беяева Ж.А. Сравнительная оценка различных сортов нута в зависимости от элементов технологии возделывания // Зернобобовые и крупяные культуры, 2016. №1. С. 56-60.
3. Артохин К.С. Атлас сорных растений. Ростов-на-Дону: Книга, 2004. 144 с.
4. Балашов А.В. Нормы и способы посева при выращивании элитных семян нута // Аридное землепользование – способы и технологии интенсификации. М., 2009. С. 329-332.
5. Балашов В.В., Балашов А.В. Влияние бактериальных и минеральных удобрений на урожайность нута // Плодородие. 2010. № 4. С. 38-39.
6. Балашов В.В., Балашов А.В. Волгоградский нут: монография // Волгоград: ФГБОУ ВПО Волгоградский ГАУ, 2013. 108 с.
7. Балашов В.В., Балашов А.В. Нут в Нижнем Поволжье. Волгоград, 2009. 190 с.
8. Боднар Г.В., Лавриненко В.В. Зернобобовые культуры. М.: Колос, 1977. 255 с.
9. Болезни нута и меры борьбы с ними Пропозиція – Главный журнал по вопросам агробизнеса, 2017. <https://propozitsiya.com/bolezni-nuta-i-meru-borby-s-nimi>.
10. Бородин Н.Н. Пшеница на Дону. Ростов-на-Дону, 1976. 128 с.
11. Будилов А.П. Возделывание зерновых и зернобобовых культур на корм и фураж в Оренбургской области // Вестник мясного скотоводства. 2013. № 2(80). С. 108-115. <https://cyberleninka.ru/article/n/vozdelyvanie-zernovyh-i-zernobobovyh-kultur-na-korm-i-zernofurazh-v-orenburgskoy-oblasti>.
12. Бухориев Т.А. Симбиотическая азотфиксация, урожайность и белковая продуктивность сои, маша и нута в условиях Гиссарской долины: автореф. дисс. канд. с.-х. наук 06.01.09. М., 1997. 31 с.
13. Вавилов П.П., Посыпанов Г.С. Бобовые культуры и проблема растительного белка. М.: Россельхозиздат, 1983. 256 с.

14. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв: [учебное пособие по специальности «Агрохимия и почвоведение»] 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. 415.
15. Ванифатьев А.Г. Нут в Северном Казахстане. Алма-Ата: Кайнар, 1981. 53 с.
16. Ветрова Е.Г., Голбан Н.М., Коробко В.А. Зернобобовые культуры. Кишинев: Картя Молдовеняскэ, 1998. 154 с.
17. Вошедский Н.Н. Вредители и болезни полевых культур в Ростовской области / Ростов н/Д. 2005. – 187 с.
18. Вошедский Н.Н. Особенности сочетания агротехнических и химических приёмов защиты сои в приазовской зоне Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 4 (72). С. 101-104.
19. Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А. Эффективность приёмов возделывания нута // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 9. Т. 2. С. 77-80.
20. Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А. Эффективность минеральных удобрений на нуте // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 9. Т. 2. С. 73-76.
21. Гаевая Э.А., Тарадин С.А., Нежинская Е.Н. Приёмы возделывания ярового ячменя, увеличивающие его урожайность на эрозионно-опасных склонах // Аграрные конференции, 2018 – № 3 (9). С. 1-10.
22. Гаевая Э.А. Почвозащитная технология возделывания сои на эрозионно-опасных склонах в Ростовской области // АгроФорум. 2019. № 5. С. 52-54.
23. Гаевая Э.А., Мищенко А.Е., Тарадин С.А. Возделывание подсолнечника. Элементы ресурсосберегающей технологии возделывания подсолнечника на склонах Ростовской области // Фермер. Поволжье. 2016. № 6 (48). С. 42-46.
24. Гаевая Э.А., Тарадин С.А., Васильченко А.П. Нужна ли минимизация обработки почвы? // Фермер. Поволжье, 2017. № 7 (60). С. 46-47.
25. Гаевая Э.А. Роль почвозащитных севооборотов в экологической стабильности склонов // Экологический вестник Северного Кавказа. 2019. Т. 15. № 3. С. 4-10.
26. Германцева Н.И. Биологические особенности, селекция и семеноводство нута в засушливом Поволжье: дис. на соискание степени д-ра с.-х. наук. Пенза, 2001. 350 с.

27. Германцева Н.И. Нут – культура засушливого земледелия. Саратов, 2011. 200 с.
28. Германюк Д.Д. Изучение динамики поверхностного стока и смыва почвы в зависимости от крутизны и длины склонов / Методы исследования водной эрозии почв. Кишинев, 1976. С. 158-164.
29. Голев Ю.И. Нут на черноземах // Зернобобовые культуры. – 1998. № 2. 20 с.
30. Гончар Л.Н., Щербакова Е.Н. Нут – перспективы выращивания в лесостепи Украины // Науковий огляд. 2014. Т. 8. № 7. С. 25-30.
31. Горлов И.Ф. Нут – альтернативная культура многоцелевого назначения. Волгоград, 2012. 107 с.
32. Гринько А.В., Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и водопотребление нута в богарных условиях // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. № 4. С. 93-98.
33. Гринько А.В., Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А. Приемы возделывания нута в условиях обыкновенных черноземов // Известия Оренбургского ГАУ. 2019. № 4 (78). С. 84-88.
34. Гринько А.В., Кулыгин В.А. Влияние способов основной обработки почвы и фонов минерального питания на продуктивность яровой пшеницы в условиях обыкновенных черноземов // Современные научные исследования и инновации. 2016. №11 (Электронный ресурс). URL: <http://web.snauka.ru/issues/2016/11/74355>.
35. Гринько А.В., Вошедский Н.Н., Кулыгин В.А. Влияние элементов технологии возделывания на урожайность и водопотребление нута в богарных условиях // Зернобобовые и крупяные культуры. 2019. №4. С. 92-98. DOI: 10. 24411/2309-348X-2019-11138.
36. Гудинова Е.Н., Крючкова Н.М., Шанина Л.И. Зернобобовые культуры в Западной Сибири: учеб. пособие. // Омск, 1982. 68 с.
37. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
38. Доспехов Б.А., Васильев, И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию. (учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений). М.: Колос, 1987. 384 с.
39. Дьяков В.Н. Совершенствование метода учета смыва почв по водороидам // Почвоведение. 1984. № 3. С. 146-148.

40. Енкен В.Б., Митюкевич Р.Л. Нут. Кормопроизводство с основами земледелия. М.: Агропромиздат, 1985. С. 191-192.
41. Ермоленко В.П., Ермоленко О.Д., Богданова Р.М. Экологизация АПК России как основа эколого-экономической эффективности хозяйствования // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2019. № 4 (36). С. 203-219.
42. Задорин А.Д., Жуковский П.М. Зернобобовые культуры в кормопроизводстве и полеводстве // Кормопроизводство. 2001. №7. С. 9-11.
43. Зональные системы земледелия Ростовской области (на период 2013-2020 гг.). Ч. 1. Ростов-на-Дону, 2012. 233 с.
44. Ильинская И.Н., Тарадин С.А., Гаевая Э.А. и др. Экологические аспекты почвозащитной технологии возделывания подсолнечника на склонах Ростовской области // Проблемы и перспективы развития агропромышленного производства. Пенза, 2019. С. 169-192.
45. Кажан Н. Нут – культура для рисковых // Земля и жизнь, 2019. № 16(192). С. 23.
46. Каштанов А.Н. Концепция устойчивого земледелия России // Земледелие. 2000. № 3. С. 10-12.
47. Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф., Яшин В.М. Методические рекомендации по оценке экологической и мелиоративной ситуаций на орошаемых землях. М.: РАСХН, 1994.
48. Кирюшин В.И. Экологизация земледелия и технологическая политика. М.: МСХА, 2000. 473 с.
49. Кирюшин В.И., Иванов А.Л. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: Методическое руководство / Под ред. В.И. Кирюшина и А.Л. Иванова. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. 784 с.
50. Кишнякина В., Садохин Ю. Норма высева нута // Кормопроизводство. 1996. № 3. С. 36-38.
51. Корнилов А.А., Асалиев А.И., Сысоев Ю.А. Сравнительная засухоустойчивость и солевыносливость сортов гороха, нута, чины // Устойчивость зернобобовых и крупяных культур к неблагоприятным факторам среды и пути ее повышения. Орел, 1982. С. 27-34.
52. Костина В.С. Изучение показателей водного режима зернобобовых культур в условиях Ставропольского края // Бюлл. НТИ ВНИИЗБК. 1973. № 6. С. 51-56.

53. Костяков А. Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1957. 750 с.
54. Лавренко С.О. Лавренко Н.Н. Экономическая эффективность выращивания нута в условиях Юга Украины // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации, 2014. №4 (16).С. 49-59.
55. Лёвкина А.Ю. Влияние способов основной обработки почвы на оптимизацию водного режима и урожайность нута / А.Ю. Лёвкина, А.П. Солодовников, Б.З. Шагиев, А.А. Беляева, И.С. Полетаев // Кормопроизводство, 2018. №12. С. 14-17.
DOI: 10.25685/KRM.2018.2018.21818
56. Липичанская Р.А. В поисках гербицида для прополки нута / Р.А. Липичанская, А.В. Балашов, А.В. Нечаев // Защита и карантин растений, 2007. №6. С. 33.
57. Листопадов И.Н. Севообороты Южных регионов. Ростов-на-Дону: ЮрГТУ (НПИ), 2005. 275 с.
58. Листопадов И.Н., Игнатъев Д.С. Почвенная влага севооборотов на эрозионноопасных склонах // Научно-агрономический журнал. 2010. № 2. С. 10-14.
59. Лобачева Е.И., Агафонов Е.В., Пимонов К.И. Испытание совместного применения бактериальных и минеральных удобрений на нуте в Ростовской области: Материалы Всерос. науч.- практ. конф. «Проблемы плодородия почв на современном этапе развития». Пенза. 2002. С.79-81.
60. Лобачева Е.И., Агафонов Е.В., Пимонов К.И. Применение минеральных и биоудобрений на посевах нута в Ростовской области: Материалы II конф. молодых ученых / Агрономическая наука в начале XXI века. Пенза, 2001. С. 21-23.
61. Лопырев М.И. Ландшафтное земледелие и землеустройство. Земледелие, 1988, № 10.С. 20-22.
62. Лопырев М.И. Рябов Е.И. Защита земель от эрозии и защита природы. М.: Агропромиздат. 1989. 240 с.
63. Лысенко Е.Г. Эколого-экономическая эффективность использования земель. Ростов-на-Дону: «Полиграф», 1994. 199 с.
64. Метлина Г.В., Васильченко С.А., Кривошеева Е.Д. Урожайность нута в зависимости от водного и пищевого режимов почвы Ростовской области // Зерновое хозяйство России, 2018. №3. С. 13-17.
65. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М.: Госагропром СССР, 1989. 162 с.

66. Методика определения экономической эффективности технологий и сельскохозяйственной техники / А.В. Шпилько, И.В. Драгайцев, П.Ф. Тулапин и др. М.: ГП УСЗ Минсельхозпрома России, 1998. 219 с.
67. Мищенко А.Е., Мищенко А.В. Технология возделывания гороха в условиях эрозионно-опасных склонов Ростовской области // Фермер. Поволжье. 2017. № 2 (55). С. 70-73.
68. Новосёлов Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю.К. Новосёлов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов и др. // ВНИИ кормов. М.: Россельхозакадемия, 1997. 156 с.
69. Нугаева З.Ш. Симбиотическая активность, урожайность и белковая продуктивность нута в условиях Северного Казахстана: автореф. дисс. канд. с.-х. наук 06.01.09. М., 1992. 28 с.
70. Олейник П.П. Культура нута в Узбекистане. Ташкент, 2001. 254 с.
71. Основы биоэнергетической оценки производства продукции растениеводства. Учебное пособие / А.В. Удалов, А.П. Авдиенко., А.М. Струк, В.В. Удалов, Петровская, М.А. Збрайлов. пос. Персиановский, ФГОУ ВПО «Донской ГАУ». 2008. 103 с.
72. Панделов Ю.П. Применение минеральных удобрений в новых экономических условиях // Агрехимический вестник. 2002. №2. С.4-7.
73. Плескачѳв Ю.Н., Антонникова С.Е. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника на южных чернозѳмах Волгоградской области // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2013. № 12 (110). С. 12-15.
74. Полуѳктов Е.В., Цвылев Е.М. Почвенно-земельные ресурсы Ростовской области: монография. Новочеркасск: УПЦ «НАБЛА» ЮРГТУ (НПИ), 2008. 355 с.
75. Полуѳктов Е.В., Луганцев Е.П. Почвозащитные системы в ландшафтном земледелии. Ростов-на-Дону: Изд-во СКНЦВШ, 2005. 208 с.
76. Полуѳктов Е.В., Техина М.В., Техин И.И. Эколого-экономическая оценка систем земледелия с комплексом противоэрозионных мероприятий /Метод.указ. для дипл.проектир.. – Новочеркасск: Изд-во НГМА, 2002. – 48 с.
77. Полуѳктов Е.В., Чешев А.С. Рациональное использование эродированных земель. – Ростов на-Дону, 1990. 127 с.
78. Практикум по агрохимии. Агрохимические методы исследований почв. 5-е изд. М.: Наука, 1975. 656 с.

79. Производство нута: реферат, 2014. /<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=727789>.
80. Рычкова М.И., Гаевая Э.А., Мищенко А.В. Ресурсосберегающие элементы технологии возделывания сои на склонах Ростовской области // Живые и биокосные системы, 2019. № 28. С. 2.
81. Рычкова М.И., Тарадин С.А. Урожайность сои сорта Славяночка на эрозионно-опасном склоне в зависимости от способа основной обработки почвы и минеральных удобрений // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 3-1. С. 131-134.
82. Сапожникова С.А. Шашко Д.И. Агроклиматические условия размещения и специализации сельскохозяйственного производства. Л.: Геогр. общество СССР, 1959. 25 с.
83. Сахаров В.М. Изучение эрозионных процессов в лабораторных и полевых условиях / Методы исследований водной эрозии почв. Кишинев, 1976. С. 197-208.
84. Селянинов Г.Т. Агроклиматическая карта мира / Г.Т. Селянинов; Под ред. И.А. Гольцберг. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 10 с.
85. Система семеноводства и технология возделывания нута: ответы на ключевые вопросы, 2017 // <https://rynok-apk.ru/articles/plants/vozdelyvanie-nuta/>
86. Системы земледелия на мелиорированных землях: метод. рекомендации к лаб. и практич. занятиям / В.П. Василько, В.Н. Герасименко, С.А. Макаренко. Краснодар: КубГАУ, 2016. 63 с.
87. Тарадин С.А. Элементы технологии возделывания подсолнечника на склоновых землях Ростовской области // Живые и биокосные системы, 2019. № 30. 1 с.
88. Хитров Н.Б. Деградация почвы и почвенного плодородия: понятия и подходы к получению оценок / Антропогенная деградация почвенного покрова и меры ее предупреждения: Тез. и докл. Всерос. конф. Т. 1. М., 1998. С. 8-10.
89. Шабаев А.И. Особенности обработки почв в различных зонах и агроландшафтах Поволжья. Земледелие, 2001. № 5. С. 13.
90. Шаповалова Н. Выращивание нута по безгербицидной технологии. 26 мая 2017 г. // <https://www.agroxxi.ru/zhurnal-agromir-xxi/stati-rasteniievodstvo/vyraschivanie-nuta-po-bez-gerbicidnoi-tehnologii>.

91. Федюшкин А.В., Пасько С.В. Эффективность возделывания нута на черноземе обыкновенном в зависимости от способа посева и фона минерального питания // Достижения науки и техники АПК, 2020. Т. 34. № 5. С. 28-32.
92. Федюшкин А.В., Пасько С.В. Продуктивность нута в зависимости от нормы высева и фона минерального питания // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2019. № 2-1. С. 69-71.

**Вошедский Николай Николаевич
Ильинская Изидда Николаевна
Кулыгин Владимир Анатольевич
Пасько Сергей Валентинович
Гаевая Эмма Анатольевна
Федюшкин Андрей Владимирович
Рычкова Марина Николаевна
Тарадин Сергей Андреевич
Нежинская Екатерина Николаевна
Мищенко Анна Владимировна**

**ЭКОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ТЕХНОЛОГИИ
ВОЗДЕЛЫВАНИЯ НОВОГО СОРТА НУТА ДОНПАЗА
В УСЛОВИЯХ ПЛАКОРНЫХ И СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ
РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ**

Подписано к печати 26.10.2020 г.
Объем 4,9 уч.-изд.л. 6,75 усл.п.л. Печать цифровая. Бумага офсетная
Гарнитура «Таймс» Формат 60x84/16. Заказ № 909
Тираж 500 экз.

Адрес: 346735, Ростовская область, Аксайский район,
пос. Рассвет, ул. Институтская 1.

Издательство ООО «АзовПринт»
346780, г. Азов, ул. Привокзальная, 6 а, Тел.: (86342) 5-37-57

Отпечатано в типографии ООО «АзовПринт»