

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФГБОУ ВО «РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ – МСХА имени К.А. Тимирязева»

На правах рукописи

Баба Зой Фероз

**ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ ХЛОПЧАТНИКА  
В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПОСЕВА И ДОЗЫ  
АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ В УСЛОВИЯХ ЗАСУШЛИВОГО  
КЛИМАТА АФГАНИСТАНА**

Специальность: 4.1.1 Общее земледелие и растениеводство

Диссертация на соискание ученой степени  
кандидата сельскохозяйственных наук

Научный руководитель:  
Кухаренкова Ольга Владимировна,  
кандидат сельскохозяйственных наук,  
доцент

Москва, 2024

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	3
ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ	8
1.1. Современное состояние хлопководства	8
1.2. Урожайность хлопчатника в зависимости от способа и плотности посева	11
1.3. Урожайность хлопчатника при применении удобрений	24
ГЛАВА 2. СХЕМА ОПЫТА, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ	35
2.1. Климат местности и агрометеорологические условия в годы исследований	35
2.2. Характеристика почвы опытного участка и агротехника хлопчатника в опыте	38
2.3. Схема опыта и методика проведения исследований	42
ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ РАСТЕНИЯМИ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОСЕВА И ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ	45
3.1. Динамика изменения морфо-биологических характеристик растений хлопчатника	45
3.2. Элементы продуктивности хлопчатника	56
ГЛАВА 4. УРОЖАЙНОСТЬ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ ХЛОПЧАТНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПОСЕВА И ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ	66
4.1. Урожайность и выход волокна	66
4.2. Структура урожая хлопчатника	70
ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОСЕВА И ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ	76
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	80
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	83
ПРИЛОЖЕНИЯ	105

## ВВЕДЕНИЕ

**Актуальность исследований.** Хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.) – важная товарная сельскохозяйственная культура комплексного использования. Хлопок-сырец и хлопковое масло являются ценным экспортным товаром, экономика диктует постоянную необходимость увеличения прибыли в хлопководстве, прежде всего, за счет роста урожайности хлопчатника. На урожайность хлопчатника оказывают влияние множество факторов. Среди агрономических факторов первостепенное значение имеют способ и плотность посева семян. Хлопчатник реагирует величиной урожая на способ посева, на равномерность распределения растений по всей посевной площади. В разных странах мира применяются различные способы посева. Каждый из способов посева показывает в зависимости от условий выращивания хлопчатника различную эффективность. Важно установить, в каких почвенно-климатических и организационно-хозяйственных условиях тот или другой способ посева обеспечит получение ожидаемой урожайности. В технологии возделывания хлопчатника важное место отводится минеральным удобрениям, прежде всего азотным. При достаточном снабжении растений азотом повышается урожайность и качество волокна. Хлопок-сырец – один из главных продуктов экспорта Афганистана. Поскольку до настоящего времени не установлены наиболее эффективные способы посева семян и дозы азотного удобрения для хлопководящих провинций Афганистана, в том числе для провинции Гильменд, где культура хлопчатника широко распространена, тема исследований является актуальной.

**Степень научной разработанности проблемы.** Важный вклад в изучение морфо-биологических особенностей хлопчатника, реакции хлопчатника на способы, схемы и плотность посева, а также на применение минеральных удобрений, прежде всего азотных, внесли работы российских и зарубежных

ученых: Бондаренко К.В., Ботурова У.Т., Иванова В.М., Израфиловой Р.В., Набиева Т.С., Рашидова Х.И., Сейидалиева Н.Я., Токаревой Н.Д., Туз Р.К., Турсунова Х., Уразматова Н.Н., Умбетаева И., Эюбова Р.Э., Ahmad I., Deshpande A.N., Dong H., Farooq O., Cetin M.D., Hallikeri S.S., Hemmat N., Ishfaq M., Khan B., Khalilullah K., Kumari C.P., Li W.H., Ma Y., Noori G. H., Oosterhuis D.M., Patel J.G., Rajpoot S.K., Ramulu Y.J., Saleem M. F., Shah A.N., Shahzad M.A., Singh S.K., Singh A.K., Thakur M.R., Usman K., Wang S. и мн. др. В то же время важно установить эффективность отдельных приемов агротехники хлопчатника в определенных почвенно-климатических условиях, с учетом специфики ведения растениеводства в стране.

**Цель исследования** – научно обосновать приемы повышения урожайности хлопчатника на основе оптимизации способов посева и доз азотных удобрений в условиях засушливого климата южной агроэкологической зоны Афганистана.

**Задачи исследования:**

1. Оценить влияние способа посева и уровня азотного питания на морфобиологические особенности растений хлопчатника и элементы его продуктивности: высоту растений, структуру надземной биомассы, длину и массу корней, количество моноподиальных и симподиальных побегов, количество коробочек на растении и др.), определить площадь листьев и индекс листовой поверхности.

2. Определить урожайность хлопчатника при использовании различных способов посева и доз азотного удобрения.

3. Оценить влияние способа посева и уровня азотного питания на основные элементы структуры урожая хлопчатника: количество открытых коробочек на растении, масса хлопка-сырца и хлопкового волокна в коробочке.

4. Обосновать эффективность применения различных доз азотного удобрения по окупаемости азота удобрения прибавкой урожая.

5. Рассчитать экономическую эффективность возделывания хлопчатника при использовании различных способов посева и доз азотного удобрения.

**Научная новизна.** Впервые в условиях засушливого климата южной агроэкологической зоны Афганистана в 3-летних исследованиях научно обосновано, что хлопчатник при орошении формирует высокопродуктивные посевы с урожайностью 4,6-5,0 т/га хлопка-сырца на бурых полупустынных тяжелосуглинистых почвах при выращивание на грядах – в два ряда с площадью питания каждого растения 0,75 x 0,45 (м) и при применении азотного удобрения в дозах  $N_{150}$  и  $N_{180}$  равными долями в два срока – перед посевом и в начале фазы цветения хлопчатника.

**Теоретическая и практическая значимость.** В условиях засушливого климата южной агроэкологической зоны Афганистана обоснованы параметры формирования высокопродуктивных агроценозов хлопчатника в зависимости от способа посева и уровня азотного питания. Установлено, что наиболее высокая урожайность хлопчатника достигается при плотности посевов к уборке 29630 растений/га, площади листовой поверхности 21,2-23,8 тыс. м<sup>2</sup>/га, количестве открытых коробочек 24,5-24,6 шт./растение, массе хлопка-сырца в коробочке 6,3-6,9 г и массе хлопкового волокна 2,3-2,5 г/коробочку. Доказано, что при посеве на грядах урожайность хлопчатника возростала на 76,5% и при внесении азотного удобрения в дозах  $N_{150}$  и  $N_{180}$  увеличивалась в 2,3 раза и 2,5 раза соответственно.

**Методология и методы исследований.** Исследования базируются на основе всестороннего анализа изучаемой проблемы, постановке цели и задач исследований, проведении полевых опытов по современным методикам, статистической обработке экспериментальных данных и анализе полученных результатов.

**Основные положения, выносимые на защиту:**

- формирование фотосинтетического аппарата, морфо-биологических показателей растений хлопчатника при использовании различных способов посева и доз азотных удобрений;

- научно-практические основы эффективности агротехнических приемов (способа посева, внесения азотных удобрений) управления формированием урожая хлопчатника;

- параметры формирования продуктивности растений, урожая и элементов структуры урожая хлопчатника при использовании различных способов посева и доз азотных удобрений;

- высокая эффективность применения обоснованных способов посева и доз азотных удобрений при формировании урожайности хлопчатника.

**Степень достоверности результатов.** Достоверность полученных результатов подтверждается проведением полевого опыта в течение трех лет по стандартным методикам; использованием общепринятых методик и ГОСТов, применяемых в земледелии, растениеводстве, методов статистической обработки данных, публикацией основных результатов в рецензируемых журналах, рекомендованных ВАК Российской Федерации, апробацией материалов на конференциях.

**Апробация результатов исследований.** Основные положения диссертации доложены, обсуждены и одобрены на конференциях: Международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 135-летию со дня рождения А.Н. Костякова (Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022 г.); Всероссийской конференции молодых исследователей «Аграрная наука – 2022» (Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022 г.); 76-ой Международной научно-практической конференции молодых ученых, аспирантов и студентов «Современные проблемы агропромышленного комплекса» (Кинель, Самарский государственный аграрный университет, 2023 г.); Международной научной конференции молодых

учёных и специалистов, посвящённой 180-летию со дня рождения К.А. Тимирязева (Москва, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2023 г.).

**Публикации.** По материалам диссертационного исследования опубликовано 7 печатных работ, в том числе 2 в журналах, рекомендованных ВАК Минобрнауки РФ.

**Личный вклад соискателя.** Результаты экспериментальных и теоретических исследований получены автором лично. Соискателю принадлежат разработка программы исследований, проведение экспериментов, обработка и интерпретации результатов исследований, теоретическое обобщение полученных результатов, разработка рекомендаций производству, подготовка основных публикаций по выполненной работе и апробация полученных результатов.

**Структура и объем диссертации.** Диссертация изложена на 132 страницах. Состоит из введения, основной части, содержащей 15 таблиц и 19 рисунков, заключения, библиографического списка (включает 202 источника, в том числе 173 источника на иностранном языке) и 24 приложения.

**Благодарность.** Автор выражает глубокую признательность и благодарность коллективу кафедры растениеводства и луговых экосистем, профессорам Шитиковой А.В., Лазареву Н.Н., доцентам Заренковой Н.В., Константинович А.В. за полученные в ходе выполнения работы ценные советы. Особую признательность выражает научному руководителю, доценту, кандидату сельскохозяйственных наук, Кухаренковой О.В. за непосредственное участие в обсуждении научных результатов исследований.

# ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## 1.1. Современное состояние хлопководства

Хлопок сыграл главную роль в промышленной эволюции, начиная с XVIII века. Он также играет важную роль в текстильной промышленности. Это трудоемкая товарная культура, массово выращиваемая по всему миру. Хлопок в основном поддерживает мировой рынок текстильных фабрик и мировой рынок производства одежды. По данным Renub Research, ожидается, что к 2027 году (с 2020 по 2027 год) мировой рынок хлопка достигнет 46,56 миллиардов долларов США.

Хлопчатник – культура стратегическая. Выращиванием хлопчатника занимаются в более чем 82 странах мира на площади 31,4 млн. га. Общемировое производство хлопка-сырца составляет 69,7 млн. т. Лидерами по производству хлопка-сырца являются следующие 10 стран: Китай, Индия, США, Бразилия, Узбекистан, Австралия, Турция, Пакистан, Туркменистан, Аргентина (таблица 1, рисунок 1).

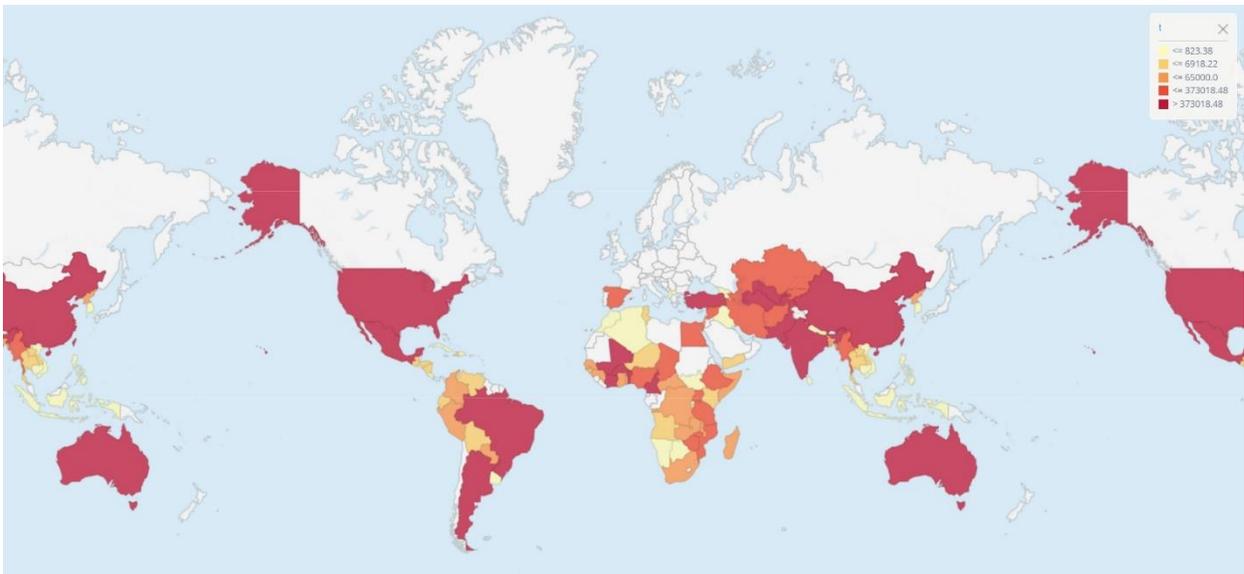


Рисунок 1 – Объемы производства хлопка-сырца по странам, 2022 г.

Таблица 1 – Урожайность, посевные площади и производство хлопка-сырца в странах-лидерах (данные FAOSTAT, 2022 г.)

Страна	Урожайность, т/га	Посевная площадь, млн. га	Производство, млн. тонн
Китай	6,04	3,00	18,12
Индия	1,21	12,37	14,99
США	2,81	3,01	8,47
Бразилия	3,89	1,65	6,42
Узбекистан	3,41	1,03	3,50
Австралия	5,10	0,55	2,80
Турция	4,80	0,57	2,75
Пакистан	1,12	2,14	2,41
Туркменистан	2,07	0,58	1,20
Аргентина	2,32	0,48	1,12
Мир	2,22	31,43	69,67

Именно в этих странах развёрнуты наиболее масштабные научные исследования по изучению особенностей роста и развития хлопчатника при использовании различных способов посева, полива, применения удобрений.

Хлопок также является очень политической культурой, поскольку он важен для мирового обмена многих развивающихся стран. Хлопок растет почти во всех тропических и субтропических регионах мира. Высокая устойчивость к соли и засухе делает хлопок привлекательной культурой для засушливых и полузасушливых регионов.

Хлопчатник – культура короткого дня, не выдерживает отрицательных температур. При возвратных весенних заморозках всходы погибают и поля приходится пересевать. При благоприятных условиях от момента посева до появления всходов проходит 5-6 дней, от всходов до появления настоящих листьев 8-12 дней. Весь период вегетации занимает у средневолокнистых сортов 125-150 суток, у тонковолокнистых 145-160 суток. Продолжительность периода роста (порядка 180-220 дней без заморозков, в зависимости от сорта). Наиболее

благоприятной для развития растений считается температура +25°C, а в фазу цветения +26-30°C. Сумма активных температур 3000°C для раннеспелых сортов, 3400°C – для среднеспелых и 4000°C – для позднеспелых. Несмотря на относительную засухоустойчивость культуры, есть периоды, когда потребность растений в воде очень высока. Это фаза цветения и образования коробочек. В странах Азии современные аграрии выращивают хлопчатник только с применением орошения.

Вегетационные поливы улучшают качество волокна, но при этом важно не допустить избыточного разрастания зеленой массы. Поливы должны быть регулярными, но умеренными. Для усиления корнеобразования всходы поливают в фазу 3-5 листьев и второй раз – в фазу бутонизации. Избыточная влажность почвы может привести к разрастанию побегов и гниению формирующихся коробочек с семенами. Периодичность должна быть такой, чтобы перед следующим поливом из почвы израсходовалась половина влаги в горизонте 85-90 см. В течение периода вегетации количество поливов хлопчатника варьируется от 2 до 12, в зависимости от метеорологических условий. Поливная норма на 1 га составляет 600-1000 м<sup>3</sup>.

Хлопчатник имеет индетерминантный тип роста и длительный период вегетации, очень чувствителен к условиям окружающей среды и агротехническим приемам выращивания. Густота стояния растений, доза минерального азота и регулирование условий влагообеспеченности путем орошения являются тремя важными агрономическими факторами поддержания высокой урожайности и устойчивого развития хлопководства (Ahmad S., Raza I., 2014; Li P. et al., 2015).

## 1.2. Урожайность хлопчатника в зависимости от способа и плотности посева

Густота стояния растений существенно влияет на структуру куста и плодоношение хлопчатника. Равномерное распределение всходов по всей посевной площади обеспечивает более полное использование растениями воды и элементов питания, поэтому при разработке технологии возделывания хлопчатника уделяется исключительно большое внимание способам посева, густоте стояния растений и размещению растений (Гюльяхмедов, Аннагиев, 1990).

Ahmad S., Hasanuzzaman M. (2020) дают характеристику различным методам посева хлопчатника и как наиболее передовой и прибыльный рассматривают метод выращивания хлопчатника на грядках. Грядки нарезаются специальными машинами, семена высеваются вручную в рядки на глубину 1 дюйм (2,54 см). Расстояние между рядками на грядках составляет 75 см, между растениями в ряду – 25 см (рисунок 2).

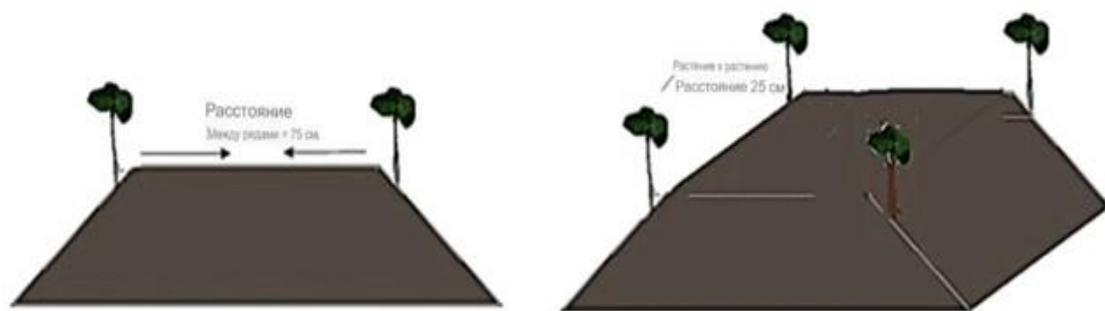


Рисунок 2 – Посев хлопчатника на грядках в два ряда

Такой способ посева повышает процент всхожести, устраняет образование корки, которая иногда снижает всхожесть семян. Кроме того, эта технология посева также улучшает состояние растений, обеспечивает лучшее развитие растений и более высокую урожайность (выше на 33%) по сравнению с «плоским» посевом. Среди других преимуществ посева хлопчатника на грядках следует отметить возможность быстрого отвода воды после выпадения большого

количества осадков, более эффективное использование питательных веществ; уменьшается полегание растений в связи с лучшим развитием корневой системы, меньше распространенность болезней, легче организовать защиту от сорняков.

Посев семян в гребень является еще одним важным методом посева хлопчатника, который широко применяется во всех странах-производителях хлопка в мире и дает более высокую урожайность по сравнению с другими методами посева (рисунок 3). Гребни также подготавливаются механически с помощью гребнеобразователя. Этот способ посева может называться гребневидно-бороздчатым, так как одновременно формируются гребень и борозда. Семена высеваются вручную на боковую сторону гребня. Повышается всхожесть семян и урожайность хлопчатника по сравнению с плоскостным посевом, широко практикуется в Пакистане и другие странах-производителях хлопчатника в мире (Gürsoy et al., 2013).

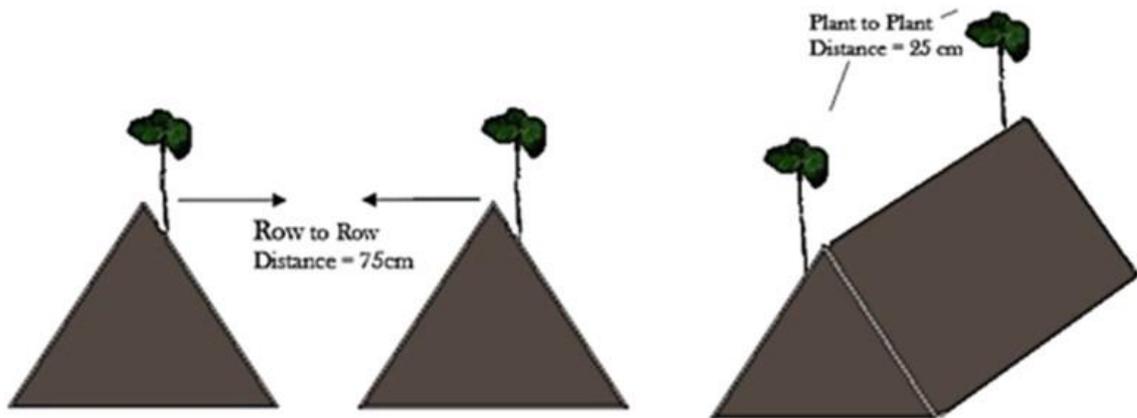


Рисунок 3 – Посев хлопчатника в гребень по схеме 75 см х 25 см

Еще один способ посева – посев хлопчатника сеялкой в ряд (широкорядный, с разной шириной междурядья) обеспечивает равномерное распределение семян и посев на нужную глубину, что, как правило, приводит к более высокой всхожести и равномерному росту урожая. Этот метод посева хлопчатника также широко распространен во всех хлопководческих регионах мира и показывает наилучшие результаты (рисунок 4). Схемы посева

применяются самые разные – 75 x 15, 75 x 30, 100 x 30, 100 x 40, 100 x 50, 120 x 45 (см) и др. Ширина междурядий – ключевой элемент управления улучшением урожайности всех сельскохозяйственных культур (Saleem et al., 2009).

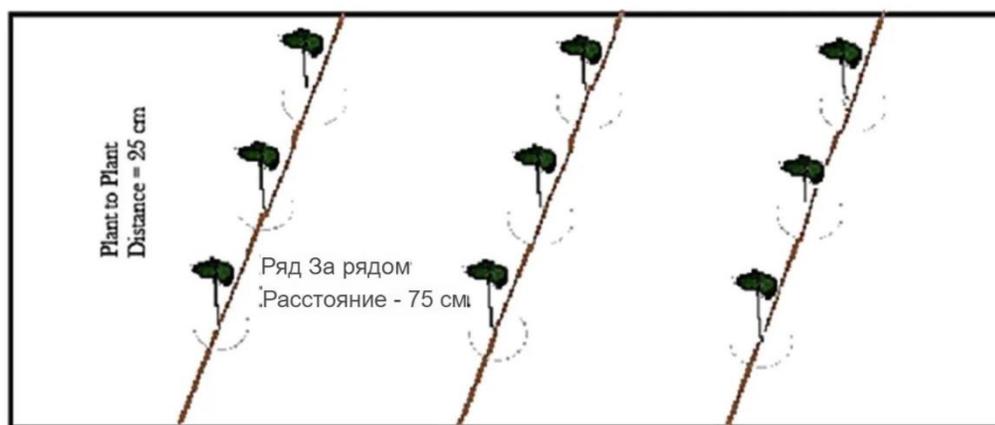


Рисунок 4 – Посев хлопчатника рядовой («плоский»), с помощью сеялки по схеме 75 см x 25 см

Имеется опыт выращивания хлопчатника с более узкими междурядьями. Посев хлопчатника с более узкими междурядьями может оказаться более эффективной стратегией, чем обычное выращивание, для увеличения урожая хлопкового волокна (Jahedi et al., 2013). Принимая во внимание, что количество коробочек на 1 растение, масса хлопка-сырца и хлопкового волокна в коробочке, а также урожайность увеличиваются при более широких междурядьях (Voquet, 2005), также было доказано, что более высокая плотность посева может компенсировать потери урожая (Kasap and Killi, 2004).

В последние годы в хлопкосеющих странах Южной Америки и Африки возобновили исследования с загущенными посевами хлопчатника, с густотой стояния 250-750 тыс. растений/га на суженных до 15-30 см междурядьях. На таких посевах дозы азотных удобрений дифференцируются в зависимости от типа почв и предшественников и колеблются в пределах 40-150 кг азота/га. Имеются экспериментальные данные, что возделывание хлопчатника при повышенной густоте стояния способствует сокращению расхода поливной воды

и увеличению урожая на 10-15%, сокращению вегетационного периода на 10-20 дней и снижению общих производственных затрат на 20-25% за счет затрат на уборку урожая. Изучение сплошных загущенных посевов осуществлено на экспериментальном поле с сероземными почвами Казахстанского НИИ хлопководства. Изучали повышенные густоты стояния от 110 до 450 тыс. растений/га при сплошном посеве с размещением растений по схеме 60 x 15 x 1, 30 x 15 x 1, 15 x 15 x 1. Выявили, что загущенные посевы хлопчатника при ширине междурядий 30 и 15 см способствуют повышению урожая хлопка-сырца, сокращению продолжительности вегетационного периода, экономному использованию оросительной воды и снижению производственных затрат. В опыте урожай хлопка-сырца 31,4-32,4 ц/га был получен при размещении растений по схемам 30 x 15 x 1 и 15 x 15 x 1 с густотой стояния 215 и 425 тыс. растений/га по фону N<sub>100</sub>P<sub>40</sub> при поливах дождеванием или напуском (Умбетаев, Тагаев, 2010).

В Сельскохозяйственном университете Фейсалабада (Пакистан) было проведено полевое исследование, чтобы проверить влияние различных методов посева на рост, урожайность, качество волокна и экономическую эффективность выращивания хлопчатника. хлопка. В программу эксперимента были включены следующие способы посева: гнездовой посев по схеме 1 м x 1 м, посев на грядах с расстоянием между рядками 75 см и между растениями в рядках 30 см, рядовой посев с междурядьями 25, 50 и 75 см и расстоянием между растениями в рядках 22,5 и 30 см. Методы посева значительно повлияли на рост и урожайность хлопчатника. Гнездовой посев привел к максимальному увеличению высоты растений (152 см), количества моноподиальных (4,7 шт.) и симподиальных ветвей (22,6 шт.) на растении, числа нераскрывшихся (9,4 шт.) и раскрывшихся коробочек (41,1 шт.) на растениях и массы хлопка-сырца в коробочке (3,0 г). Однако наибольший урожай семян (2945 кг/га) был получен при плоском посеве рядами с интервалом 25 см друг от друга благодаря самой высокой плотности

посева на единицу площади. Экономический анализ показал, что коэффициент экономической отдачи (BCR, 1,52) был повышен за счет равномерного посева в рядки с интервалом 25 см друг от друга. Таким образом, максимальный урожай хлопчатника и экономическая отдача могут быть получены при равномерном посеве рядами с интервалом в 25 см, при этом качество волокна не зависит от способа посева (Shahzad et al., 2017).

Оценка густоты посева как важного фактора достижения максимальной урожайности выполнена в саваннах Венесуэлы. Всего оценивалось четыре пространственных расположения растений хлопчатника в посевах: рядовой посев с междурядьями 50, 60 и 80 см и двустрочный посев по схеме 80 x 30 x 80 см, которые обеспечили плотность посева 100 000; 83 333; 62 500 и 142 857 растений/га (рисунок 5).

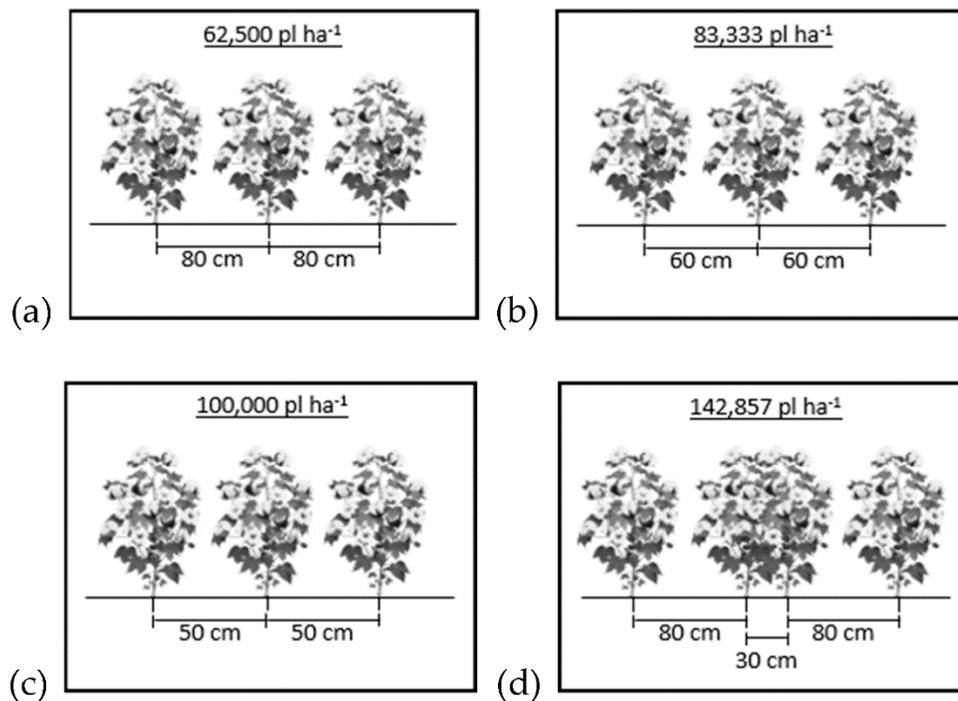


Рисунок 5 – Схематическое изображение плотности посева хлопчатника. Плотность посева 62500 (a), 83333 (b), 100000 (c) и 142857 (d) растений/га

Хлопчатник выращивали при применении минеральных удобрений в дозах  $N_{130}P_{90} K_{50}$ . Оцениваемыми признаками были выход хлопкового волокна,

количество семян в коробочке и масса 1000 семян. Исследование показало, что урожайность хлопкового волокна зависит от густоты посева. Увеличение количества растений путем смыкания рядов может помочь получить более высокий урожай волокна. При всех оцененных плотностях посева процент волокна превышал 40%. Выход хлопкового волокна положительно коррелировал со всеми компонентами урожайности. Плотность посева 142 857 растений/га приводит к значительному снижению выхода волокна и других компонентов урожайности. Самые высокие урожаи хлопчатника могут быть получены при плотности посева от 83 333 до 100 000 растений/га – 3917 кг и 4216 кг/га соответственно (Guzm et al., 2019).

На ферме Adaptive Research Farm (Пакистан) на глинисто-суглинистой почве с сортом хлопчатника CIM-496 был выполнен эксперимент в трех популяциях хлопчатника – 88888, 59260 и 44444 растений/га, с использованием трех способов посева, а именно: плоский посев, посев в гребень и посев на грядах с междурядьями 75 см и расстоянием между растениями 15, 22,5 и 30 см. Хлопчатник выращивали с применением минеральных удобрений – N<sub>170</sub>P<sub>60</sub>. По результатам исследований сделан вывод, что максимальный урожай хлопчатника может быть получен при посеве 59260 растений/га. Кроме того, способ посева в гребень доказал свою эффективность по сравнению посевом на грядах и плоским посевом. Поэтому даны рекомендации использовать метод посева в гребень с расстоянием между растениями 22,5 см, чтобы сохранить 59260 растений/га для получения максимального урожая – 2290 кг/га (Ali M. et al., 2010).

Способы посева сельскохозяйственных культур играют важную роль в минимализации эрозии почвы и повышении эффективности использования воды и питательных веществ растениями. В исследованиях с хлопчатником показано существенное влияние способа посева, а также минеральных удобрений, особенно азотных на урожайность хлопчатника. Была установлена более высокая урожайность хлопка-сырца при посеве в гребень по сравнению с рядовым и

разбросным способами посева. Гребневой посев и внесение азота в дозе 250 кг/га существенно повышали урожайность хлопчатника (Ramesh *et al.*, 2020; Irfan *et al.*, 2014; Singh *et al.*, 2018). Урожайность хлопчатника увеличивалась до 2144 с 1624 кг/га при гребневом посеве, особенно когда то же количество поливной воды и 100 кг N/га применялись через систему капельного орошения (Aujla *et al.*, 2005; Devkota and Kumari, 2011). Ghogare *et al.* (2020) отметили, что влияние способа посева на урожайность хлопка-сырца и урожайность его надземной биомассы оказалось существенным. При выращивании хлопчатника с междурядьями 25 см и при орошении, убранный средний урожай волокна составил 771 кг/га, при междурядье 102 см – 1069 кг/га (Voquet, 2005). Meena *et al.* (2019) зафиксировали, что при гребневом посеве по сравнению с другими способами посева наблюдаются существенно более высокие показатели, характеризующие урожайность хлопка-сырца (1256 кг/га), урожайность надземной биомассы (2527 кг/га), индекс урожая (32,9%), урожайность семян хлопчатника (760 кг/га) и урожайность хлопкового волокна (498 кг/га).

Различные способы посева и схемы посева, определяющие густоту стояния растений хлопчатника, неодинаково повлияли на его продуктивность. В опытах Ehsanullah *et al.* (2017), Ali *et al.* (2019), Ghogare *et al.* (2020a), Kumari *et al.* (2023) установлено, что урожайность орошаемого хлопчатника была существенно выше при использовании гребневого посева по сравнению с другими способами. Растения хлопчатника показали различия в параметрах роста и урожайности, а также была различной эффективность использования воды растениями в разных ирригационных системах. При посеве хлопчатника по схеме 90 × 60 (см) наблюдались существенно более высокие показатели урожайности хлопчатника (3,27 т/га хлопка-сырца), чем при посеве по схеме 120 × 45 (см). Имеет значение и ширина междурядья при выращивании хлопчатника (Rajroot *et al.*, 2014; Gore *et al.*, 2017).

Высокая густота посадки 19,5 растений/м<sup>2</sup> (195 тыс. растений/га) и внесение азота в дозе 264 кг/га не приводили к снижению урожайности хлопчатника, но наиболее высокая урожайность хлопка-сырца и хлопкового волокна были получены при средней плотности 10 растений/м<sup>2</sup> (100 тыс. растений/га) и дозе 180 кг N/га (Zhen *et al.*, 2018; Adnan *et al.*, 2021). В исследованиях Hezhong *et al.* (2010) существенное увеличение урожайности хлопчатника наблюдалось при густоте посева 7,5 растений/м<sup>2</sup> (75 тыс. растений/га) и внесении 240 кг N/га. Выращивание хлопчатника с междурядьями 76 см позволяло получать существенно более высокий урожай по сравнению с междурядьями 25 и 51 см (Koli и Morrill, 1976).

Khan *et al.* (2017) установили следующую зависимость урожайности хлопчатника от плотности посева: урожайность волокна была на 13% и 6% выше при плотности посева 90 тыс. растений/га по сравнению с плотностью посева 105 тыс. и 75 тыс. растений/га соответственно. Биологическая урожайность хлопчатника увеличивалась с увеличением дозы внесения азота и густоты стояния растений, была самой высокой в опытах при плотности посева 82,5 тыс. растений/м<sup>2</sup> и дозе азота 420 кг/га (Wang *et al.*, 2021).

Galdi *et al.*, (2022) отмечали, что самые высокие урожаи хлопкового волокна были получены при плотности посевов от 66 до 86 тыс. растений/м<sup>2</sup>. В исследованиях Bednarz *et al.*, (2005) урожайность хлопчатника была самой высокой при плотности посева 126 тыс. растений/га и самой низкой при плотности посева 36 тыс. растений/м<sup>2</sup>.

Dong *et al.* (2012) установили, что урожайность хлопкового волокна (1693 и 1643 кг/га) достигалась при средней и высокой густоте стояния растений (соответственно 52,5 и 75 тыс. растений/га<sup>2</sup>) и низкой и умеренной дозах азотного удобрения (120 и 225 кг N/га). В исследованиях Hussain *et al.* (2000) параметры, характеризующие рост хлопчатника, урожайность хлопка-сырца и волокна увеличивались с увеличением плотности посева и доз азотного удобрения.

Shah *et al.* (2017, 2021) показали в исследованиях, что плотность посева 120 тыс. растений/га и доза азота 120 кг/га, а также плотность посева 100 тыс. растений/га и доза азота 180 кг/га обеспечивают высокие темпы нарастания надземной биомассы, высокую урожайность хлопчатника и выход волокна. По данным Yang *et al.* (2010, 2014) самая высокая урожайность хлопчатника (2780 кг/га хлопка-сырца) зафиксирована при густоте посева 25-30 тыс. растений/га.

Корректировка густоты стояния растений через использование различных схем посева семян может быть потенциально многообещающей альтернативой для повышения продуктивности хлопчатника, выхода хлопкового волокна (Zhi *et al.*, 2016; Afzal *et al.*, 2019).

Не только ширина междурядий при выращивании хлопчатника оказывает заметное влияние на рост и развитие растений, на формирование урожайности, но и расстояние между растениями в рядке. В исследованиях Zaman *et al.* (2021) широкое расстояние между растениями (45 см) увеличивает значения многих параметров растений хлопчатника по сравнению с другими меньшими расстояниями между растениями – 22,5 см, 30,0 см и 37,5 см. Наибольшая урожайность хлопка-сырца (2945 кг/га) была получена при рядовом посеве с расстоянием растений друг от друга равном 75 см (Ehsanullah *et al.*, 2017; Zaman *et al.*, 2021).

Darawsheh *et al.* (2007), Ibrahim *et al.* (2022) получили, что урожайность хлопка-сырца (3435 кг/га и 4,24 т/га) была существенно выше в посевах с более низкой популяцией хлопчатника. Схема посева 90 x 60 (см) позволила добиться высоких показателей продуктивности хлопчатника в опытах Pise *et al.* (2020).

Приемы посевного метода используются для поддержания необходимой влажности почвы в прикорневой зоне растения. Метод посева – это метод, при котором дождевая вода задерживается на поверхности почвы, когда количество осадков превышает скорость инфильтрации. Целью этого метода является

улучшение запаса воды в профиле почвы в течение вегетационного периода растений (Ramesh and Rathika, 2009).

При гребневом посеве поле разделяется на гребни, разделенные бороздами. Семена высевают на приподнятую поверхность грядки. Во время дождя или полива вода собирается в бороздах, и боковое движение воды удовлетворяет потребность растений в воде. При обильном дожде вода течет по бороздам и предотвращается застой воды. Крайне важно изучить преимущества улучшенных методов посадки растений, таких как гребни и борозды, на продуктивность различных растений. Такие методы посева, как гребни и бороздки, могут сыграть жизненно важную роль в преодолении проблем, связанных с натриевой почвой, обеспечивая легкое и равномерное прорастание, а также хороший рост и развитие растений.

Приподнятые грядки и борозды — это метод подготовки земли, при котором верхний слой почвы соскабливается и концентрируется в определенной области, чтобы намеренно поднять семенное ложе над естественным рельефом. Другими словами, это можно объяснить формированием насыпей параллельно друг другу на поле через соответствующие промежутки времени для посева/посадки растений на больших расстояниях, таких как хлопчатник, сахарный тростник и т. д. Насыпи называются приподнятыми грядами, а углубления между насыпями называются бороздами (Ramesh and Rathika, 2009).

Sharma *et al.* (2018) предположили, что различные методы посева существенно повлияли на характеристики роста растений, то есть на высоту растений, накопление сухого вещества и урожайность зерна. (Rajroot *et al.*, 2016a) заявили, что методы посева оказали значительное влияние на высоту растений, индекс площади листьев и накопление сухого вещества хлопчатником. Nadeem *et al.* (2010) обнаружили, что на высоту растений хлопчатника существенное влияние оказывают расстояние между рядами и расстоянием между растениями. (Ali *et al.*, 2011) показали, что метод линейного посева значительно дает

максимальное количество коробочек. (Ajayakumar *et al.*, 2017) заметили, что значительно большее количество коробочек м<sup>-2</sup> было зарегистрировано при расстоянии между рядами 60 см и расстоянии между растениями 10 см по сравнению с обычной посадкой. Pendharkar *et al.* (2010) отметили, что хлопчатник хорошо реагирует на различное расстояние между растениями.

Niwale *et al.*, 2018) заявили, что урожайность хлопок-сырец/растение оказалась значительно выше при расстоянии между рядами 60 см и расстоянии между растениями 30 см по сравнению с расстоянием между рядами 60 см и между растениями Расстояние между рядами 15 см, расстояние между рядами 60 см и расстояние между растениями 10 см.

Liaqat *et al.* (2018) показали, что расстояние между растениями в 21 см, 27 см и 33 см значительно влияет на урожайность хлопок-сырец/га. (Rajroot *et al.*, 2018) показали что расстояние между рядами 90 см и расстояние между растениями 60 см значительно обеспечили максимальный семян хлопка урожай а также более высокую валовую и чистую прибыль от хлопка.

Gohil *et al.* (2016) заметили, что максимальная высота растений была значительно зафиксирована при расстоянии между рядами 120 см и расстоянии между растениями 60 см. Liaqat *et al.* (2018) показали, что расстояние между растениями в 21 см, 27 см и 33 см существенно влияет на высоту растений и симподиальные ветки на растение, количество раскрытых коробочек на растение и урожайность хлопок-сырец/га. (Sing *et al.*, 2017) выявили, что расстояние между рядами в 67,5 см и расстояние между растениями в 30 см обеспечивают значительно самые высокие показатели роста и урожайности у растения хлопчатника. Рядовой способ посева существенно влияет на продуктивность и урожайность (Kadam *el al.*, 2020). Для получения оптимального урожая семенного хлопка растения хлопчатника следует сеять междурядьями 75 см с нормой внесения 120 кг N/га (Munir *et al.*, 2015).

Kappes *et al.* (2016) зафиксировали, что метод рядового посева хлопчатника значительно улучшил биометрические наблюдения и показатели урожайности хлопчатника. Более высокий массой хлопок-сырец на одно растение был значительно зарегистрирован при расстоянии между рядами 120 см и расстоянии между растениями 60 см по сравнению с другими геометриями растений, указанными (Gohil *et al.*, 2016). (Ambika *et al.*, 2017) исследовали, что посев хлопчатника рядным способом дает значительно более высокий урожай хлопок-сырец (1,743 т/га). Высота растения хлопчатника была примерно на 13 и 17 см меньше при междурядьях 30 и 50 см соответственно, чем при междурядьях 70 см, о которых сообщает (Jahedi *et al.*, 2013). Gnanasekaran and Padmavathi (2013) полагают, что метод гребневого посева значительно увеличивает высоту растений (135,2 см) по сравнению с методом рядового посева и методом разбросного посева у растений хлопчатника в летний сезон.

Liaqat *et al.* (2018) показали, что расстояние между растениями в 21 см, 27 см и 33 см существенно влияет на высоту растения, симподиальные ветви/растение и количество раскрытых коробочек/растение. (Sing *et al.*, 2017) показали, что расстояние между рядами 67,5 см и расстояние между растениями 30 см обеспечивают значительно самые высокие показатели роста хлопчатника. Рядовой способ посева существенно повлиял на урожайность (Kadam *et al.*, 2020). Для получения оптимального урожая хлопок-сыреца, хлопчатника следует сеять междурядьями 75 см с нормой внесения 120 кг N/га (Munir *et al.*, 2015). Kappes *et al.* (2016) зафиксировали, что рядовой метод посева хлопчатника значительно увеличил биометрические наблюдения за растением хлопчатника. Ambika *et al.*, 2017) исследовали, что посев хлопчатника рядным способом дает значительно более высокий урожай хлопок-сырец (1,743 т/га).

Kumari *et al.* (2020) обнаружили, что метод гребневого посева значительно влияет на урожайность хлопок-сырец, поскольку достаточная влажность почвы в корневой зоне и длительное удержание влаги приводят к более высокому

поглощению питательных веществ для правильного роста и развития растения, что приводит к более высокому урожаю. Метод гребневого посева значительно повысил продуктивность и урожайность, как утверждают также (Kadam *et al.*, 2020). (Ambika *et al.*, 2017) также показали, что значительно более высокая урожайность хлопок-сырец (2,403 т/га) была зафиксирована при гребневом способе посева. На рост, характеристики урожайности, урожайность хлопок-сырец и соотношение выгод и затрат существенно повлиял метод гребневого посева по сравнению с методом рядового посева (Thakur *et al.*, 2017). Paslawar and Deotalu (2015) заметили, что метод посева гребнями показал более высокую высоту растений, симподиальные ветви и продукцию сухого вещества по сравнению с другими вариантами обработки хлопчатника. Параметры роста, а именно высота растения (68,9 см), количество ветвей/растение, продукция сухого вещества (14,7 г/растение) были значительно выше при гребневом посеве у фасоли урд (Tomar *et al.*, 2016).

Rajroot *et al.*, 2018) показали, что расстояние между рядами 90 см и расстояние между растениями 60 см значительно обеспечивают максимальный урожай хлопок-сырец, а также более высокая валовая и чистая прибыль от хлопчатника. На урожайность хлопок-сырец значительное влияние оказывали расстояние между рядами и расстоянием между растениями, о которых сообщают (Waghmare *et al.*, 2018). Khargkharate *et al.* (2017) высказали мнение, что урожайность хлопок-сыреца была значительно выше при расстоянии между рядами 60 см и расстоянии между растениями 10 см, чем при расстоянии между рядами 60 см и расстоянии между растениями 15 см и междурядьях. Расстояние между растениями 60 см и расстояние между растениями 30 см, соответственно. Рядовой способ посева существенно повлиял на урожайность (Kadam *et al.*, 2020). (Gohil *et al.*, 2016) сообщили, что самый высокий урожай хлопок-сырец был получен при расстоянии между рядами 120 см и расстоянии между растениями 45 см. Для получения оптимального урожая хлопок-сыреца следует сеять

междурядьями 75 см с нормой внесения 120 кг N/га (Munir *et al.*, 2015). Kappes *et al.* (2016) зафиксировали, что рядовой метод посева хлопчатника значительно увеличивает урожайность хлопчатника.

Ambika *et al.*, 2017) исследовали, что посев хлопчатника рядным способом дает значительно более высокий урожай хлопок-сырец (1,743 т/га).

Patel *et al.* (2009) сообщили, что в хлопчатнике при гребневом способе посева получен более высокий урожай хлопок-сырец (2,390 т/га) по сравнению с другими способами посева.

В целом каждый способ посева имеет сравнительные преимущества. Есть много факторов, таких как тип почвы, наличие поливной воды и борьба с насекомыми-вредителями, которые отвечают за выбор наилучшего варианта для посева хлопчатника. Тем не менее, посев на грядах можно рассматривать как лучший выбор для хлопковых плантаций с точки зрения получения более высоких чистых выгод и хорошей экономической отдачи для фермеров. Кроме того, фактору управления всегда следует отдавать наивысший приоритет после выбора любой из технологий посева хлопчатника, поскольку он играет важную роль в достижении целевых показателей высокой урожайности этой культуры (Ahmad *et al.*, 2020).

### **1.3. Урожайность хлопчатника при применении удобрений**

Обеспечить нормальный рост и развитие растений с целью получения высокой и стабильной урожайности можно тогда, когда к растениям постоянно поступает оптимальное количество питательных веществ в необходимых соотношениях. Хотя считается, что хлопчатник одинаково растет на разных типах почв и переносит даже легкое засоление, однако он очень хорошо отзывается на высокое содержание питательных веществ в почве. Нормально развиваются растения лишь при правильном их питании по фазам роста, но особенно при

оптимальном соотношении азота, фосфора и калия. При хорошем азотном режиме хлопок-сырец составляет 40-45% общей массы растений, а при избытке азота и влаги – только 25-30% (Токарева и др., 2015).

В большинстве засушливых и полузасушливых регионов мира основные ограничения продуктивности сельскохозяйственных культур связаны с низким плодородием почвы, недостаточным количеством осадков и их неравномерным распределением в период вегетации растений. Управление плодородием почвы играет жизненно важную роль в увеличении урожайности и продуктивности растений. Азот является одним из наиболее важных и ограничивающих урожай питательных элементов в различных агроэкосистемах, поскольку активно участвует в формировании листовой поверхности, способствует быстрому росту надземной биомассы, увеличивает продуктивность растений (Epstein и Bloom, 2005; Huber и Thompson, 2007).

В исследованиях, выполненных в Астраханской области на каштановых почвах, изучалось несколько схем применения минеральных удобрений на хлопчатнике, который выращивали в широкорядных посевах с междурядьями 70 см с расстоянием между растениями в рядке 10-12 см (площадь питания одного растения – 0,07 м<sup>2</sup>, густота стояния 140-150 тыс. растений/га). Варианты опыта с удобрениями были следующие: : 1 – без удобрений (контроль); 2 – N<sub>100</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub> (одноразовое внесение); 3 – N<sub>150</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub> (то же); 4 – N<sub>200</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub> (то же); 5 – N<sub>100</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub> (дробное); 6 – N<sub>150</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub> (то же); 7 – N<sub>200</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub> (то же); 8 – некорневые подкормки; 9 – N<sub>100</sub>P<sub>80</sub>K<sub>40</sub> (одноразовое внесение + некорневые подкормки). Наилучшие условия для роста, развития и формирования высокой урожайности хлопчатника были созданы в вариантах с одноразовым внесением минеральных удобрений (доза азота 100 кг/га) и с использованием некорневых подкормок (в той же дозе). Здесь были убраны до мороза максимальные урожаи хлопка-сырца – 5,5-6,7 т/га (Шахмедов и др., 2012).

Среди основных питательных веществ азот необходим в наибольших количествах и чаще всего является лимитирующим фактором роста сельскохозяйственных культур, поскольку он необходим для фотосинтеза и развития листовой поверхности хлопчатника (Sinclair, Rufty, 2012; Pabuayon et al., 2021). Поэтому азот наиболее важный компонент удобрений, которые вносятся под хлопчатник, чтобы вызвать положительную реакцию по урожайности. Применение азотных удобрений в меньшем количестве, чем необходимо для оптимального роста и развития, может привести к раннему старению и снижению скорости фотосинтеза и развития ассимиляционной поверхности (Dong et al., 2012). Обычно урожайность хлопчатника увеличивается с увеличением дозы внесения азотных удобрений до тех пор, пока не достигнет плато (оптимального уровня), за пределами которого дополнительные азотные удобрения не влияют на урожайность или даже снижают ее. Если азот применяется в дозе, превышающей оптимальную, избыточное производство вегетативных органов может быть предпочтительнее формирования репродуктивных органов. Несмотря на то, что необходимо поддерживать репродуктивный рост, чрезмерный вегетативный рост потребляет ассимиляты, необходимые для развития органов плодоношения, что приводит к задержке созревания и снижению потенциальной урожайности и качества хлопкового волокна (Pabuayon et al., 2020). Кроме того, применение азота в дозах, превышающих оптимальные, может снизить выход волокна при созревании. В исследованиях Dong H. et al. (2012) было показано, что доза удобрений 84 кг азота/га в дополнение к остаточному азоту в почве ( $N - NO_3^-$ ) была оптимальной для устойчивого роста и развития хлопчатника, а увеличение дозы внесения азотных удобрений не приводило к значительному повышению урожайности. Избыточное внесение азотных удобрений сверх 264 кг азота/га при высокой плотности посева снижает нагрузку на коробочки. Эти исследования показывают, что азот из источников удобрений часто неэффективно используется хлопчатником, особенно когда содержание остаточного азота в почве ( $N - NO_3^-$ )

является высоким. Наличие информации об остаточном содержании нитратного азота в почве до начала вегетации могло бы помочь избежать недооценки или завышения рекомендуемых доз азотных удобрений.

Существующие рекомендуемые дозы азотных удобрений, которые используются в хлопководстве, основаны на информации о потреблении питательных веществ хлопчатником, полученной в опытах в начале 1990-х годов. Mullins G., Burmester C. (2010) установили, что для выращивания хлопчатника требуется в среднем 19,9 кг N на 100 кг произведенного волокна. Более недавнее исследование, посвященное переоценке потребностей хлопчатника в питательных веществах, выращиваемого на южных высоких равнинах, показало, что новым современным селекционным сортам хлопчатника требуется в среднем 12,3 кг N на 100 кг волокна (Pabuayon et al., 2020). Это обновленное значение предполагает, что новые сорта поглощают и ремобилизуют азот более эффективно, чем наблюдалось ранее. Сравнивая существующие рекомендуемые дозы и новую информацию о потреблении и использовании питательных веществ, возможно, что удобрения применяются в количествах, которые отличаются от оптимальных потребностей новых сортов хлопчатника. Применение доз удобрений ниже оптимальных может привести к субоптимальному урожаю, но чрезмерное внесение удобрений может привести к необоснованным затратам и отрицательно повлиять на здоровье почвы. По данным Dhakal S. et al. (2019), 18,1 кг N на 100 кг волокна является оптимальной рекомендацией по азоту на основе модели урожайности, которая учитывает остаточный азот с 2004 по 2015 год. Однако хлопчатник имеет неопределенный характер роста и очень чутко реагирует на изменения как в технологии возделывания, так и в условиях окружающей среды. Кроме того, новые сорта имеют лучшее поглощение питательных веществ и эффективность распределения, а оптимальный потенциал урожайности может быть достигнут

при дозах азота ниже, чем существующие рекомендации по хлопчатнику (Rabuaayon et al., 2020).

Среди различных питательных элементов азот является особенно необходимым для многих сельскохозяйственных культур (Ramesh *et al.*, 2020). Main *et al.* (2013) показали, что самый высокий урожай волокна хлопчатника был достигнут при внесении азота в дозах от 112 до 224 кг/га. По данным Zhen *et al.* (2018) доза азота 264 кг/га при капельном орошении не снизила урожайность хлопчатника. Adnan *et al.* (2021) установили, что более высокая урожайность хлопка-сырца и волокна были получены при внесении 180 кг N/га в посевах хлопчатника со средней плотностью 100 тыс. растений/га. По Hezhong *et al.* (2010) внесение азотных удобрений из расчета 240 кг N /га при сочетании с густотой стояния растений 75 тыс. растений/га повышало выход хлопкового волокна. Devkota и Kumari (2011) отметили, что доза 250 кг N/га существенно повышала урожайность хлопчатника.

В исследованиях Aujla *et al.* (2005) при внесении под хлопчатник 100 кг N/га с оросительной водой через систему капельного полива урожайность хлопка-сырца увеличилась до 2144 с 1624 кг/га. Koli и Morrill (1976), Devkota *et al.* (2013) выявили, что низкий уровень внесения азота (45 кг/га) не приводит к существенному изменению урожайности хлопчатника. Урожайность и компоненты урожайности хлопчатника существенно увеличивались при увеличении дозы внесения азота с нуля (без азота) до 125 кг/га.

Rafique *et al.* (2012), Usman *et al.* (2014) показали, что урожайность хлопка-сырца была самой высокой при внесении 200 кг N/га. Максимальные урожаи хлопчатника были получены при комплексном использовании питательных веществ растениями хлопчатника. Clawson *et al.* (2006) обнаружили, что существенное увеличение урожайности волокна хлопчатника происходило при каждом увеличении дозы азотных удобрений – при внесении 0, 50, 101 и 151 кг N /га. Sagarka *et al.* (2002), Shah *et al.* (2017) выявили, что применение 120 кг N/га

привело к росту урожайности хлопчатника. Почти все показатели роста растений, а также урожайность хлопка-сырца линейно увеличивались с увеличением уровня азотного питания от 80 до 120 кг N/га.

Saleem *et al.* (2010) показали, что 120 кг N/га оказались лучшим уровнем азота для получения более высокой урожайности хлопчатника и выхода волокна. Boquet *et al.* (1994) зафиксировали, что применение оптимальных доз азота улучшило урожайность хлопчатника за счет получения более крупных коробочек на большем количестве симподиальных ветвей. Shah *et al.* (2021) получили, что внесение 120 кг N/га при высокой плотности посева (120 тыс. растений/га) и 180 кг N/га при средней плотности посева (100 тыс. растений/га) приводит к более высокой урожайности хлопка-сырца и хлопкового волокна. Самый высокий урожай хлопчатника был получен при внесении 420 кг N/га – исследования Wang *et al.* (2021).

Pengcheng *et al.* (2017) наблюдали, что снижение дозы внесения азота и правильное регулирование плотности популяции растений повысят урожайность. Dong *et al.* (2012) зафиксировали, что урожайность волокна хлопчатника (1693 и 1643 кг/га) была достигнута при умеренной и низкой дозах азота (120 и 22 кг/га) и при средней и высокой плотности посева (52,5 и 75 тыс. растений/га соответственно). Fritschi *et al.* (2003) показали, что внесение 224 кг N/га дает максимальный средний урожай волокна хлопчатника – 1842 кг/га.

В целом наблюдалась положительная связь между увеличением дозы внесения азотных удобрений и урожайностью. На рост и развитие растений хлопчатника большое влияние оказал азот. Shah *et al.* (2017), Zaman *et al.* (2021) заметили, что внесение азота в дозе 197 кг/га оказало положительное влияние на все параметры растений хлопчатника по сравнению с другими дозами. Iqbal *et al.* (2012) получили, что различные компоненты урожайности хлопчатника увеличивались, а урожайность хлопка-сырца повышалась при внесении 200 кг N/га по сравнению с дозами 150, 100 и 50 кг N/га). В других опытах наибольшая

урожайность хлопка-сырца (4,50 т/га) была получена при внесении азотных удобрений в дозе 125 кг N /га и выращивании хлопчатника с междурядьями 40 см (Ibrahim *et al.*, 2022).

В исследованиях, выполненных в 2018, 2019 и 2020 годах на исследовательской ферме Техасского технологического университета (штат Техас, США, 33°44' с.ш. и 101°43' з.д., 994 м над уровнем моря) в полусасушливом климате со средним годовым количеством осадков 483 мм, сравнивали по урожайности реакцию двух сортов хлопчатника на пять доз азотных удобрений на почве с высоким содержанием остаточного азота и определяли оптимальную дозу азотных удобрений, которая максимизирует прибыльность на основе прогнозов рыночной стоимости. Урожайность волокна и рентабельность двух сортов хлопчатника (FiberMax FM 958 и Deltapine DP 1646 B2XF) сравнивались при пяти разных дозах азотных удобрений (N0 – контроль, N45, N90), N135 и N180). Для обоих сортов внесение дополнительных азотных удобрений по сравнению с контролем не увеличивало выход хлопкового волокна. Только в контрольном варианте и в варианте N45 был получен наибольший доход. Улучшенная эффективность распределения азота в новых сортах и высокие уровни остаточного нитратного азота в почве позволили обеспечить устойчивый рост растений и урожайность даже при уменьшенном внесении азота. В целом, результаты показывают преимущество снижения поступления азота в богатые азотом почвы для поддержания урожайности, что важно учитывать при продвижении более устойчивых сельскохозяйственных систем за счет сокращения использования химических веществ и поддержания здоровья почвы (Pabuayon I.L.V. *et al.*, 2021).

Sawan *et al.* (2006) заметили, что урожайность хлопка-сырца/га значительно увеличивалась при увеличении нормы азота с 95 до 143 кг/га. Norton and Silvertooth (1999) показали, что управление азотом приводит к удовлетворению достаточных потребностей растений в питании, что в конечном

итоге приводит к достижению оптимальной урожайности хлопчатника. (Kumbhar *et al.*, 2008) обнаружили, что максимальная урожайность хлопок-сырец/га была значительно достигнута при обработке, когда вносилось 150 кг N/га. Gadhiya *et al.* (2008) исследовали, что максимальная урожайность хлопок-сырец (2,463 т/га) значительно регистрировалась при внесении 240 кг N/га. Gadhiya *et al.* (2008) также выявили, что комбинация обработки 40 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 80 кг K<sub>2</sub>O/га дает максимальный урожай хлопок-сырец. Самая высокая урожайность хлопок-сырец (3,002 т/га) была достоверно зафиксирована при внесении 120 кг N/га, тогда как минимальная урожайность хлопок-сырец (2,716 т/га) наблюдалась при контрольной обработке (Saleem *et al.* 2010). Ali *et al.* (2011) установили, что в течение трех лет исследования каждая задержка сева имела тенденцию к снижению урожая хлопок-сыреца. Ayissa and Kebede (2011); Rashidi and Gholami (2011) сообщили, что урожайность хлопок-сырец значительно увеличилась за счет увеличения нормы внесения азота. Самая высокая урожайность хлопок-сырец (4,363 т/га) отмечена при внесении 200 кг N/га, а самая низкая урожайность хлопок-сырец (3,642 т/га) наблюдалась в остальных вариантах.

Накоomat and Raheel .2011) заявили, что увеличение нормы N значительно привело к увеличению урожая хлопок-сыреца у различных сортов хлопчатника. Урожайность хлопок-сыреца была значительно самой низкой, когда растения не обрабатывались азотом, в то время как 160 кг N/га существенно влияли на самую высокую урожайность хлопок-сыреца (Ali and Nameed .2011). Varaich *et al.* (2012) показали, что растения, получавшие азот в наибольшей норме 200 кг/га, приводили к максимальной урожайности хлопок-сыреца (1,975 т/га), а наименьшая урожайность хлопок-сыреца (0,91 т/га) была получена на участках, удобренных самая низкая норма азота (50 кг/га). (Wang *et al.*, 2013) показали, что азотные удобрения могут значительно повысить урожайность хлопок-сыреца. Значительный эффект азотных удобрений при повышении урожайности хлопок-сыреца (4,584 т/га) достигается при внесении 210 кг N/га (Zonta *et al.*, 2016).

Mohamed *et al.* (2016) сообщили, что урожайность хлопок-сырца была значительно выше при внесении 120 кг N/га. (Karpes *et al.* 2016) отметили, что внесение 80 кг N/га значительно дало самый высокий урожай хлопок-сырца. Gohil *et al.* (2016) заметили, что более высокий уровень азота в размере 280 кг/га значительно повышает урожайность хлопок-сырец/га. (Sui *et al.*, 2017) сообщили, что самый высокий урожай хлопок-сырец был значительно достигнут при внесении 56 кг N/га. Pandagale *et al.* (2018) установили, что дробное внесение удобрений значительно увеличило урожайность хлопок-сырец (2,013 т/га).

Sing *et al.* (2017) показали, что применение азота дает значительно самый высокий урожай волокна (т/га). (Thakur *et al.*, 2017) отметили, что внесение 50 кг/га азотных удобрений значительно увеличивает урожайность волокна. Voquet *et al.* (2004) заявили, что урожайность волокна значительно увеличивается при применении азотных удобрений. Урожайность волокна/га значительно увеличивалась при увеличении нормы внесения азотных удобрений с 0,095 до 0,143 т/га (Sawan *et al.*, 2006). Roberts *et al.* (2006) заметили, что внекорневое внесение азотных удобрений значительно дает самый высокий урожай волокна.

Reddy *et al.*, 2007) заявили, что азотные удобрения в дозе 80 и 120 кг/га значительно повышают урожайность волокна по сравнению с 40 кг N/га. Применение азотных удобрений достоверно дало более высокий урожайность волокна по сравнению с контролем (Booker *et al.*, 2007). Girma *et al.* (2007) заявили, что на урожайность волокна существенно влияют различные уровни азотных удобрений. (Oosterhuis and Howard, 2008) установили, что различные нормы внесения азота значительно повышают урожайность волокна хлопчатника. Ayissa and Kebede (2011) обнаружили, что самый высокий урожай волокна, составляющий 1,659 т/га, был значительно получен при использовании 200 кг N/га. Ali and Nameed (2011) показали, что урожайность волокна была значительно выше при внесении 160 кг N/га по сравнению с контролем. (Cetin *et al.*, 2015) заметили, что азотная фертигация значительно обеспечивает

максимальный урожайность волокна. Mohamed *et al.* (2016) описали, что урожайность волокна была значительно выше на хлопчатнике при использовании 120 кг N/га.

Ayissa and Kebede (2011); Rashidi and Gholami (2011) заявили, что наибольшая масса хлопка-сырца (4,5 г/коробочка) была значительно достигнута при внесении 200 кг N/га, а наименьшая масса хлопка-сырца (4,1 г/коробочка) был получен при 0 кг N/га. Gadhiya *et al.* (2008) предположили, что внесение 240 кг N/га значительно увеличивает масса хлопка-сырца (4,1 г/коробочка).

Sing *et al.* (2017) показали, что применение азота дает значительно более высокую массу 1000 семян. (Thakur *et al.*, 2017) исследовали, что внесение азотных удобрений в дозе 50 кг/га оказывает значительное влияние на массу 1000 семян.

Munir *et al.* (2015) показали, что аналогичным образом самый высокий урожай хлопок-сырец (2,197 и 2,032 т/га в 2007 и 2008 годах соответственно) был получен при внесении 180 кг N/га, что также было статистически аналогично 120 кг N/га в течение обоих экспериментальных лет. Применение азота значительно обеспечило самый высокий урожай хлопок-сырец т/га (Sing *et al.*, 2017). (Liaqat *et al.*, 2018) показали, что четыре уровня азота (0, 55, 110 и 165 кг/га) значительно повышают урожайность хлопок-сырец/га. Различные уровни азотных удобрений существенно влияют на продуктивность и урожайность (Kadam *et al.*, 2020).

Ambika *et al.* (2017) исследовали, что значительно более высокий урожай хлопок-сырец был зафиксирован при применении азотных удобрений, что привело к более высокому урожайность хлопок-сырец (2,308 т/га). Применение 50 кг N/га значительно повысило урожайность хлопок-сырец по сравнению с остальными вариантами обработки (Thakur *et al.*, 2017). (Aslam *et al.*, 2013) сообщили, что внесение 84 кг N/га значительно дало максимальный урожай хлопок-сырец (2,138 т/га).

В исследованиях, выполненных в условиях Мильской равнины Азербайджана, изучены хозяйственно-биологические показатели растений

хлопчатника при густоте стояния растений 100-500 тыс./га и дозах удобрений  $N_{200}P_{175}K_{50}$  и  $N_{250}P_{200}K_{75}$ . Высокие показатели по накоплению надземной сухой массы, формированию коробочек и выходу хлопка-сырца из одной коробочки получены при дозе  $N_{250}P_{200}K_{75}$  и густоте стояния растений 100-160 тыс./га, которая формировалась при одиночным размещением растений в посевных бороздах с междурядьями 0,6 м по 6-10 растений на 1 м рядка. Густота стояния растений 100 тыс./га при дозе удобрений  $N_{250}P_{200}K_{75}$  рекомендуются для получения, как высококачественного хлопка-сырца, так и семенного материала, а густота 130-160 тыс./га – для получения высоких урожаев (Сейидалиев, 2010).

Thakur *et al.* (2017) показали, что 50 кг N/га существенно влияют на урожайность хлопчатника. (Sawan *et al.*, 2006) заявили, что индекс урожая значительно увеличивался с увеличением уровня внесения азота. Индекс урожая значительно увеличился, когда уровень азота увеличился вдвое с 50 до 100 кг/га, по мнению (Kumbhar *et al.*, 2008). Ali *et al.* (2011) заметили, что индекс урожая был значительно максимальным при внесении различных уровней азота.

Таким образом, разные технологии посева и разные дозы внесения минерального азота показывают в зависимости от условий выращивания хлопчатника различную эффективность. Важно установить, в каких почвенно-климатических и хозяйственных условиях тот или другой способ посева, та или другая доза азотного удобрения обеспечат оптимальную густоту стояния растений к уборке и ожидаемую урожайность хлопка-сырца и хлопкового волокна.

## ГЛАВА 2. СХЕМА ОПЫТА, УСЛОВИЯ И МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

### 2.1. Климат местности и агрометеорологические условия в годы исследований

Экспериментальные исследования проводились в течение трех лет (2021-2023 гг.) на Экспериментальной ферме Болан (г. Лакшаргах) Управления сельского хозяйства, ирригации и животноводства хлопкопроизводящей провинции Гильменд Афганистана ( $31^{\circ}34'$  с. ш. и  $64^{\circ}21'$  в. д., 787 м над уровнем моря) в условиях полевого опыта.



Рисунок 6 – Географическая карта Афганистана

Афганистан расположен в поясе высокого давления северного полушария, вдали от океана, среди суши обширного материка и в целом характеризуется

сухостью воздуха, малой облачностью, обилием света, малым количеством осадков, жарким летом и сравнительно холодной зимой.

Климат континентальный, с высокой амплитудой колебания дневных и ночных температур воздуха и малым количеством осадков. По распределению тепла и влаги, в зависимости от высоты над уровнем моря, а также по характеру культурной и дикой растительности, являющейся в общем показателем климата, территория Афганистана делится на климатические области или агроэкологические зоны (Вавилов, 2011).

Провинция Гильменд расположена на юго-западе Афганистана в южной агроэкологической зоне с субтропическим засушливым и жарким климатом – среднесуточная температура воздуха зимой 5-6°C, летом 24,3-35,8°C. Самый жаркий месяц – июль со средней суточной температурой воздуха 32,9°C, средняя суточная температура самого холодного месяца – января составляет 5,1°C. Среднегодовая относительная влажность воздуха – 38%, варьируется от 23% в июне до 59% в феврале. В среднем за год выпадает 190 мм осадков, значительная часть которых приходится на период с января по март месяц.

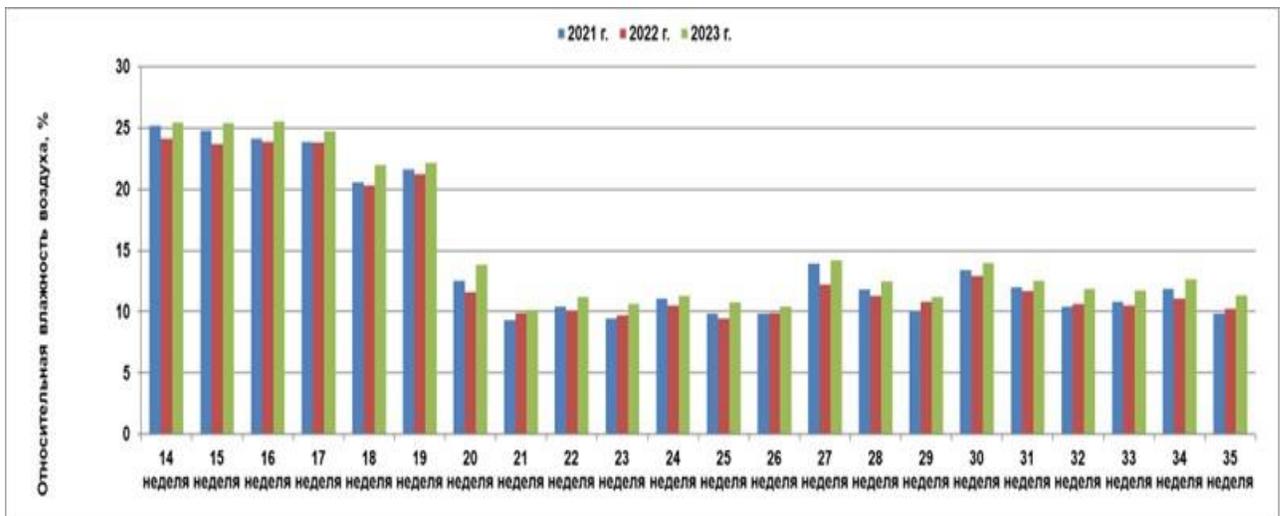


Рисунок 7 – Относительная влажность воздуха в период вегетации хлопчатника в 2021-2023 гг.

Таблица 2 – Метеорологические условия в период вегетации хлопчатника  
(по данным Метеорологической обсерватории NATSU, г. Гильменд)

Период	Неделя года	Максимальная (числитель) и минимальная (знаменатель) температура воздуха, °С			Относительная влажность воздуха, %		
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
8-15 апреля	14	25,1 / 14,9	26,4 / 15,8	26,9 / 16,8	25,2	24,1	25,5
16-22 апреля	15	26,3 / 15,2	27,6 / 16,6	28,2 / 17,2	24,8	23,7	25,4
23-29 апреля	16	28,2 / 15,5	28,8 / 16,7	29,6 / 17,7	24,1	23,9	25,5
30 апреля - 6 мая	17	29,4 / 16,1	30,5 / 17,6	31,2 / 17,9	23,9	23,8	24,7
7-13 мая	18	35,0 / 20,0	33,7 / 21,2	36,5 / 21,8	20,6	20,3	22,0
14-20 мая	19	35,0 / 22,2	35,3 / 23,3	36,6 / 23,6	21,6	21,2	22,1
21-27 мая	20	39,7 / 22,3	38,9 / 24,1	39,3 / 24,4	12,5	11,6	13,9
28 мая - 3 июня	21	39,6 / 22,4	39,8 / 23,5	41,0 / 24,4	9,3	9,9	10,2
4-10 июня	22	38,6 / 22,7	39,2 / 23,9	39,7 / 24,2	10,4	10,1	11,2
11-17 июня	23	41,3 / 25,2	41,6 / 26,1	42,5 / 25,7	9,4	9,7	10,6
18-24 июня	24	42,1 / 26,3	43,3 / 27,4	43,6 / 27,6	11,1	10,5	11,3
25 июня-1 июля	25	39,4 / 24,8	39,8 / 25,9	40,4 / 26,2	9,8	9,4	10,7
2-8 июля	26	40,6 / 26,3	40,7 / 27,6	41,8 / 27,2	9,8	9,9	10,4
9-15 июля	27	40,7 / 28,1	41,1 / 29,7	41,6 / 30,2	13,9	12,2	14,2
16-22 июля	28	39,1 / 25,3	39,4 / 26,1	41,7 / 26,9	11,8	11,3	12,5
23-29 июля	29	40,2 / 25,7	41,5 / 26,8	41,1 / 27,6	10,0	10,8	11,2
30 июля - 5 августа	30	39,4 / 26,3	40,9 / 27,5	41,5 / 28,5	13,4	12,9	14,0
6-12 августа	31	39,0 / 25,3	39,6 / 26,4	40,4 / 26,7	12,0	11,7	12,5
13-19 августа	32	36,6 / 20,8	36,8 / 21,9	38,0 / 22,5	10,4	10,6	11,8
20-26 августа	33	36,1 / 20,9	37,2 / 21,7	37,4 / 22,5	10,8	10,5	11,7
27 августа - 2 сентября	34	37,0 / 22,1	37,3 / 23,3	37,9 / 22,3	11,9	11,1	12,6
3-9 сентября	35	36,7 / 19,3	37,5 / 20,6	37,8 / 21,8	9,8	10,2	11,3

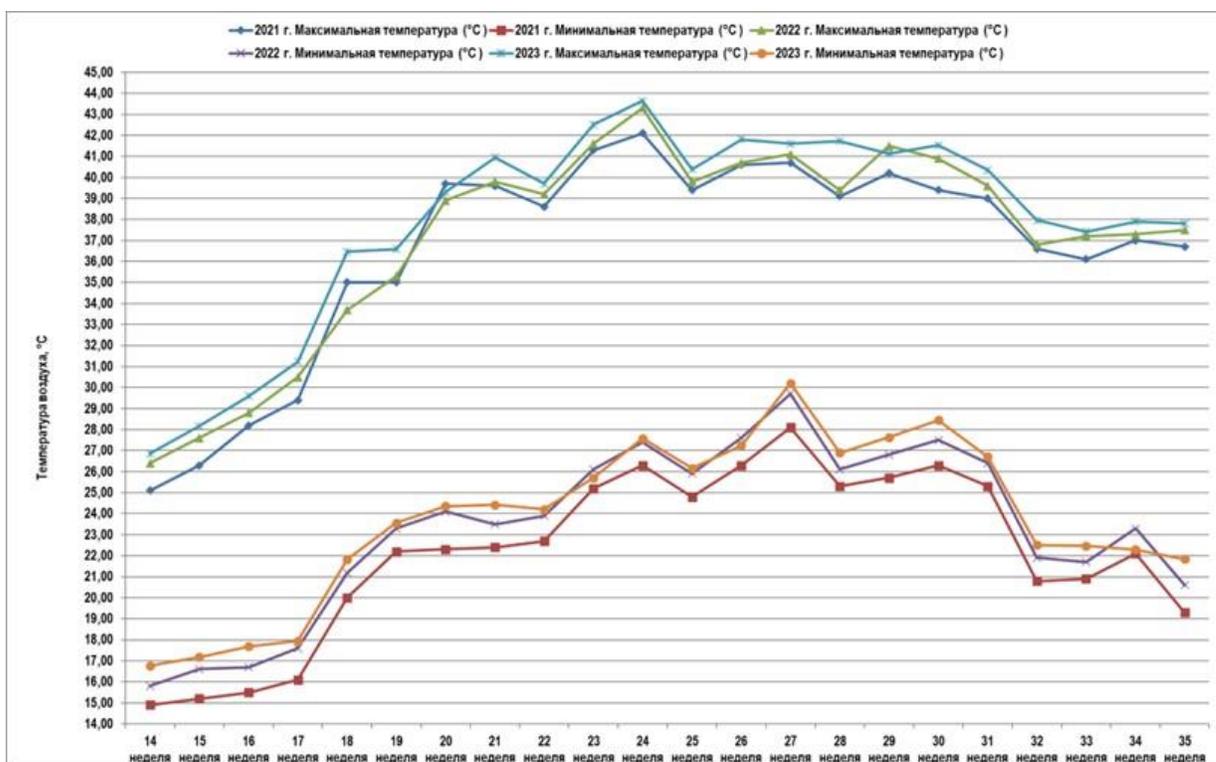


Рисунок 8 – Максимальная и минимальная температура воздуха в период вегетации хлопчатника в 2021-2023 гг.

Вегетация хлопчатника в годы проведения исследований сопровождалась высокими температурами воздуха (максимальная температура варьировалась в пределах 25,1-43,6°C, минимальная – 14,9-30,2°C.), низкой относительной влажностью воздуха (влажность воздуха в первый месяц вегетации хлопчатника варьировалась в пределах 20,3-25,5%, в последующие месяцы – не превышала 9,3-14,2%) и отсутствием атмосферных осадков (таблица 2, рисунки 7 и 8).

## 2.2. Характеристика почвы опытного участка и агротехника хлопчатника в опыте

Почва опытного участка – бурая полупустынная, имеет следующее морфологическое строение почвенного профиля: А – АВ – Вк – Ск. А – гумусовый (пахотный) горизонт мощностью 15 см, серовато-бурый,

бесструктурный, рыхлый; переходный АВ горизонт, достигающий глубины 25-30 см, бурой окраски, несколько уплотненный; карбонатно-иллювиальный горизонт Вк крупнокомковатой структуры, плотный, с известковыми пятнами и мучнистой присыпкой; Ск – почвообразующая порода, обычно карбонатная, часто засоленная и гипсоносная.

Бурая полупустынная почвы опытного участка тяжелосуглинистая по гранулометрическому составу, с содержанием 44,1% физического песка, 45,6% физической глины и 10,3% ила. Характеризуется высокой водоудерживающей способностью (наименьшая влагоемкость (НВ) – 35,0% абсолютно сухой почвы). Пахотный горизонт мощностью 0-15 см содержит 0,35% органического углерода, имеет слабощелочную реакцию почвенного раствора ( $pH_{\text{вод.}}$  8,3). Обеспеченность почвы доступными для растений формами азота, фосфора и калия была определена с помощью набора для тестирования почвы Garden Guide Soil Test Kit-5679-01 (LaMotte Soil Testing Kit, Chestertown, Maryland, USA). Почва характеризуется низким содержанием доступных форм азота и фосфора, высоким содержанием доступных форм калия – 130-150 мг, 12-14 мг и 250-270 мг/кг почвы азота (щелочегидролизуемого), фосфора и калия соответственно.

Технология возделывания хлопчатника в опыте была общепринятой для данного региона. Все технологические операции от посева до уборки урожая, кроме основной обработки почвы, выполнялись вручную.

Предшественником хлопчатника в 2021 году была кукуруза, в 2022 и 2023 году хлопчатник выращивали после хлопчатника. Основная обработка почвы – вспашка на глубину пахотного слоя (0-15 см) и предпосевная обработка – рыхление на глубину посева семян, выравнивание почвы и обустройство гряд (в вариантах опыта с посевом семян на грядах) выполнялись весной (март месяц).

Посев семян производился в конце первой декады апреля в соответствии со схемой опыта, в зависимости от способа посева – в разброс или по 2 семени в лунку. Норма высева семян составляла 60 тыс. всхожих семян/га. Глубина посева

семян – 3-4 см. Семена были здоровыми, хорошо созревшими и не содержали семян других культур, семян сорных растений и посторонних материалов. Через две недели после фазы полных всходов проводили прореживание растений и формировали одинаковую для всех вариантов опыта густоту стояния растений (плотность посева), равную 29630 растений/га.

На рисунке 9 представлена фотография опытного участка, готового к посеву.



Рисунок 9 – Опытный участок подготовлен к посеву (апрель, 2021 г.)

В период вегетации хлопчатника было выполнено три прополки (вручную) и две обработки против азиатской хлопковой совки (*Spodoptera litura*) с использованием инсектоакарицидов с действующим веществом из класса пиретроидов (циперметрин).

Азиатская хлопковая совка – бабочка с телом длиной до 20 мм, с размахом крыльев до 40 мм. Передние крылья серо-бурые, со светлыми штрихами на темном фоне, с рисунком, напоминающим цифру 4. Задние крылья серо-белые,

полупрозрачные, с темным краем, темными жилками. Яйцо кремово-белое, перед выходом гусеницы становится иссиня-черным. Диаметр 0,6 мм. Личинка (гусеница) до 45 мм, бурая, с темными пятнами на 1 и 8 сегментах у старшего возраста. На спине три продольные черно-желтые линии. Куколка коричневая, до 19 мм. Ущерб наносят гусеницы, поедая листья около 80 видов растений. Теряя часть листвы, растения недополучают питания, в результате чего урожайность сильно снижается – на 75%. Гусеница зимует в почве, где и окукливается. Бабочка выходит на поверхность при температуре около 25°C, откладывает до 2000 яиц за 10 дней, после чего умирает. Полный цикл 35 дней. За теплый сезон может быть до 8 генераций.

Хлопчатник выращивался при орошении. За период вегетации хлопчатника проводилось 9 поливов по 60 мм каждый, первый – через две недели после посева, последующие – через каждые 14-18 дней (рисунок 10).



Рисунок 10 – Первый полив на опытном участке (май, 2022 г.)

Урожай убирали вручную в два приема по мере созревания и открытия коробочек на растении.

### 2.3. Схема опыта и методика проведения исследований

Объект исследований – средневолокнистый хлопчатник (*Gossypium hirsutum* L.) сорта Akala 15-17-99, созданный Экспериментальной ферме, где проводился опыт.

Исследования направлены на установление наиболее эффективного способа посева хлопчатника и оптимального уровня азотного питания, при его возделывании в условиях засушливого климата южной агроэкологической зоны Афганистана и выполнены в двухфакторном полевом опыте (таблица 3).

Таблица 3 – Схема полевого опыта

Фактор А – способ посева хлопчатника	Фактор Б – дозы внесения азота по фону P <sub>60</sub> K <sub>40</sub>
Разбросной посев (контроль)	Без азота – контроль
	N <sub>120</sub> (60+60)
	N <sub>150</sub> (75+75)
	N <sub>180</sub> (90+90)
Широкорядный («плоский») посев с междурядьями 0,75 м	Без азота – контроль
	N <sub>120</sub> (60+60)
	N <sub>150</sub> (75+75)
	N <sub>180</sub> (90+90)
Посев на грядах (в два ряда с площадью питания каждого растения 0,75 м x 0,45 м)	Без азота – контроль
	N <sub>120</sub> (60+60)
	N <sub>150</sub> (75+75)
	N <sub>180</sub> (90+90)

Азотное удобрение применяли поверхностно равными долями в два срока – перед посевом и в начале фазы цветения хлопчатника. В качестве азотного удобрения использовали карбамид – CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>, 46% N. Фосфорно-калийные удобрения вносили под предпосевную обработку почвы на все опытные делянки, как фон, в виде суперфосфата двойного гранулированного (Ca(H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>)<sub>2</sub> x H<sub>2</sub>O, 45% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) и сульфата калия (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 50% K<sub>2</sub>O).

Полевой опыт был заложен методом расщепленных делянок в 3-кратной повторности с рендомизированным размещением вариантов. Общее количество

опытных делянок составляло 36 штук, площадь каждой опытной делянки – 27,0 м<sup>2</sup> (4,5 м x 6,0 м), учетная площадь делянки – 13,5 м<sup>2</sup> (3,0 м x 4,5 м).

Все учеты и наблюдения при проведении исследований выполнены в соответствии с требованиями методики полевого опыта (Rana et al., 2014, 2016; Kumar et al., 2015; Noorzai et al., 2017).

Биометрические исследования растений хлопчатника – определение высоты растений, площади листьев (индекса листовой поверхности – ИЛП), накопления сухой надземной биомассы и биомассы корней, длины корней, количества моноподиальных и симподиальных побегов, коробочек проводили на 10 репрезентативных растениях на каждой опытной делянке (в 3-кратной повторности) каждые 30 дней – через 30, 60, 90, 120 дней после посева и при уборке урожая.

Высоту растений определяли по высоте главного побега, измеряли его длину от основания стебля до самой верхней точки роста с помощью измерительной ленты. Площадь листьев измеряли в см<sup>2</sup> с помощью миллиметровой бумаги, предварительно разделив отобранные листья растений на три категории по их размеру – крупные, средние и мелкие и, умножая площадь зеленых листьев одного растения на густоту стояния растений, рассчитывали площадь листьев в м<sup>3</sup>/га (Rana et al., 2014, 2016).

Для оценки динамики накопления сухой надземной биомассы побегов и биомассы корней (корни, после полива, осторожно извлекали из почвы с помощью лопаты и промывали под краном чистой водой) отобранные образцы растений взвешивали и выполняли пересчет на сухую биомассу по содержанию в них сухого вещества в % (ГОСТ 31640-2012). Также у извлеченных из почвы растений измеряли длину корней с помощью измерительной ленты.

Основные элементы продуктивности хлопчатника – количество моноподиальных (ростовых) и симподиальных (плодовых, растущих в пазухах с четвертого или пятого листа практически горизонтально) ветвей, количество коробочек (закрытых и открытых, важных для определения урожайности) на

растениях определяли по меченым растениям и рассчитывали их среднее число на одном растении.

Для определения главных элементов структуры урожая хлопчатника – количества семян, массы 1000 семян и массы хлопка-сырца в каждой коробочке отбирали пробы (образцы) по 100 коробочек с каждого варианта опыта в 3-кратной повторности.

Учет урожая хлопка-сырца проводили методом сплошного учета с 10 м<sup>2</sup> в два приема. Первый сбор – через 2 недели после даты начала созревания (у 50% растений раскрыта одна коробочка). Урожайные данные приводили к 100% чистоте и стандартной 8%-ной влажности, выражали в тоннах с 1 га. Также рассчитывался индекс урожая (ИУ) по формуле, предложенной Singh и Stoskopf (1971), как отношение урожайности хлопка-сырца к биологической урожайности (общая сухая биомасса надземной части растений).

Показатели экономической эффективности возделывания хлопчатка при применении различных способов посева и доз азотного удобрения рассчитывали с использованием Методических рекомендаций по оценке экономической эффективности производства продукции растениеводства (Рустамова и др., 2016; Банникова и др., 2021; Добринов и др., 2022).

Математическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась методом дисперсионного анализа с использованием SSCNARS Portal at IASRI. Результаты представлены на уровне значимости 5% ( $P = 0,05$ ), где F-критерий оказался значимым. Также в обработке экспериментальных данных применяли лицензионные математические программные пакеты для ПЭВМ – Microsoft Excel.

### ГЛАВА 3. ФОРМИРОВАНИЕ УРОЖАЯ РАСТЕНИЯМИ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОСЕВА И ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

#### 3.1. Динамика изменения морфо-биологических характеристик растений хлопчатника

Продолжительность периода вегетации хлопчатника в годы исследований изменялась мало и составляла 149-152 дней (5 месяцев, от посева в конце первой-начале второй декады апреля до созревания и уборки урожая в конце первой декады сентября). В процессе роста и развития хлопчатник проходит пять основных фенологических фаз: всходы (семядольные листья), образование настоящих листьев, бутонизация и образование симподиальных ветвей, цветение, созревание (раскрытие коробочек). На рисунке 11 представлены растения хлопчатника в полевом опыте в отдельные фенологические фазы.



Рисунок 11 – Растения хлопчатника в полевом опыте.  
а – в фазу цветения; б – в фазу образования коробочек; в – в фазу созревания

Продолжительность фаз роста и развития хлопчатника в условиях опыта составляла: 5-7 (10) дней – от посева до появления всходов, 8-12 дней – от всходов до появления первого настоящего листа, 25-30 дней – от начала появления настоящих листьев до начала бутонизации, 25-30 дней – от начала бутонизации до начала цветения, 50-60 дней – от начала цветения до начала созревания (открытия первых коробочек).

В ходе эксперимента были получены показатели, характеризующие морфо-биологические особенности растений хлопчатника при использовании различных способов посева и доз азотных удобрений – экспериментальные данные по основным элементам продуктивности хлопчатника: высоте растений, площади листьев (индексе листовой поверхности – ИЛП), накоплении сухой надземной биомассы и биомассы корней, длине корней, количестве моноподиальных (ростовых) и симподиальных (плодовых) ветвей, коробочек на растениях. Значения этих показателей изменялись по вариантам опыта, зависели как от способа посева семян, так и от уровня азотного питания растений (таблицы 4-6, рисунок 10).

Установлено значительное влияние различных способов посева и уровня азота (N) на высоту растений, площадь листьев и индекс листовой поверхности, накопление сухого вещества через 30, 60, 90 и 120 дней после посева.

Линейный рост является одним из интегральных показателей эффективности физиолого-биохимических процессов в растениях, оказывает влияние на величину, структуру и качество урожая. В наших исследованиях наблюдалось последовательное и значительное увеличение высоты растений на всех этапах наблюдений при использовании способа посева на грядах и с увеличением уровня азотного питания от  $N_0$  (без азота) до  $N_{180}$  (таблица 4).

К концу вегетации высота растений хлопчатника в среднем за три года в вариантах опыта без внесения азотного удобрения составила 91,9 см, 98,5 см и 104,2 см соответственно при разбросном, широкорядном посеве и посеве на

Таблица 4 – Динамика изменения высоты растений хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Высота растений, см														
		30 дней от посева			60 дней от посева			90 дней от посева			120 дней от посева			Перед уборкой		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Разбросной	0	15,1	17,2	19,2	52,7	56,8	58,0	73,3	81,3	85,2	80,3	90,2	99,4	81,9	91,9	106,4
	120	17,2	19,2	21,2	55,5	61,0	63,1	83,0	91,0	95,3	86,8	96,8	107,5	88,4	98,4	111,3
	150	18,2	20,2	22,2	57,2	62,1	65,7	86,4	94,4	100,4	92,5	102,5	113,3	94,2	104,3	124,2
	180	18,9	20,9	24,0	57,5	62,5	69,2	88,0	96,0	106,7	94,1	104,1	116,4	97,0	107,0	132,5
Широкорядный	0	16,4	18,4	20,4	55,4	60,3	63,6	81,6	89,6	97,2	88,9	98,8	110,3	88,6	98,5	121,3
	120	18,3	20,3	23,8	57,7	62,7	68,3	86,5	94,5	105,5	92,6	102,6	117,2	96,8	106,8	129,6
	150	18,8	20,8	25,9	60,2	65,2	74,8	88,6	96,6	108,3	95,7	105,7	124,4	100,1	110,1	135,4
	180	19,8	21,8	27,5	60,4	65,4	76,9	90,1	98,1	112,4	98,6	108,6	130,4	102,3	112,3	140,9
На грядах	0	16,9	18,9	20,9	56,0	61,4	67,2	83,9	92,0	103,4	92,6	102,7	119,4	94,1	104,2	133,6
	120	19,7	21,7	26,1	60,3	65,3	73,8	90,4	98,4	109,6	99,6	109,6	132,4	103,0	113,0	145,3
	150	20,8	22,8	29,5	61,3	66,3	77,7	91,7	99,7	114,5	103,3	113,3	137,1	106,2	116,2	154,4
	180	23,1	25,1	32,4	62,6	67,5	80,9	93,3	101,3	120,2	107,0	117,0	143,2	110,8	120,8	162,3
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,2	0,2	0,2	0,4	0,8	1,1	0,3	0,4	0,9	1,7	1,6	2,1	0,9	1,3	1,9
	для фактора Б	0,2	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	0,6	0,7	1,6	0,9	1,0	1,4	1,2	1,2	1,5

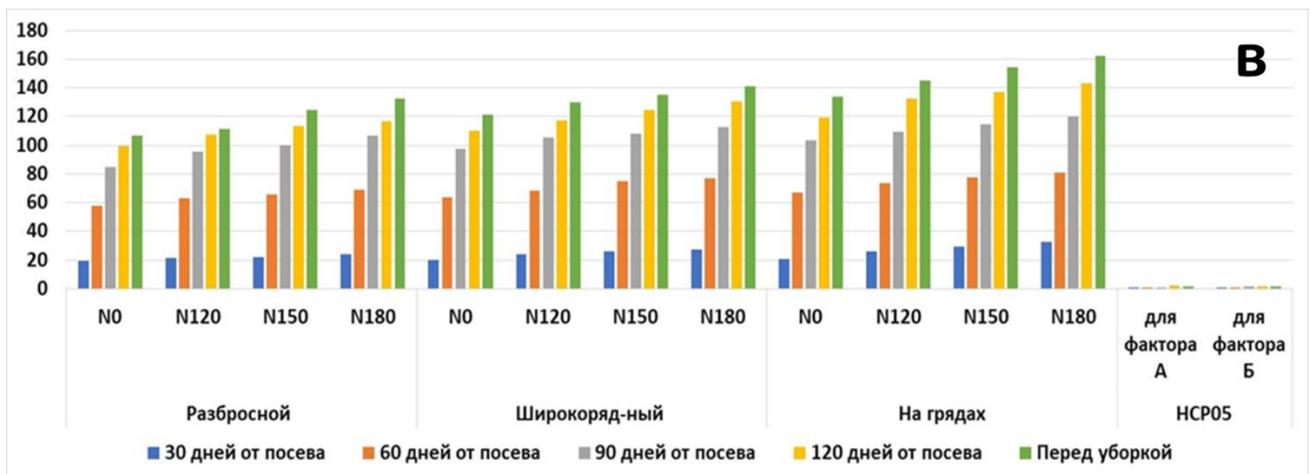
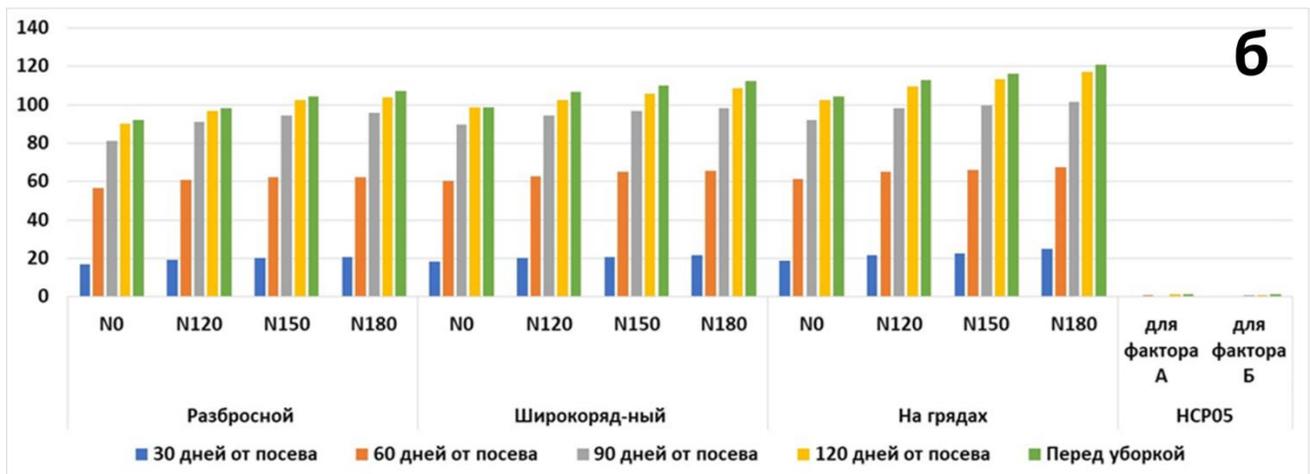
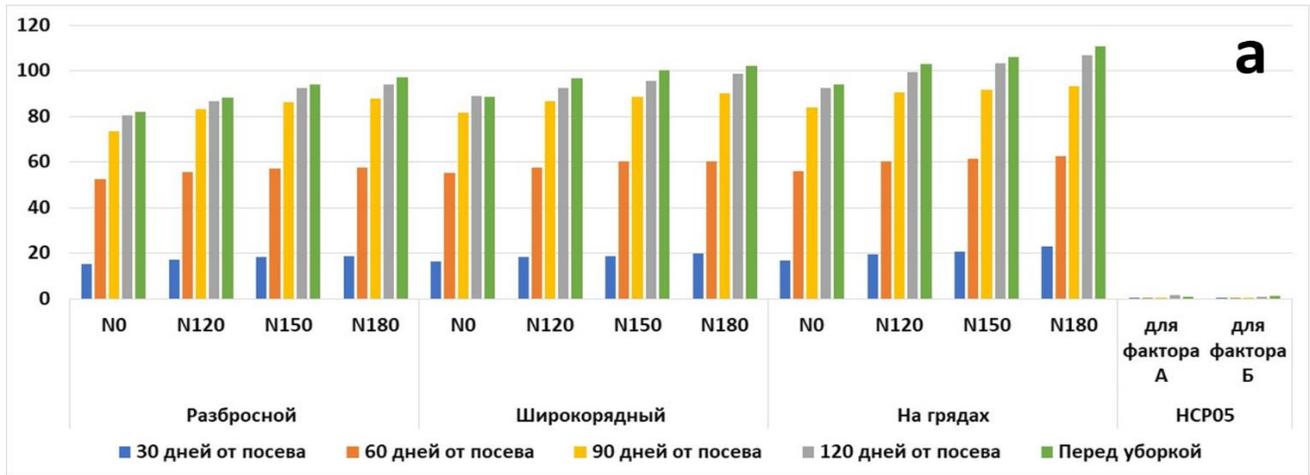


Рисунок 12а – Динамика изменения высоты растений хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения  
а – 2021 г., б – 2022 г., в -2023 г.

грядках. При применении широкорядного посева и посева на грядках высота растений хлопчатника увеличивалась по сравнению с разбросным посевом соответственно на 6,6 см и 12,3 см в вариантах опыта без внесения азота. Под влиянием азотного удобрения высота хлопчатника увеличивалась в зависимости от дозы на 6,5-15,1 см при разбросном посеве, на 8,3-13,8 см при широкорядном посеве и на 8,8-16,6 см при посеве на грядках. Минимальная в условиях опыта доза азотного удобрения ( $N_{120}$ ) способствовала увеличению высоты растений на 8,4 см при широкорядном посеве и на 14,6 см при посеве на грядках по сравнению с разбросным посевом. Максимальная в условиях опыта доза азотного удобрения ( $N_{180}$ ) способствовала увеличению высоты растений на 14,6 см при широкорядном посеве и на 13,8 см при посеве на грядках по сравнению с разбросным посевом. Высота растений хлопчатника достигала максимального значения к окончанию вегетации, перед уборкой урожая (используемый в опыте сорт хлопчатника Akala 15-17-99 не характеризуется детерминантным типом роста) – 120,8 см при внесении  $N_{180}$  и использовании способа посева посев на грядках (таблица 11, рисунок 126).

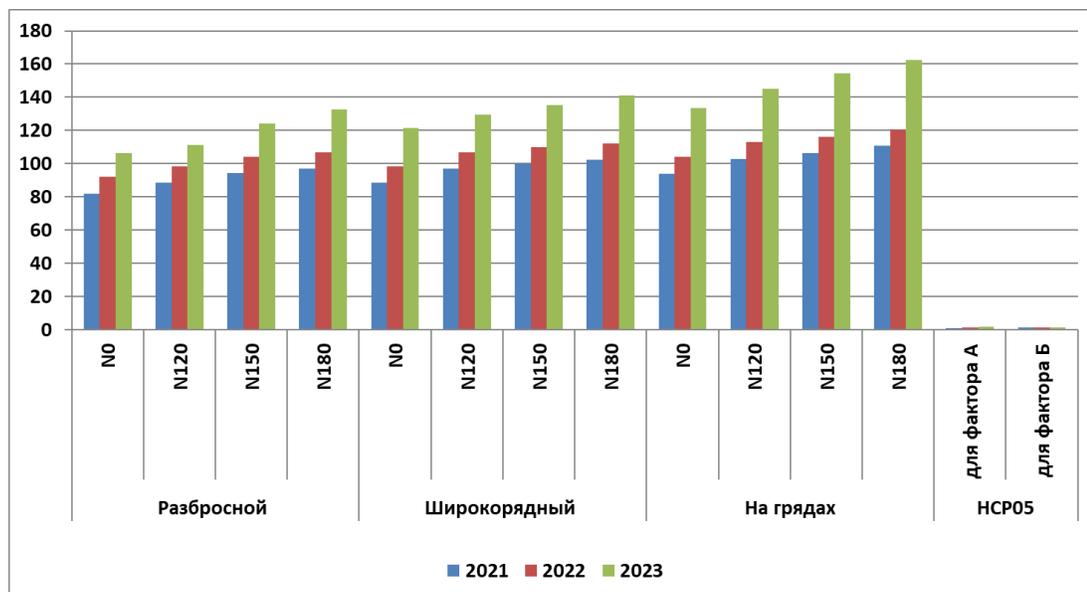


Рисунок 126 – Высота растений хлопчатника (см) перед уборкой урожая

Положительное влияние азота минеральных удобрений на высоту растений хлопчатника было показано в большом количестве научных исследований. Khan *et al.* (2001) сообщили, что высота растений хлопчатника значительно различалась при разных уровнях азотного питания, при внесении азота в дозе 250 кг/га формировались самые высокие растения хлопчатника. Gadhiya *et al.* (2008). Saleem *et al.* (2010) исследовали, что внесение 240 кг азота/га значительно увеличивало высоту растений хлопчатника – до 131 см. Ali *et al.* (2011) установили, что внесение азота в дозе 150 кг/га дает значительно более высокие растения, чем 100 кг азота/га, и чем 50 и 0 кг азота/га. Причем каждое увеличение дозы удобрения значительно увеличивало высоту растений с максимальными значениями при дозе внесения 160 кг азота/га.

Ayissa и Kebede (2011) также обнаружили влияние азота удобрения на высоту растений хлопчатника. Более высокими были растения (113 см), которые получали 92 кг азота/га. Varaich *et al.* (2012) показали, что доза азота 200 кг/га обеспечивает значительную максимальную высоту растений – 128 см, а минимальная высота растений – 77 см была зарегистрирована при самой низкой дозе азота в опыте – 50 кг/га. Высота растений значительно варьировалась при разных уровнях азота, а внесение 84 кг азота/га приводило к появлению самых высоких растений (101 см), описанных в публикации Aslam *et al.* (2013).

Rawal *et al.* (2015) заявили, что азотные удобрения существенно повлияли на высоту растений хлопчатника. Также внесение азотных и калийных удобрений положительно повлияло на высоту растений хлопчатника.

Munir *et al.* (2015), Kappes Sing *et al.* (2017) показали, что применение азота обеспечивает значительно большую высоту растений через 30, 60, 90 и 150 дней после посева. Четыре дозы азота – 0, 60, 120 и 180 кг/га на всех участках существенно увеличивали высоту растений хлопчатника.

Kumari *et al.* (2020) обнаружили, что азотные удобрения улучшают

параметры роста растений хлопчатника. Thakur *et al.* (2017) указали, что внесение азотных удобрений в дозе 50 кг азота/га значительно влияло на высоту растений хлопчатника по сравнению с остальными дозами азота.

Урожайность хлопчатника, как и других сельскохозяйственных культур, во многом определяется размерами площади листьев, так как от величины площади листового аппарата зависят коэффициенты поглощения падающей на посевы фотосинтетической активной радиации (ФАР). Растения эффективно используют на формирование урожая почвенно-климатические ресурсы и такие ресурсы интенсификации как способ посева и минеральные удобрения только в посевах с оптимальной площадью листовой поверхности (Шумова, 2017; Ma Y. *et al.*, 2022). Данные результатов исследований об изменении площади листьев и индекса листовой поверхности под влиянием способа посева и азотного удобрения представлены в таблицах 5, 6 и 11.

В наших исследованиях наблюдалось последовательное и значительное увеличение площади листьев и индекса листовой поверхности (ИЛП) растений на всех этапах наблюдений (через 30, 60, 90 и 120 дней после посева) при использовании широкорядного способа посева и посева на грядах (по сравнению с разбросным посевом) и с увеличением уровня азотного питания от  $N_0$  (без азота) до  $N_{180}$  (таблицы 5 и 6, рисунок 13а).

Индекс листовой поверхности (leaf-area index) – отношение площади листьев всех растений к площади занимаемой ими почвы. Представляет важный параметр, отражающий материальный и энергетический обмен в процессах фотосинтеза, дыхания, круговорота углерода и питательных веществ растений в посевах, прогнозирования их роста и продуктивности. Индекс листовой поверхности является ключевой переменной, функционально связанной с производством надземной биомассы, круговоротом воды и питательных веществ в конкретных почвенно-климатических условиях и технологиях возделывания сельскохозяйственных культур (Голубева и др., 2020).

Таблица 5 – Динамика изменения площади листьев растений хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Площадь листьев, см <sup>2</sup> /растение											
		30 дней от посева			60 дней от посева			90 дней от посева			120 дней от посева		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Разбросной	0	314	324	345	1302	1349	1378	2409	2527	2659	3369	3571	3789
	120	450	460	484	1477	1524	1559	2735	2853	3008	4024	4226	4511
	150	504	514	558	1626	1673	1770	3106	3224	3567	4286	4488	4782
	180	593	603	633	1841	1888	1986	3532	3650	3865	4478	4680	4922
Широкорядный	0	357	367	396	1481	1528	1598	2833	2951	3037	4286	4488	4707
	120	524	533	601	2023	2070	2170	3958	4076	4193	5519	5721	6015
	150	538	547	631	2213	2260	2385	4097	4215	4473	5841	6043	6460
	180	618	627	696	2421	2468	2608	4362	4480	4911	6230	6432	6924
На грядах	0	397	406	449	1642	1689	1760	3546	3664	3992	5113	5315	5605
	120	554	564	618	2191	2238	2313	4493	4611	4896	6114	6316	6657
	150	584	593	707	2409	2456	2596	5144	5261	5880	6948	7150	7709
	180	691	700	828	2554	2601	2757	6169	6287	6856	7844	8045	8752
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	5	5	7	13	14	25	166	166	84	87	87	45
	для фактора Б	9	9	5	14	14	12	76	76	100	79	79	68

Таблица 6 – Динамика изменения индекса листовой поверхности растений хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Индекс листовой поверхности (ИЛП)											
		30 дней от посева			60 дней от посева			90 дней от посева			120 дней от посева		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Разбросной	0	0,09	0,10	0,10	0,39	0,40	0,41	0,71	0,75	0,79	1,00	1,06	1,12
	120	0,13	0,14	0,14	0,44	0,45	0,46	0,81	0,85	0,89	1,19	1,25	1,34
	150	0,15	0,15	0,16	0,48	0,50	0,52	0,92	0,96	1,06	1,27	1,33	1,42
	180	0,18	0,18	0,19	0,55	0,56	0,59	1,05	1,08	1,14	1,33	1,39	1,46
Широкорядный	0	0,11	0,11	0,12	0,44	0,45	0,47	0,84	0,87	0,90	1,27	1,33	1,40
	120	0,16	0,16	0,18	0,60	0,61	0,64	1,17	1,21	1,24	1,64	1,70	1,78
	150	0,16	0,16	0,19	0,66	0,67	0,71	1,21	1,25	1,32	1,73	1,79	1,91
	180	0,18	0,19	0,21	0,72	0,73	0,77	1,29	1,33	1,46	1,85	1,91	2,05
На грядах	0	0,12	0,12	0,13	0,49	0,50	0,52	1,05	1,09	1,18	1,51	1,57	1,66
	120	0,16	0,17	0,18	0,65	0,66	0,68	1,33	1,37	1,45	1,81	1,87	1,97
	150	0,17	0,18	0,21	0,71	0,73	0,77	1,52	1,56	1,74	2,06	2,12	2,28
	180	0,21	0,21	0,24	0,76	0,77	0,82	1,83	1,86	2,03	2,32	2,38	2,59
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,05	0,05	0,02	0,03	0,03	0,01
	для фактора Б	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01

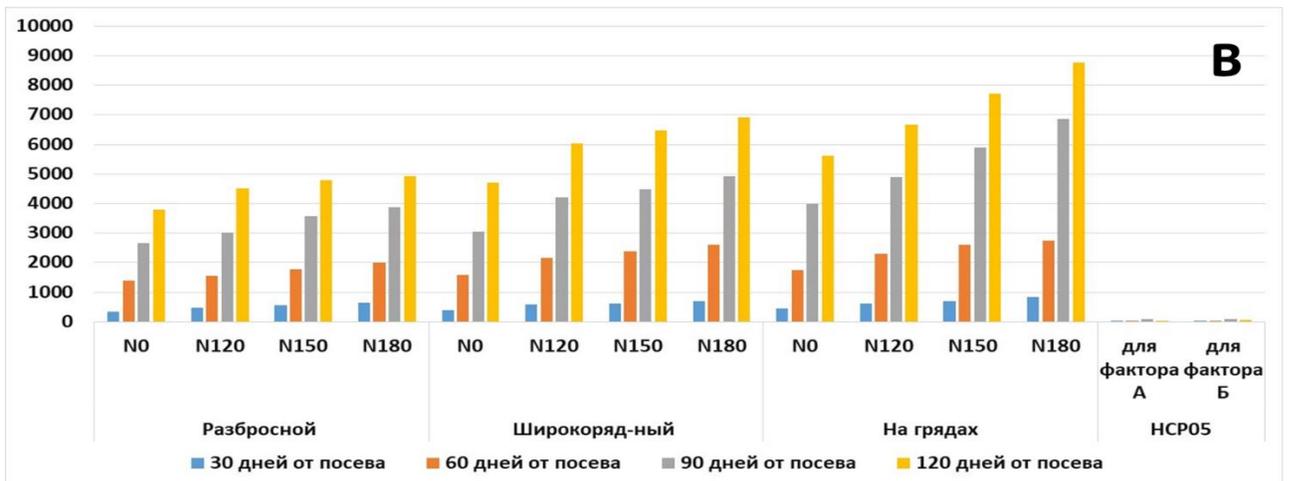
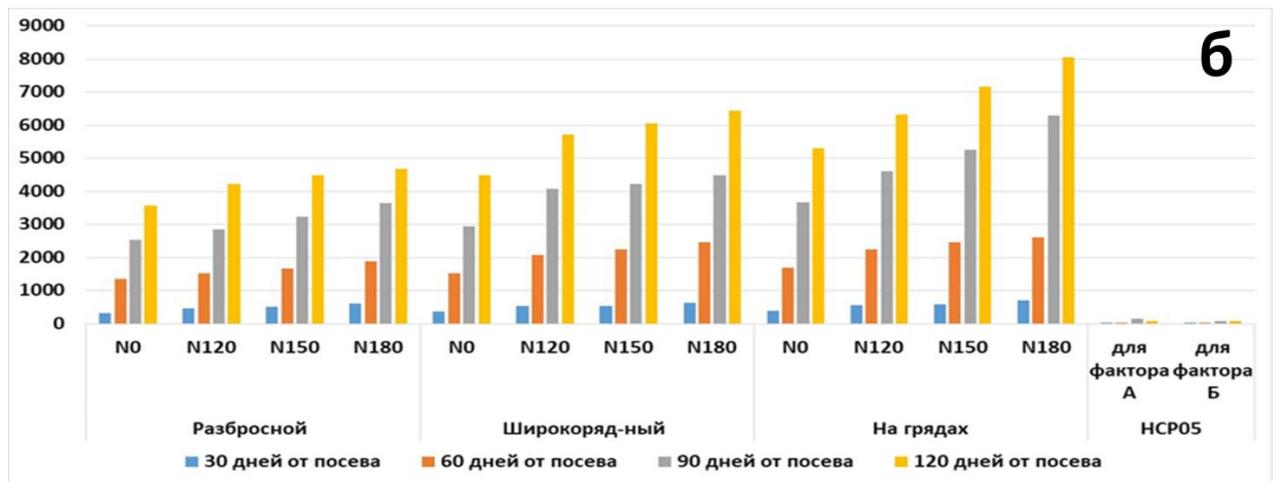
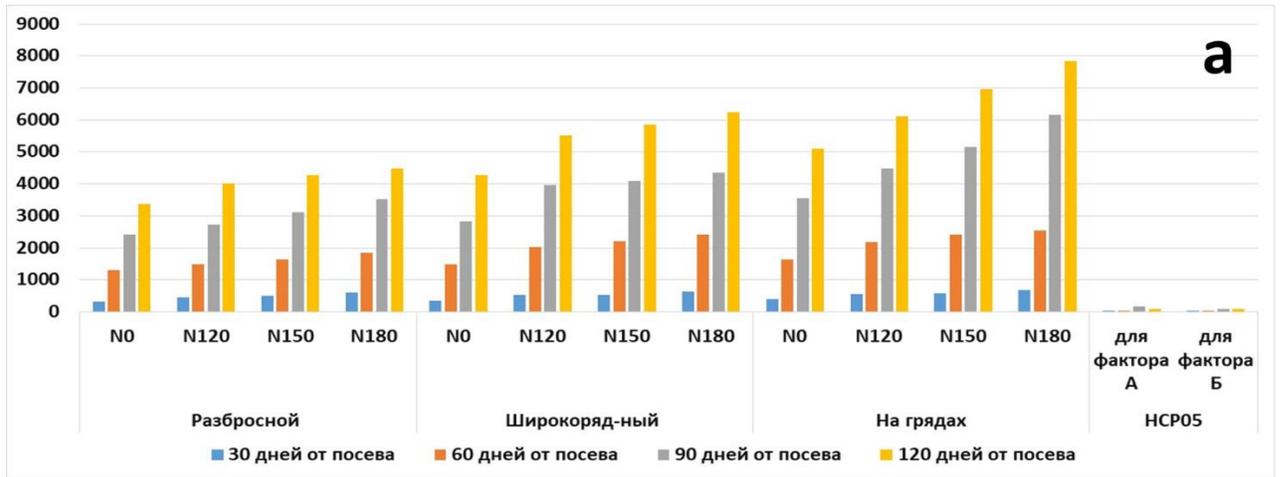


Рисунок 13а – Динамика изменения площади листьев растений хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения

а – 2021 г., б – 2022 г., в – 2023 г.

Под влиянием способа посева и при применении азотного удобрения в каждый срок наблюдений увеличивался индекс листовой поверхности и достигал в разные годы исследований своих максимальных значений при выращивании хлопчатника на грядах и внесении  $N_{180} - 0,21-0,24$  через 30 дней после посева,  $0,76-0,82$  через 60 дней после посева,  $1,83-2,03$  через 90 дней после посева и  $2,32-2,59$  через 120 дней после посева хлопчатника (таблица 6).

Максимальную в условиях опыта площадь листьев растения хлопчатника формировали в срок учета 120 дней после посева. В среднем за три года площадь листьев растений хлопчатника в вариантах опыта без внесения азотного удобрения составляла  $10,6$  тыс.  $m^2$ ,  $13,3$  тыс.  $m^2$  и  $15,7$  тыс.  $m^2/га$  соответственно при разбросном, широкорядном посеве и посева на грядах. При применении широкорядного посева и посева на грядах площадь листьев растений хлопчатника увеличивалась по сравнению с разбросным посевом соответственно на  $2,7$  тыс.  $m^2$  и  $5,1$  тыс.  $m^2$  в вариантах опыта без внесения азота. Под влиянием азотного удобрения площадь листьев хлопчатника увеличивалась в зависимости от дозы азота на  $1,9-3,3$  тыс.  $m^2$  при разбросном посева, на  $3,7-5,8$  тыс.  $m^2$  при широкорядном посева и на  $3,0-8,1$  тыс.  $m^2/га$  при посева на грядах. Минимальная в условиях опыта доза азотного удобрения ( $N_{120}$ ) способствовала увеличению площади листьев растений на  $4,5$  тыс.  $m^2$  при широкорядном посева и на  $6,2$  тыс.  $m^2$  при посева на грядах по сравнению с разбросным посевом. Максимальная в условиях опыта доза азотного удобрения ( $N_{180}$ ) способствовала увеличению площади листьев растений на  $5,2$  тыс.  $m^2$  при широкорядном посева и на  $9,9$  тыс.  $m^2/га$  при посева на грядах по сравнению с разбросным посевом. Наибольшая площадь листьев в условиях опыта наблюдалась у растений хлопчатника сорта Akala 15-17-99 при посева на грядах и применении  $N_{150}$  и  $N_{180}$  в срок наблюдений 120 дней после посева – соответственно  $21,2$  и  $23,8$  тыс.  $m^2/га$  и была больше на  $7,9$  тыс.  $m^2$  и  $9,9$  тыс.  $m^2/га$  по сравнению с разбросным посевом по сопоставимым вариантам опыта (таблица 11).

Применение азотных удобрений способствует увеличению площади листьев и росту индекса листовой поверхности. Так, в исследованиях Thakur *et al.* (2017) внесение 50 кг азота/га значительно увеличивало площадь листьев хлопчатника и индекс листовой поверхности по сравнению с остальными вариантами опыта. Panhwar *et al.* (2018) высказали мнение, что внесение 50 и 200 кг азота/га значительно увеличивает площадь листьев каждого растения хлопчатника.

Также другие морфо-биологические показатели растений хлопчатника были установлены в полевых исследованиях при выращивании хлопчатника с использованием различных способов посева и доз азотных удобрений.

### **3.2. Элементы продуктивности хлопчатника**

При проведении исследований были получены экспериментальные данные по показателям, характеризующим такие элементы продуктивности хлопчатника как динамика накопления сухой надземной биомассы и биомассы корней, изменения длины корней, количества моноподиальных (ростовых) и симподиальных (плодовых) ветвей, коробочек на растениях в ходе формирования урожая хлопка-сырца и хлопкового волокна. Значения этих показателей изменялись по вариантам опыта, зависели как от способа посева семян, так и от уровня азотного питания растений, представлены в таблицах 7-10.

Установлено значительное влияние различных способов посева и уровней азота (N) на размеры накопления сухой надземной биомассы и биомассы корней через 30, 60, 90 и 120 дней после посева.

Под влиянием способа посева и при применении азотного удобрения в каждый срок наблюдений увеличивались сухая надземная биомасса и биомасса корней и достигали в разные годы исследований своих максимальных значений при выращивании хлопчатника на грядах и внесении  $N_{180}$  – 7,2-13,8 г и 0,5-1,5

г/растение через 30 дней после посева, 122,8-165,8 г и 10,8-19,3 г/растение через 60 дней после посева, 384,0-449,8 г и 18,1-29,4 г/растение через 90 дней после посева и 538,4-646,7 г и 25,9-39,5 г/растение через 120 дней после посева хлопчатника соответственно сухая надземная биомасса и биомасса корней (таблицы 7 и 8).

Выращивание хлопчатника на грядах с применением минеральных азотных удобрений способствовало формированию более мощной корневой системы и более глубокому проникновению корней в почву. Результаты определения длины корней хлопчатника в полевом опыте показали, что наибольшая длина корней наблюдалась у растений хлопчатника при посеве на грядах и применении  $N_{150}$  и  $N_{180}$  в срок наблюдений 120 дней после посева – соответственно 48,6 см и 51,5 см и была больше на 11,0 см и 11,1 см по сравнению с разбросным посевом по сопоставимым вариантам опыта в среднем за три года (таблица 9).

Rawal *et al.* (2015), Sing *et al.* (2017), Thakur *et al.* (2017), Panhwar *et al.* (2018) показали, что внесение азота приводит к значительному увеличению накопления сухой надземной биомассы растений. Внесение 50 и 200 кг/га азота удобрений значительно увеличивало накопление сухого вещества хлопчатником по сравнению с вариантами опыта без азота. Также под влиянием азотных удобрений увеличивается сухая масса корней и длина корней хлопчатника.

По результатами исследований Ramesh and Rathika (2017), Kumari *et al.* (2020), Nagarajan *et al.* (2018) существенное увеличение сухой массы корней наблюдалось при увеличении нормы внесения азота при выращивании хлопчатника. Азот является жизненно важным компонентом аденозинтрифосфата – «энергетической единицы» растений. Аденозинтрифосфат образуется в процессе фотосинтеза, имеет в своей структуре азот, стимулирует развитие корневой системы. Это может быть реальной причиной увеличения сухой массы корня. Длина корней была существенно больше с азотными удобрениями.

Таблица 7 – Динамика нарастания сухой надземной биомассы растений хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Сухая надземная биомасса, г/растение											
		30 дней от посева			60 дней от посева			90 дней от посева			120 дней от посева		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Разбросной	0	4,8	5,4	6,1	83,3	86,2	91,2	143,2	152,1	161,3	248,7	271,0	278,6
	120	5,3	5,9	6,8	98,1	101,0	106,9	162,5	171,4	184,6	298,9	321,2	339,8
	150	5,9	6,5	8,3	103,4	106,3	120,3	189,0	197,9	215,5	346,7	369,0	406,6
	180	6,4	7,0	8,9	110,5	113,4	133,4	222,3	231,2	258,8	380,4	402,7	448,2
Широкорядный	0	5,1	5,7	7,1	94,1	97,1	105,3	202,7	211,6	217,8	303,8	326,1	351,8
	120	5,8	6,4	8,2	107,3	110,3	124,7	288,1	297,0	315,3	399,7	422,0	456,3
	150	6,5	7,1	10,6	112,4	115,4	142,5	332,9	341,8	382,6	438,9	461,2	529,6
	180	7,0	7,6	11,3	115,0	118,0	146,0	354,4	363,3	420,8	479,5	501,8	579,0
На грядах	0	5,4	6,0	8,4	99,6	102,5	114,6	220,2	229,1	247,6	326,7	349,0	377,7
	120	6,3	6,9	9,6	113,9	116,8	132,9	326,8	335,8	352,4	452,0	474,3	512,4
	150	6,7	7,3	12,6	118,2	121,1	161,7	361,1	370,0	420,2	493,2	515,5	591,4
	180	7,2	7,8	13,8	122,8	125,7	165,8	384,0	392,9	449,8	538,4	560,7	646,7
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,1	0,1	0,2	3,0	3,0	2,2	12,2	12,2	6,2	11,6	8,7	7,5
	для фактора Б	0,1	0,1	0,1	2,2	2,2	2,1	7,7	7,7	7,4	10,2	10,0	7,1

Таблица 8 – Динамика изменения сухой биомассы корней растений хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Сухая биомасса корней, г/растение											
		30 дней от посева			60 дней от посева			90 дней от посева			120 дней от посева		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Разбросной	0	0,2	0,3	0,5	8,2	9,3	10,3	8,2	10,0	11,6	11,2	13,4	15,2
	120	0,3	0,5	0,7	9,2	10,3	11,7	9,1	10,9	13,0	13,6	15,8	18,7
	150	0,3	0,5	1,0	9,6	10,7	13,6	10,5	12,3	16,6	17,4	19,6	25,0
	180	0,4	0,6	1,1	10,0	11,1	14,3	12,2	14,0	18,8	19,8	22,0	28,1
Широкорядный	0	0,2	0,4	0,6	8,8	10,0	11,8	9,0	10,8	13,2	14,1	16,3	19,1
	120	0,4	0,5	0,8	9,8	10,9	13,3	11,0	12,8	15,9	17,5	19,6	23,4
	150	0,4	0,5	1,2	10,2	11,3	16,2	12,8	14,6	20,7	20,2	22,4	29,9
	180	0,5	0,6	1,4	10,4	11,6	17,1	13,9	15,7	22,6	22,7	24,8	33,2
На грядах	0	0,3	0,4	0,7	9,2	10,3	12,8	9,5	11,3	14,4	17,7	19,9	23,8
	120	0,4	0,6	0,9	10,0	11,1	14,4	12,0	13,8	187,0	21,3	23,5	28,6
	150	0,5	0,6	1,3	10,4	11,5	18,1	14,9	16,7	25,1	23,5	25,7	36,3
	180	0,5	0,6	1,5	10,8	11,9	19,3	18,1	19,9	29,4	25,9	28,1	39,5
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,1	0,7	0,7	0,3
	для фактора Б	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,1	0,9	0,9	0,6

Таблица 9 – Динамика изменения длины корней растений хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Длина корней, см											
		30 дней от посева			60 дней от посева			90 дней от посева			120 дней от посева		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Разбросной	0	14,8	16,1	17,1	26,7	28,4	29,8	28,7	30,6	32,6	30,8	32,8	35,8
	120	17,1	18,5	19,1	28,1	29,8	31,7	30,1	32,0	34,7	32,2	34,2	38,3
	150	18,0	19,4	21,5	29,5	31,2	34,9	31,5	33,4	38,9	33,6	35,6	43,7
	180	18,2	19,5	21,6	31,6	33,3	37,5	33,6	35,5	42,0	35,7	37,7	46,9
Широкорядный	0	15,9	17,2	19,1	27,6	29,3	31,5	31,0	32,9	36,1	34,0	36,0	40,3
	120	17,7	19,1	20,5	30,3	32,0	35,0	33,7	35,6	39,9	36,7	38,7	44,4
	150	18,2	19,5	22,3	31,7	33,4	39,3	35,1	37,0	45,7	38,1	40,1	51,5
	180	18,3	19,6	22,7	32,8	34,5	41,1	36,2	38,1	47,9	39,2	41,2	54,0
На грядах	0	17,1	18,4	20,0	28,2	29,9	33,4	32,7	34,6	39,4	37,4	39,3	45,2
	120	18,6	19,9	22,1	31,9	33,6	38,3	36,4	38,3	44,8	41,1	43,0	50,2
	150	18,7	20,1	24,3	33,4	35,1	44,5	37,9	39,8	52,8	42,6	44,5	58,7
	180	19,7	21,0	25,8	35,9	37,6	48,3	40,4	42,3	58,9	45,1	47,0	62,4
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,3	0,3	0,5	0,6	0,6	1,0	0,8	0,8	1,0	0,9	0,9	1,0
	для фактора Б	0,4	0,4	0,4	0,6	0,6	0,4	0,6	0,6	0,8	0,8	0,8	0,9

К основным элементам продуктивности хлопчатника наряду с высотой растений, площадью листьев и индексом листовой поверхности следует отнести количество моноподиальных и симподиальных ветвей, а также общее количество коробочек, которые формируются на растениях. Наблюдения за количеством моноподиальных ветвей проводили через 90 дней и 120 дней после посева, количество симподиальных ветвей и коробочек на растениях хлопчатника определяли через 120 дней после посева. Значения этих показателей в вариантах опыта зависели как от способа посева семян, так и от уровня азотного питания растений, представлены в таблицах 10 и 11, на рисунке 13б.

В наших исследованиях наблюдалось значительное увеличение количества моноподиальных ветвей на растениях хлопчатника на этапе наблюдений через 120 дней после посева по сравнению с этапом наблюдений через 90 дней после посева во все годы исследований, особенно при использовании широкорядного способа посева и посева на грядках (по сравнению с разбросным посевом) и с увеличением уровня азотного питания от  $N_0$  (без азота) до  $N_{180}$  (таблица 10).

Количество симподиальных ветвей на растениях хлопчатника через 120 дней после посева при разбросном посеве и без применения азотного удобрения варьировалось в годы исследований в пределах 9,4-12,6 шт./растение, увеличивалось на 3,9-4,3 шт./растение при использовании широкорядного способа посева и на 18,8-24,3 шт./растение при посеве на грядках (таблица 10).

Под влиянием способа посева и дозы внесения азотного удобрения в годы проведения полевого опыта изменялось количество коробочек на растениях хлопчатника – увеличивалось при переходе от разбросного посева к посеву широкорядному и посеву на грядках (на 1,5-2,0 шт. и 4,4-5,0 шт./растение соответственно), а также увеличивалось количество коробочек на растениях с увеличением дозы азотного удобрения от  $N_0$  (без азота) до  $N_{180}$  (на 9,5-13,0 шт., 15,2-19,7 шт. и 15,9-21,6 шт./растение при способах посева разбросном, широкорядном и на грядках соответственно).

Таблица 10 – Динамика изменения количества моно- и симподиальных ветвей и коробочек на растениях хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Количество ветвей, шт./растение									Количество коробочек, шт./растение		
		моноподиальных						симподиальных					
		90 дней от посева			120 дней от посева								
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Разбросной	0	5,1	6,4	7,9	5,5	6,6	8,6	9,4	10,9	12,6	14,0	15,7	17,5
	120	5,7	7,0	9,0	6,1	7,2	9,9	12,8	14,3	16,4	17,9	19,6	21,9
	150	6,1	7,4	11,3	6,5	7,6	13,0	16,9	18,4	22,6	20,7	22,4	27,1
	180	6,9	8,2	12,6	7,3	8,4	14,5	20,0	21,5	26,2	23,5	25,2	30,5
Широкорядный	0	5,3	6,7	8,8	6,0	7,2	9,8	13,3	14,8	16,9	15,5	17,2	19,5
	120	6,1	7,5	10,1	6,8	8,0	11,4	17,5	19,0	21,8	20,3	22,0	25,0
	150	7,0	8,3	13,6	7,7	8,8	15,7	20,2	21,7	27,3	26,4	28,1	34,2
	180	7,6	8,9	15,1	8,3	9,4	17,2	23,4	24,9	31,2	30,7	32,4	39,2
На грядах	0	5,5	6,9	9,2	6,3	7,5	10,2	17,1	18,5	21,0	19,9	21,6	24,5
	120	6,9	8,2	11,1	7,6	8,7	12,4	21,0	22,4	25,6	26,0	27,7	31,5
	150	7,7	9,1	14,8	8,5	9,7	17,0	25,5	26,9	33,4	31,2	32,9	40,6
	180	8,3	9,6	16,1	9,1	10,2	18,4	28,2	29,6	36,9	35,8	37,5	46,1
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,3	0,3	0,2	0,3	0,3	0,1	0,7	0,7	0,3	0,4	0,4	0,4
	для фактора Б	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,6	0,6	0,5	1,0	1,0	0,3

Таблица 11 – Элементы продуктивности растений хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, среднее за 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Высота растений, см	Площадь листьев, тыс. м <sup>2</sup> /га	Количество ветвей		Количество коробочек
				моноподиальных	симподиальных	
				шт./растение		
Разбросной	0	91,9	10,6	5,3	8,3	17,1
	120	98,4	12,5	5,8	12,8	19,8
	150	104,3	13,3	6,3	16,7	23,3
	180	107,0	13,9	7,0	19,1	26,0
Широкорядный	0	98,5	13,3	5,8	13,6	18,4
	120	106,8	17,0	6,5	17,5	22,3
	150	110,1	17,9	7,5	19,4	25,7
	180	112,3	19,1	8,2	23,8	27,2
На грядах	0	104,2	15,7	6,2	17,0	20,9
	120	113,0	18,7	7,3	21,2	24,9
	150	116,2	21,2	8,6	24,9	28,1
	180	120,8	23,8	9,0	27,5	28,6
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	3,2	0,3	0,2	0,6	0,6
	для фактора Б	4,4	0,4	0,3	0,7	1,0

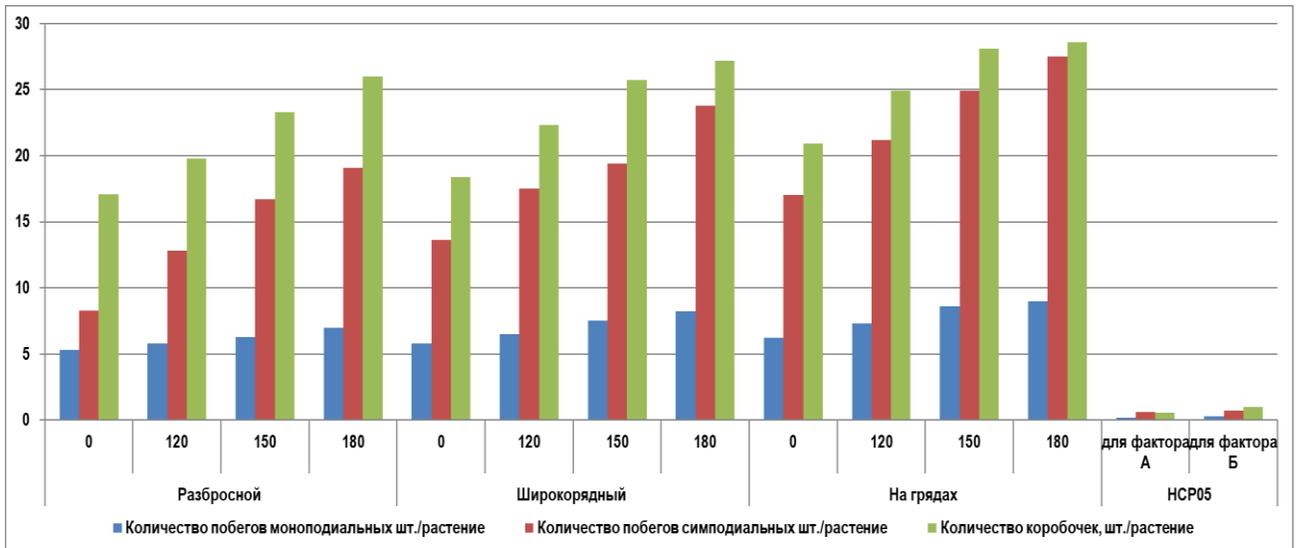


Рисунок 13б – Количество моноподиальных и симподиальных побегов, коробочек на растении хлопчатника, среднее за 2021-2023 гг.

Растения хлопчатника при выращивании на грядах по сравнению с другими способами посева во всех вариантах опыта, особенно в вариантах опыта с внесением азотного удобрения были более высокими, имели большее количество моноподиальных (ростовых) ветвей и ветвей с плодовыми органами (симподиальных), формировали более мощный ассимиляционный аппарат и большее число коробочек. Так, при размещении посевов хлопчатника на грядах по сравнению с «плоскими» способами посева (разбросным и широкорядным) в среднем за три года высота растений увеличивалась в зависимости от уровня азотного питания на 5,3-13,8 см, количество моноподиальных ветвей – на 0,5-2,0 шт./растение, количество симподиальных ветвей – на 4,7-8,7 шт./растение и количество коробочек – на 1,2-3,8 шт./растение (таблица 11, рисунок 14).

Khan *et al.* (2001) отметили, что внесение 250 кг азота/га приводит к значительному увеличению количества симподиальных ветвей (22,3 шт./растение). Sing *et al.* (2017) показали, что применение азота приводит к значительному увеличению количества симподиальных ветвей/растение. Liaqat *et al.* (2018) показали, что четыре уровня азота (0, 55, 110 и 165 кг/га) значительно

увеличивают количество симподиальных ветвей хлопчатника. Применение 50 кг азота/га привело к значительно большему количеству симподиальных ветвей на растении хлопчатника по сравнению с остальными вариантами обработки (Thakur *et al.*, 2017). Gadhiya *et al.* (2008) сообщили, что внесение 240 кг азота/га значительно увеличило количество симподиальных ветвей (18,7 шт./растение).

Kumbhar *et al.* (2008) предположили, что максимальное количество симподиальных ветвей на растении значительно наблюдалось на экспериментальных участках, где вносилось 150 кг азота/га. Максимальное количество симподиальных ветвей (19 шт./растение) было достоверно получено у растений хлопчатника, удобренных 200 кг азота/га (Boraich *et al.*, 2012). Jayakumar *et al.* (2014) установили, что при капельном орошении с использованием водорастворимых NPK-удобрений и биоудобрений наблюдалось значительно большее количество симподиальных ветвей (18,1 шт./растение). Gohil *et al.* (2016) заявили, что применение азотных удобрений значительно увеличивает количество симподиальных ветвей/ растение.

У хлопчатника, выращенного методом гребневого посева, значительно выше количество симподиальных ветвей (21,7 шт./растение), количество коробочек (43,2 шт./растение) и более высокая урожайность хлопок-сырец (2,6 т/га), как сообщает Gnanasoundari and Balusamy (2015).

## ГЛАВА 4. УРОЖАЙНОСТЬ И СТРУКТУРА УРОЖАЯ ХЛОПЧАТНИКА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ПОСЕВА И ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ

### 4.1. Урожайность и выход волокна

Одним из важнейших агрономических показателей для оценки эффективности возделывания культуры с использованием приемов агротехники, имеющих первостепенное значение в определенных почвенно-климатических условиях (таких как способ посева, схема посева, плотность посева, применение удобрений, прежде всего азотных), является ее урожайность. Анализ экспериментальных данных, полученных в 3-летних исследованиях в условиях полевого опыта, показал, что на урожайность орошаемого хлопчатника, возделываемого на бурой полупустынной среднесуглинистой почве в условиях засушливого климата южной агроэкологической зоны Афганистана, оказывали существенное действие способ посева и дозы внесения азотного удобрения (таблица 12, рисунок 14).

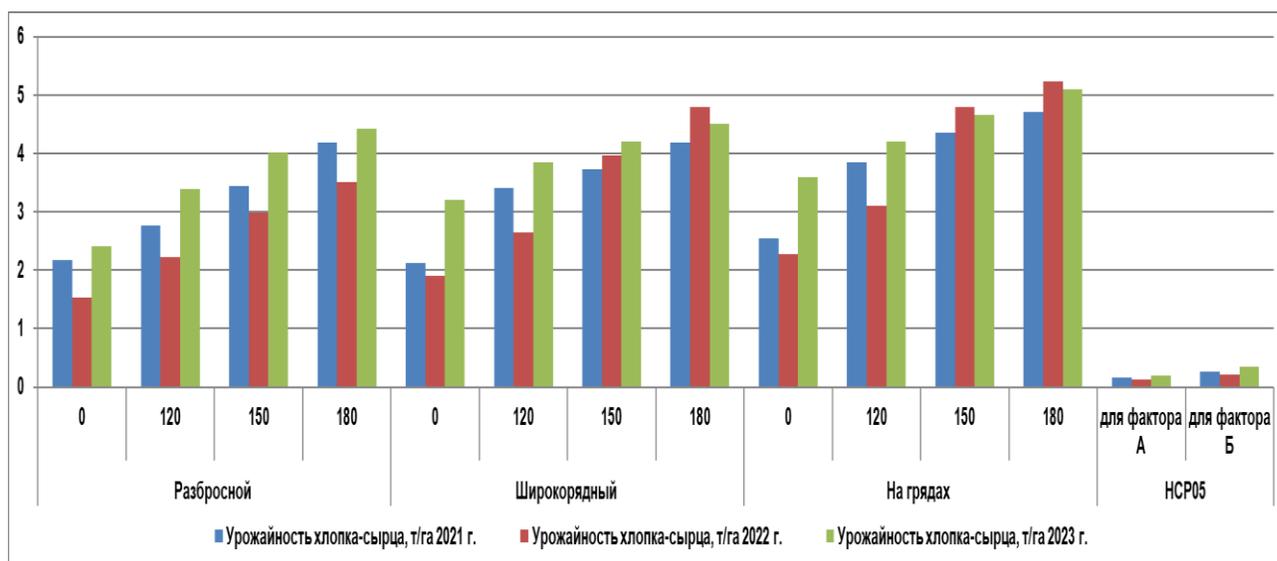


Рисунок 14 – Урожайность хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы внесения азота

Таблица 12 – Урожайность хлопчатника и окупаемость азота удобрения прибавкой урожая в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Урожайность хлопка-сырца				Прибавка урожая	Окупаемость азота удобрения прибавкой урожая	Окупаемость дополнительно внесенного азота удобрения прибавкой урожая
		т/га						
		2021 г.	2022 г.	2023 г.	Среднее за 3 года			
Разбросной	0	2,18	1,53	2,41	2,04	-	-	-
	120	2,76	2,23	3,39	2,79	0,75	6,25	-
	150	3,44	2,98	4,02	3,48	1,44	9,60	23,00
	180	4,19	3,50	4,42	4,04	2,00	11,11	18,67
Ширококорядный	0	2,12	1,91	3,21	2,41	-	-	-
	120	3,41	2,65	3,84	3,30	0,89	7,42	-
	150	3,72	3,97	4,20	3,96	1,55	10,33	22,00
	180	4,18	4,80	4,51	4,50	2,09	11,61	18,00
На грядах	0	2,55	2,27	3,60	2,81	-	-	-
	120	3,85	3,10	4,20	3,72	0,91	7,58	-
	150	4,36	4,79	4,65	4,60	1,79	11,93	29,33
	180	4,70	5,24	5,09	5,01	2,20	12,22	13,67
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,16	0,13	0,20	0,15	-	-	-
	для фактора Б	0,27	0,22	0,35	0,28	-	-	-

Было установлено преимущество широкорядного способа посева и посева хлопчатника на грядах перед разбросным посевом, а также посева на грядах перед широкорядным способом посева. В вариантах опыта без применения азотного удобрения было получено дополнительно с каждого гектара 0,37 тонн и 0,77 тонн хлопка-сырца соответственно при широкорядном посеве и посеве на грядах по сравнению с разбросным посевом и 0,40 тонн хлопка-сырца при посеве на грядах по сравнению с широкорядным посевом.

Различия по урожайности в зависимости от способа посева возрастают при выращивании хлопчатника с применением азотного удобрения. В вариантах опыта с азотным удобрением сбор хлопка-сырца увеличивался в зависимости от дозы внесения азота на 0,46-0,51 тонн и на 0,93-1,12 тонн/га соответственно при широкорядном посеве и посеве на грядах по сравнению с разбросным посевом и на 0,42-0,64 тонн/га при посеве на грядах по сравнению с широкорядным посевом (таблица 12).

Широкорядный посев и посев на грядах в условиях опыта обеспечивают одинаковую площадь питания одного растения и плотность посева (29630 растений/га). Однако, по литературным данным грядковая технология посева по сравнению с «плоским» посевом улучшает состояние растений, полифериацию корней, использование питательных веществ и воды, увеличивает урожайность хлопчатника (Irfan & Ahmad, 2014; Farooq *et al.*, 2020).

Урожайность хлопчатника во все годы исследований возрастала при применении азотного удобрения – в среднем за три года на 0,75-2,20 т/га хлопка-сырца в зависимости от способа посева и дозы азота. Наиболее высокая урожайность была получена при выращивании хлопчатника на грядах и внесении азотного удобрения в дозе  $N_{180}$  – в среднем за три года 5,01 т/га хлопка-сырца. Урожайность хлопка-сырца при широкорядном и разбросном способах посева также была наиболее высокой при применении  $N_{180}$  – на 0,51 тонн и 0,97 т/га больше, чем при широкорядном и разбросном способах посева соответственно.

Показателем агрономической эффективности применения азотного удобрения на посевах хлопчатника является окупаемость азота удобрения прибавкой урожая. Окупаемость азота удобрения прибавкой урожая изменялась от 6,25 кг до 12,22 кг хлопка-сырца на 1 кг азота в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, была наиболее высокой – 11,11-12,22 кг хлопка-сырца/кг азота при разбросном и широкорядном способах посева при внесении  $N_{180}$ , при посеве на грядках – при внесении  $N_{150}$  и  $N_{180}$ . Также была высокой окупаемость дополнительно внесенного азота удобрения прибавкой урожая, особенно при увеличении дозы азотного удобрения с  $N_{120}$  до  $N_{150}$  – на каждый 1 кг азота удобрения было получено в зависимости от способа посева 22,0-29,3 кг хлопка-сырца. При дальнейшем увеличении дозы азотного удобрения с  $N_{150}$  до  $N_{180}$  окупаемость каждого 1 кг дополнительно внесенного азота удобрения прибавкой урожая снижалась на 4,0-4,3 кг хлопка-сырца при разбросном и широкорядном способах посева, и очень существенно – на 15,6 кг хлопка-сырца при посеве на грядках. С точки зрения окупаемости дополнительно внесенного азота удобрения оправдано и целесообразно увеличивать дозу внесения азотного удобрения до  $N_{150}$ , которая обеспечит в среднем за три года формирование урожайности 4,6 т/га хлопка-сырца (таблица 12).

Важным хозяйственно ценным признаком хлопчатника как прядильной культуры является выход волокна (рисунок 15).

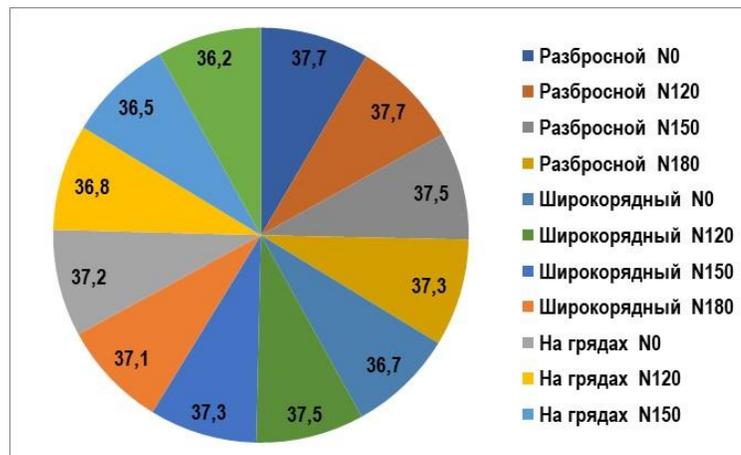


Рисунок 15 – Выход волокна в зависимости от способа посева и дозы внесения азота, среднее за 2021-2023 гг.

Выход волокна при выращивании хлопчатника исследуемого сорта варьировался по отдельным вариантам опыта в пределах 36,2-37,7%, был наиболее высоким при использовании разбросного способа посева во всех вариантах опыта с азотным удобрением, несколько снижался – на 0,2-1,1% при широкорядном посеве и посеве на грядах вне зависимости от дозы внесения азотного удобрения.

#### 4.2. Структура урожая хлопчатника

Урожайность хлопчатника при достаточно близкой для всех вариантов опыта густоте стояния растений к уборке, сформированной в результате прореживания посевов, зависела от количества открытых коробочек на каждом растении и массы хлопка-сырца в каждой коробочке (таблицы 13 и 14).

Количество открытых коробочек на каждом растении хлопчатника изменялось в среднем за три года эксперимента в зависимости от способа посева и дозы внесения азотного удобрения от 15,6 шт. до 24,6 шт./растение, увеличивалось по сопоставимым вариантам опыта при широкорядном посеве и посеве на грядах по сравнению с разбросным посевом соответственно на 1,0-2,1 и 1,4-4,2 коробочки, на 1,9-2,1 коробочки при посеве на грядах по сравнению с широкорядным посевом.

Максимальное в условиях опыта количество открытых коробочек на растениях хлопчатника – 24,5-24,6 шт./растение формировалось при внесении  $N_{150}$  и  $N_{180}$  и посеве на грядах, а также при внесении  $N_{180}$  и широкорядном посеве. Подобные закономерности наблюдались и по влиянию способа посева и доз минерального азота на массу хлопка-сырца в коробочке хлопчатника. Наиболее высокая урожайность хлопчатника – в среднем за три года 5,01 т/га (вариант опыта: посев на грядах и  $N_{180}$ ) была обеспечена образованием в среднем на каждом растении 24,5 открытых коробочек с массой 6,9 г хлопка-сырца.

Таблица 13 – Элементы структуры урожая хлопчатника в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Количество открытых коробочек, шт./растение			Количество семян в коробочке, шт.			Масса хлопка-сырца, г/коробочка			Масса 1000 семян, г		
		2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023	2021	2022	2023
Разбросной	0	15,1	18,0	19,8	30,3	30,8	31,7	4,4	4,8	5,2	90,5	94,0	96,8
	120	18,3	21,2	23,6	31,5	32,0	33,4	5,3	5,7	6,3	95,3	98,8	102,5
	150	20,4	23,3	28,0	33,6	34,1	36,8	5,6	6,0	7,2	109,4	112,9	120,2
	180	22,9	25,8	31,1	35,5	36,0	38,9	5,9	6,3	7,6	113,8	117,3	125,6
Широкорядный	0	16,6	19,5	21,7	31,0	31,5	33,5	4,9	5,3	5,9	99,3	102,8	107,0
	120	20,3	23,2	26,2	32,9	33,4	35,9	5,6	6,0	6,8	106,4	109,9	115,5
	150	24,5	27,4	33,4	35,2	35,7	40,9	5,9	6,3	8,0	111,8	115,3	126,4
	180	28,3	31,2	38,0	36,9	37,4	43,2	6,2	6,6	8,5	116,7	120,2	132,7
На грядах	0	18,1	21,0	24,1	31,5	32,0	34,8	5,1	5,5	6,4	104,6	108,2	113,8
	120	22,2	25,1	29,0	33,3	33,8	37,6	5,7	6,1	7,2	111,7	115,3	122,5
	150	25,4	28,3	36,0	35,5	36,0	43,6	6,3	6,7	9,0	118,5	122,1	135,4
	180	28,6	31,5	40,0	37,4	37,9	46,4	6,9	7,3	9,9	126,3	129,9	144,8
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,4	0,4	0,7	1,0	1,0	0,8	0,2	0,2	0,1	0,5	0,5	0,2
	для фактора Б	0,9	0,9	0,6	0,8	0,8	0,7	0,2	0,2	0,1	1,1	1,1	0,5

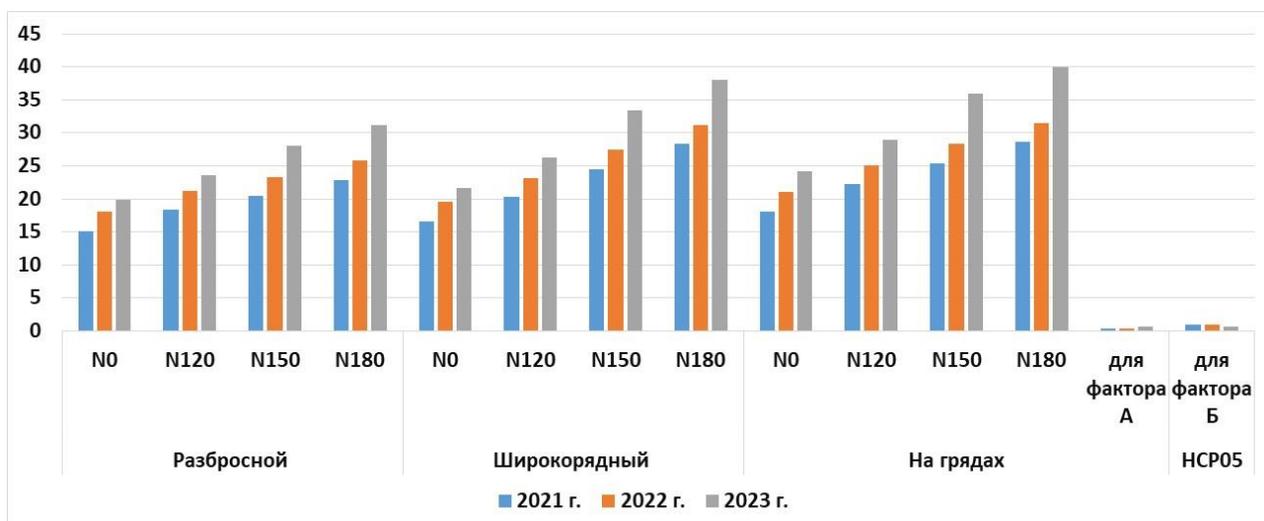


Рисунок 16 – Количество открытых коробочек (шт./растение) в зависимости от способа посева и дозы внесения азота

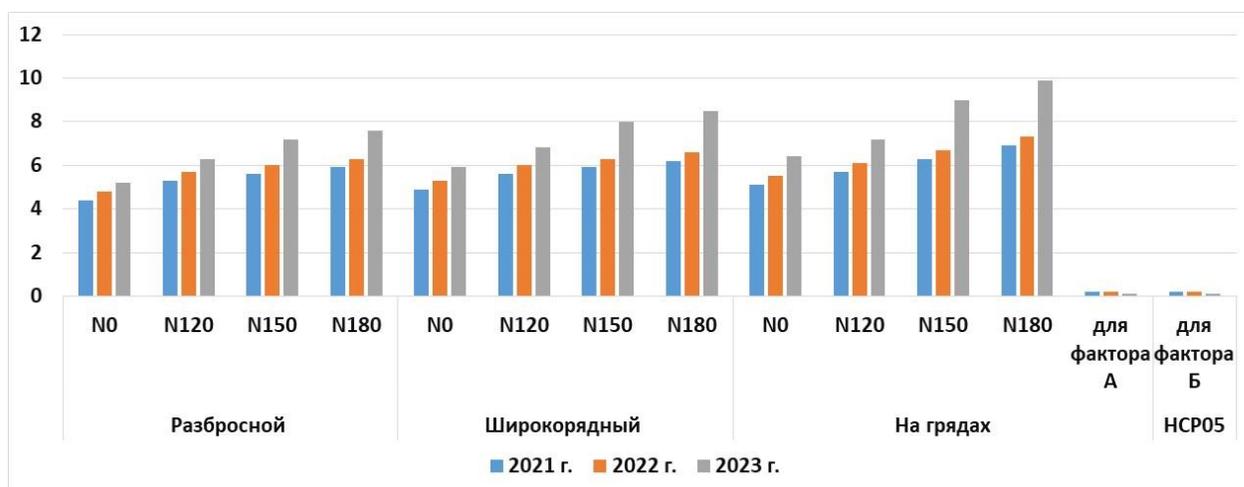


Рисунок 17 – Масса хлопка-сырца (г/коробочку) в зависимости от способа посева и дозы внесения азота

Таблица 14 – Элементы структуры урожая хлопчатника и выход волокна в зависимости от способа посева и дозы азотного удобрения, среднее за 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Количество открытых коробочек, шт./растение	В коробочке хлопчатника		Выход волокна, %
			масса хлопка- сырца, г	масса волокна, г	
Разбросной	0	15,6	4,4	1,7	37,7
	120	17,8	5,3	2,0	37,7
	150	21,0	5,6	2,1	37,5
	180	23,1	5,9	2,2	37,3
Широкорядный	0	16,6	4,9	1,8	36,7
	120	19,9	5,6	2,1	37,5
	150	22,7	5,9	2,2	37,3
	180	24,5	6,2	2,3	37,1
На грядках	0	18,6	5,1	1,9	37,2
	120	22,0	5,7	2,1	36,8
	150	24,6	6,3	2,3	36,5
	180	24,5	6,9	2,5	36,2
НСР <sub>05</sub>	для фактора А	0,44	0,15	0,06	-
	для фактора Б	0,87	0,20	0,11	-

Khan *et al.* (2001) заявили, что внесение азота в дозе 187 кг/га значительно дало наибольшее количество раскрытых коробочек (18,2 шт./растение). Sawan *et al.* (2006) предположили, что в среднем по годам количество раскрытых коробочек на растение было значительно больше при дозе 143 кг азота/га по сравнению с 95 кг азота/га. Aslam *et al.* (2013) описали, что количество зрелых

коробочек на растение значительно различалось при различных уровнях внесенного азота, хотя внесение азота в дозе 84 кг/га значительно приводило к наибольшему количеству раскрытых коробочек (10,2 шт./растение). На количество раскрытых коробочек значительно влияло внесение 50 кг азота/га по сравнению с остальными обработками (Thakur *et al.*, 2017).

Panhwar *et al.* (2018) отметили, что внесение 50 и 200 кг азота/га значительно приводило к максимальному количеству раскрытых коробочек/растение. Liaqat *et al.* (2018) показали, что четыре уровня азотных удобрений (0, 55, 110 и 165 кг/га) значительно увеличили количество раскрытых коробочек/растение хлопчатника. Hallikeri (2008) сообщил, что азотные удобрения значительно увеличивают количество раскрытых коробочек/растение.

На рисунке 18 показано, как изменялись масса хлопка-сырца и масса хлопкового волокна в коробочке хлопчатника в условиях опыта под влиянием способа посева и уровня минерального питания.

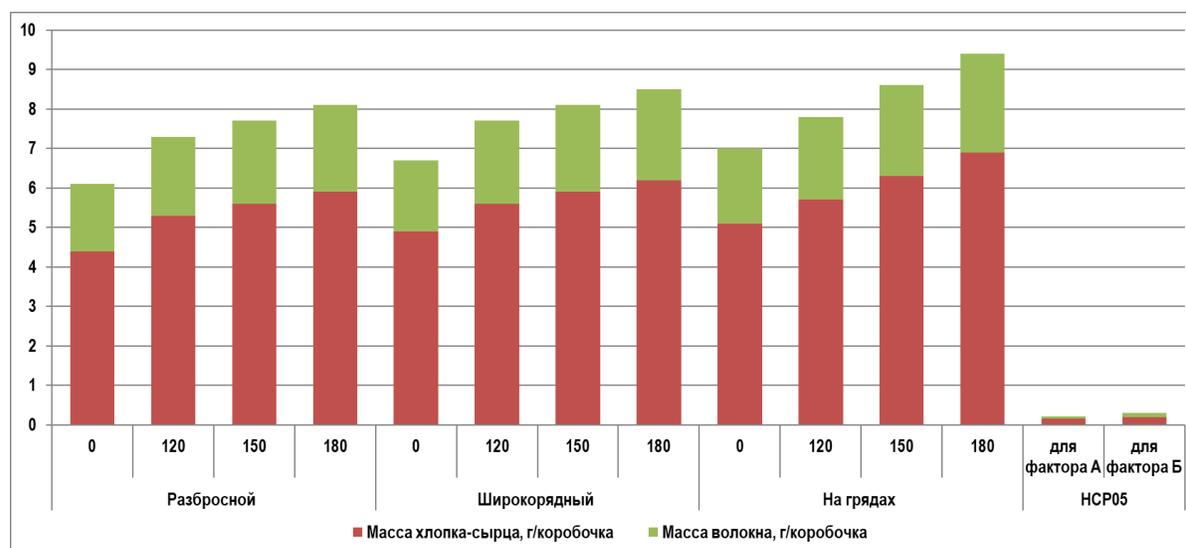


Рисунок 18 – Масса хлопка-сырца и хлопкового волокна в коробочке хлопчатника, среднее за 2021-2023 гг.

Sing *et al.* (2017) показали, что применение азота дает значительно большее количество семян/коробочка. Количество семян на коробочку значительно

увеличивалось при внесении 50 кг азота/га по сравнению с остальными обработками (Thakur *et al.*, 2017).

Таким образом, при выращивании хлопчатника такие агротехнические приемы, как способ посева и применение азотных удобрений, активно участвуют в управлении формированием урожая через такие элементы продуктивности, как высота растений, площадь листьев, количество моно- и симподиальных ветвей и коробочек на растениях, а также через такие элементы структуры урожая хлопчатника, как количество открытых коробочек, масса хлопка-сырца и хлопкового волокна в коробочке.

Способ посева хлопчатника на грядках – в два ряда с площадью питания одного растения 75 x 45 (см) установлен как наиболее эффективный. При выращивании хлопчатника на грядках можно увеличить его урожайность за счет внесения азотных удобрений. По результатам расчета окупаемости каждого 1 кг внесенного азота удобрения прибавкой урожая целесообразно применение азотного удобрения в дозе N<sub>180</sub>.

## **ГЛАВА 5. ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ХЛОПЧАТНИКА ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОСЕВА И ДОЗ АЗОТНОГО УДОБРЕНИЯ**

Экономическая эффективность производства – это отношение между производимым продуктом и количеством факторов производства, использованных для его получения. Экономическая эффективность – это величина, с помощью которой можно оценить полезность, целесообразность и выгодность производства продукта. Успешность и эффективность сельскохозяйственного производства связана с улучшением методов его ведения, как путем диверсификации сельскохозяйственных культур, так и за счет использования высокопродуктивных сортов, сертифицированных семян, новых или улучшенных технологий, отдельных новых или улучшенных агротехнологических приемов в технологии возделывания. При этом необходимо руководствоваться целесообразностью и выгодностью проводимых мероприятий. Анализ экономической эффективности является инструментом для принятия решений. Цель проведения анализа состоит в том, чтобы определить наиболее эффективный с экономической точки зрения способ достижения поставленных задач (Рустамова и др., 2026; Банникова и др., 2021; Добринов и др., 2022).

Хлопчатник – очень важная для Афганистана коммерческая техническая культура, урожайность которой остается низкой во всех хлопкопроизводящих регионах страны по целому ряду причин, среди которых низкая механизация технологических операций, высокая стоимость минеральных удобрений, низкоэффективные способы орошения, нехватка сертифицированных семян для посева, неустановленные наиболее эффективные способы посева и дозы внесения минеральных удобрений, прежде всего азотных.

Экономическая оценка эффективности возделывания хлопчатника при орошении в условиях засушливого климата южной агроэкологической зоны Афганистана при применении различных способов посева и доз азотного удобрения с целью установления наиболее эффективных, осуществлялась на основе сравнения вариантов 3-летнего полевого опыта по результатам, характеризующим урожайность культуры, с использованием следующих экономических показателей:

Производственные затраты на 1 га (афгани);

Выручка от реализации урожая с 1 га (афгани);

Себестоимость продукции (афгани/т);

Прибыль на 1 га (афгани);

Рентабельность (%).

Показатели экономической эффективности возделывания хлопчатника в условиях полевого опыта на Экспериментальной ферме Болан (г. Лакшаргах) Управления сельского хозяйства, ирригации и животноводства провинции Гильменд Афганистана при использовании различных способов посева и доз азотного удобрения в среднем за 2021-2023 гг. представлены в таблице 15 и на рисунке 19.

При расчете производственных затрат учитывали: затраты на подготовку почвы к посеву и обустройство участков для проведения орошения, стоимость семян и затраты на проведение посева, стоимость минеральных удобрений и затраты на их внесение (с учетом вариантов опыта), затраты на орошение (9 поливов), защиту от сорняков (механическая защита) и вредителей (химическая защита), затраты на уборку (2-этапную), транспортировку и реализацию урожая, а также затраты на аренду земли для опыта.

При расчете выручки от реализации урожая стоимость выращенного хлопка-сырца рассчитана на основании рыночной цены на хлопок-сырец в Афганистане, которая варьировалась в годы исследований от 81 тыс. афгани до 87 тыс. афгани.

Таблица 15 – Экономическая эффективность возделывания хлопчатника при использовании различных способов посева и доз азотного удобрения, 2021-2023 гг.

Способ посева (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор Б)	Урожайность хлопка-сырца, т/га	Выручка от реализации урожая с 1 га, афгани <sup>1)</sup>	Себестоимость продукции, афгани/т	Производственные затраты на 1 га, афгани	Прибыль на 1 га, афгани	Рентабельность, %
Разбросной	0	2,04	165075	31389	64034	101041	158
	120	2,79	233880	24414	68114	165766	243
	150	3,48	289687	19866	69134	220553	321
	180	4,04	326134	17365	70154	255980	368
Широкорядный	0	2,41	216082	27156	65446	150636	229
	120	3,30	270611	21069	69527	201084	290
	150	3,96	330944	17815	70546	260398	376
	180	4,50	372653	15904	71567	301086	430
На грядах	0	2,81	246648	23791	66853	179795	269
	120	3,72	302665	19068	70933	231732	329
	150	4,60	378930	15642	71953	306977	436
	180	5,01	434693	14565	72973	361720	509

Примечание. Афгани – денежная единица Афганистана. 1 Афганский афгани равен 1,29 Российского рубля и 0, 014 доллара США (1 доллар США равен 72,15 Афганский афгани). Данные на 25-27 апреля 2024 г.

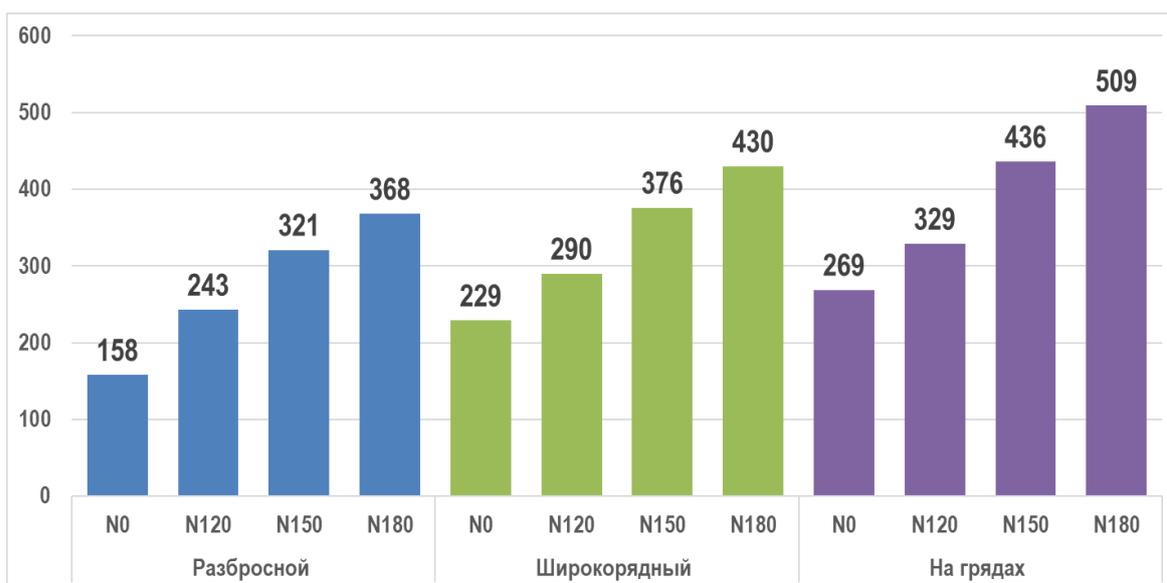


Рисунок 19 – Рентабельность производства хлопка-сырца в зависимости от способа посева и дозы внесения азота, среднее за 2021-2023 гг.

Таким образом, расчеты показателей экономической эффективности возделывания хлопчатника при применении различных способов посева и доз внесения азотного удобрения, выполненные в среднем за 2021-2023 годы, показали, что является рентабельным производство хлопка-сырца при использовании каждого из изучавшихся способов посева хлопчатника и доз внесения азота от  $N_0$  до  $N_{180}$ . Наиболее высокие показатели экономической эффективности производства хлопка-сырца установлены для способа посева хлопчатника на грядах (в два ряда, площадь питания 75 x 45 (см) каждого растения) и применения азотных удобрений в дозе  $N_{180}$ : обеспечивается получение в условиях эксперимента самой высокой урожайности, самой низкой себестоимости продукции, самой высокой прибыли и рентабельности.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В 3-летних исследованиях с хлопчатником сорта Akala 15-17-99, выполненных в условиях засушливого климата южной агроэкологической зоны Афганистана на бурой полупустынной тяжелосуглинистой почве, установлено преимущество широкорядного способа посева и посева хлопчатника на грядах перед разбросным посевом, а также посева на грядах перед широкорядным способом посева.

2. При выращивании хлопчатника без применения азотного удобрения было получено дополнительно с каждого гектара 0,37 т и 0,77 т хлопка-сырца соответственно при широкорядном посеве и посеве на грядах по сравнению с разбросным посевом и 0,40 т хлопка-сырца при посеве на грядах по сравнению с широкорядным посевом. Доказано, что при посеве на грядах по сравнению с разбросным посевом урожайность хлопчатника возрастала на 37,7%, при посеве на грядах и внесении азотного удобрения в дозах  $N_{150}$  и  $N_{180}$  – урожайность увеличивалась в 2,25 и 2,45 раза соответственно.

3. Различия по урожайности в зависимости от способа посева возрастают при выращивании хлопчатника с применением азотного удобрения. При применении азотного удобрения в дозах  $N_{120}$ ,  $N_{150}$  и  $N_{180}$  сбор хлопка-сырца увеличивался на 0,46-0,51 т и на 0,93-1,12 т/га соответственно при широкорядном посеве и посеве на грядах по сравнению с разбросным посевом и на 0,42-0,64 т/га при посеве на грядах по сравнению с широкорядным посевом.

4. Получение наиболее высокой урожайности хлопчатника – 4,6-5,0 т/га хлопка-сырца с выходом волокна 36,2-36,5% обеспечивает его выращивание при орошении на грядах – в два ряда с площадью питания каждого растения 0,75 x 0,45 (м) и применение азотного удобрения в дозах  $N_{150}$  и  $N_{180}$  равными долями в два срока – перед посевом и в начале фазы цветения хлопчатника.

5. Изучено влияние способа посева хлопчатника и уровня азотного питания на морфо-биологические особенности растений хлопчатника и

элементы его продуктивности. Установлено, что формирование наиболее высокой урожайности хлопчатника достигается при высоте растений 116-121 см, площади листовой поверхности 21,2-23,8 тыс. м<sup>2</sup>/га, количестве моноподиальных ветвей 8,6-9,0 шт./растение, симподиальных ветвей 24,9-27,5 шт./растение, величине надземной сухой биомассы 533-582 г/растение и количестве коробочек 28,1-28,6 шт./растение.

6. Изучено влияние способа посева хлопчатника и уровня азотного питания на основные элементы структуры урожая хлопчатника. Установлено, что формирование наиболее высокой урожайности хлопчатника обеспечивается при посеве на грядках при плотности посевов к уборке 29630 растений/га, количестве открытых коробочек 24,5-24,6 шт./растение, массе хлопка-сырца в коробочке 6,3-6,9 г и массе хлопкового волокна 2,3-2,5 г/коробочку. Растения хлопчатника образуют достаточно крупные семена – масса 1000 семян составляет 125-134 г.

7. Наиболее высокая окупаемость азота удобрения прибавкой урожая – 11,1-12,2 кг хлопка-сырца/кг азота была получена при разбросном и широкорядном способах посева при внесении N<sub>180</sub>, при посеве на грядках – при внесении N<sub>150</sub> и N<sub>180</sub>. Также была высокой окупаемость дополнительно внесенного азота удобрения прибавкой урожая, особенно при увеличении дозы азотного удобрения с N<sub>120</sub> до N<sub>150</sub> – на каждый 1 кг азота удобрения было получено в зависимости от способа посева 22,0-29,3 кг хлопка-сырца. Дальнейшее увеличение дозы азотного удобрения с N<sub>150</sub> до N<sub>180</sub> приводило к снижению окупаемости каждого 1 кг дополнительно внесенного азота удобрения прибавкой урожая, особенно существенно – на 15,6 кг хлопка-сырца при посеве на грядках. По окупаемости дополнительно внесенного азота удобрения оправдано и целесообразно увеличение дозы внесения азотного удобрения до N<sub>150</sub>, которая обеспечит в среднем за три года формирование урожайности 4,6 т/га хлопка-сырца при посеве на грядках.

8. Расчеты показателей экономической эффективности возделывания хлопчатника при применении различных способов посева и доз внесения

азотного удобрения показали, что производство хлопка-сырца является рентабельным при использовании каждого из изучавшихся способов посева хлопчатника и доз внесения азота от  $N_0$  до  $N_{180}$ . Наиболее высокие показатели экономической эффективности производства хлопка-сырца установлены для способа посева хлопчатника на грядах (в два ряда, площадь питания 75 x 45 (см) каждого растения) и применения азотных удобрений в дозе  $N_{180}$ : обеспечивается получение урожая с самой низкой себестоимостью продукции – 14565 афгани/т и наивысшей рентабельностью – 509%.

### **Предложения производству**

1. На бурой полупустынной тяжелосуглинистой почве с низким содержанием органического углерода и слабощелочной реакцией почвенного раствора ( $pH_{\text{вод.}} 8,3$ ) в условиях засушливого климата южной агроэкологической зоны Афганистана при выращивании орошаемого хлопчатника следует использовать способ посева на грядах – в два ряда с площадью питания каждого растения 0,75 x 0,45 (м).

2. Для повышения урожайности хлопка-сырца рекомендуется применять минеральные азотные удобрения в дозе  $N_{180}$  равными долями в два срока – перед посевом и в начале фазы цветения хлопчатника.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Асланов Г.А., Новрузова Г.Х. Влияние удобрений на урожайность хлопчатника //Аграрная наука. – 2017. – №. 3. – С. 2-3.
2. Базаров, Д.Р. Возделывание хлопчатника с чередующимися междурядьями 75x45 см / Д.Р. Базаров, М.А. Арипов // Аграрная наука. - М. - 2004. - № 8. - С. 32.
3. Батъкаев, Ж.Я. Влияние удобрений на плодородие почвы и урожайность хлопчатника в староорошаемой зоне Южного Казахстана / Ж.Я. Батъкаев, М.Ж. Аширбеков, А.С. Мерзликин // Агрехимический вестник. - М. - 2013. - № 3. - С. 40-41.
4. Бортеннова, А.А. Влияние различных доз и соотношений азота и фосфора на рост, развитие и продуктивность хлопчатника / А.А. Бортеннова, Ж.Я. Батъкаев // Почвоведение и агрохимия. - Алматы. - 2013. - № 4. - С. 65-69.
5. Гюльяхмедов Х.О., Аннагиев Т.А. Влияние густоты стояния растений на урожай хлопчатника / Агротехнические приемы возделывания полевых культур в зональном разрезе Аз ССР, 1990, с. 78-82.
6. Дедов, А.А. Хлопководство Российской Федерации: история, состояние и перспективы развития / А.А. Дедов // Colloquium-Journal. - Варшава. - 2020. - № 17-2 (69). - С. 21-23.
7. Добринов, А.В. Показатели оценки эффективности и экологической безопасности технологий и технических средств производства продукции растениеводства / А.В. Добринов, Н.И. Джабборов, А.И. Сухопаров // АгроЭкоИнженерия. – 2022. – № 3(112). – С. 39-50. – DOI 10.24412/2713-2641-2022-3112-39-50. – EDN EJAITU.
8. Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов - М.: Альянс, 2014. - 351 с.
9. Дошманов, Е.К. Влияние орошения и удобрения на развитие корневой системы хлопчатника / Е.К. Дошманов, Н. Н. Бабантаева // Наука и мир. - Волгоград. - 2018. - № 5-3(57). - С. 8-9.

10. Ибрагимов А. Г., Мамедова М. З. ГУСТОТА СТОЯНИЯ РАСТЕНИЙ И УРОЖАЙНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА //World science. – 2016. – Т. 2. – №. 11 (15).
11. Иванов В. М., Туз Р. К. Хлопчатник в Нижнем Поволжье: монография. Волгоград: Волгоградский ГАУ, 2015. 132 с.
12. Индекс листовой поверхности: методы полевых инструментальных измерений и использование материалов дистанционного зондирования / Е.И. Голубева, М.В. Зимин, О.В. Тутубалина [и др.] // Экология. Экономика. Информатика. Серия: Геоинформационные технологии и космический мониторинг. – 2020. – Т. 2, № 5. – С. 70-74. – DOI 10.23885/2500-123X-2020-2-5-70-74. – EDN UYBSCK.
13. Карпова, Т.Л. Рациональное использование минеральных подкормок на посевах хлопчатника / Т. Л. Карпова, О. Н. Роменская, Ю. А. Лаптина // Инновационные технологии в агропромышленном комплексе в условиях цифровой трансформации: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию победы в Сталинградской битве, Волгоград, 16–17 февраля 2023 года. – Волгоград: Волгоградский государственный аграрный университет, 2023. – С. 374-379. – EDN DXHUXG.
14. Костаков, А.К. Система удобрения хлопчатника на сероземе / А.К. Костаков, А.М. Тагаев, Н.Н. Бабантаева // Почвоведение и агрохимия. - Алматы. - 2018. - № 3. - С. 41-49.
15. Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1983. Вып. 3. 184 с.
16. Мирзажонов К.М., Рахмонов Р.У. Дифференцированные нормы азотных и фосфорных удобрений под хлопчатник //Аграрная наука. – 2016. – №. 7. – С. 12-13.
17. Набиев, Т.С., Эркабоев Х.Ж., Махмудов И.Р. О квадратно-гнездовом способе посева семян хлопчатника // Фундаментальные и прикладные научные исследования: Актуальные вопросы, достижения и инновации:

- сборник статей Международной научно-практической конференции, Уфа, 27 декабря 2020 года. Том Часть 2. – Уфа: Общество с ограниченной ответственностью "ОМЕГА САЙНС", 2020. – С. 62-65. – EDN MTTTOT.
18. Новрузова, Г.Х. Влияние удобрений на урожайность волокна хлопчатника / Г.Х. Новрузова // Бюллетень науки и практики. - Нижневартовск. - 2019. - Т. 5. - № 9. - С. 227-233.
19. Рахимов А. Д. и др. ПОТРЕБНОСТЬ ХЛОПЧАТНИКА В АЗОТЕ И ФОСФОРЕ В РАЗЛИЧНЫЕ ПЕРИОДЫ ЕГО РАЗВИТИЯ //Современные тенденции развития науки и технологий. – 2017. – С. 85.
20. Рустамова, И.Б. Экономическая оценка инновационных технологий на орошаемых землях / И.Б. Рустамова, Ш.М. Илмуратов, С. Мустафаев // Аграрная наука - сельскому хозяйству: сборник статей: в 3 книгах, Барнаул, 04–05 февраля 2016 года / Алтайский государственный аграрный университет. Том Книга 1. – Барнаул: Алтайский государственный аграрный университет, 2016. – С. 286-288. – EDN VQQFIX.
21. Саидзода, С.Т. Урожайность хлопчатника при внесении возрастающих доз азотных удобрений на фоне фосфора и калия / С.Т. Саидзода, Р.Ф. Саидзода // Известия Национальной академии наук Таджикистана. Отделение биологических наук. – 2021. – № 3(214). – С. 92-95. – EDN MDTDOX.
22. Сейидалиев, Н. Я. Рост и развитие хлопчатника при различной густоте стояния растений и применении удобрений / Н. Я. Сейидалиев // Плодородие. – 2010. – № 5(56). – С. 13-14. – EDN MXGUJT.
23. Совершенствование методических подходов к оценке экономической эффективности производства продукции растениеводства на орошении / Н.В. Банникова, А.Н. Есаулко, С.С. Вайцеховская [и др.] // Мелиорация и гидротехника. – 2021. – Т. 11, № 4. – С. 226-244. – DOI 10.31774/2712-9357-2021-11-4-226-244. – EDN YJORAV
24. Турсунов, Х. Влияние методов посева и плотности кустов на рост, развитие и урожайность хлопчатника // Интеграционные процессы мирового научно-технологического развития: Сборник научных трудов по

- материалам Международной научно-практической конференции. В 2-х частях, Белгород, 29 ноября 2017 года / Под общей редакцией Е.П. Ткачевой. Том Часть II. – Белгород: Общество с ограниченной ответственностью "Агентство перспективных научных исследований", 2017. – С. 44-48. – EDN XHUMFK.
25. Токарева, Н.Д., Дедова Ю.И., Шахмедов И.Ш. Определение оптимальных норм внесения минеральных удобрений под хлопчатник // Вестник Российской академии сельскохозяйственных наук. – 2012. – № 5. – С. 49-51. – EDN PDHYNH.
26. Умбертаев, И., Тагаев А. Влияние густоты стояния и схем размещения на фоне различных доз азотных удобрений на рост, развитие и урожайность хлопчатника в староорошаемой зоне Юга Казахстана // Почвоведение и агрохимия. – 2010. - № 3. – С. 91-95. – EDN DHSDMO.
27. Уразматов, Н.Н. Продуктивность сортов хлопчатника в зависимости от способов посева и густоты стояния в условиях лугово-сазовых почв // Путь науки. – 2016. – Т. 1, № 11(33). – С. 72-74. – EDN XAMVQR.
28. Хасанов, И.Х. Рациональное использование азотных удобрений в хлопководстве видов *G. barbadense* и *G. hirsutum* на гидроморфных почвах Узбекистана / И. Х. Хасанов // Актуальные проблемы современной науки. – 2019. – № 2(105). – С. 152-161. – EDN THDMTC.
29. Шумова, Н.А. Методические подходы к оценке относительной площади листьев растений агроценозов / Н.А. Шумова // Экосистемы: экология и динамика. – 2017. – Т. 1, № 1. – С. 74-92. – EDN YYVQHH.
30. Afghanistan Statistical Year Book. 2020–2021. <http://cso.gov.af/Content/files/Agriculture.pdf>.
31. Afzal M. N. et al. Dry matter, lint mass and fiber properties of cotton in response to nitrogen application and planting densities // Pakistan journal of agricultural research. – 2019. – Т. 32. – №. 2.

32. Ajayakumar M. Y. et al. Light interception and yield response of cotton varieties to high density planting and fertilizers in sub-tropical India //Journal of Applied and Natural Science. – 2017. – T. 9. – №. 3. – C. 1835-1839.
33. Ali H., Hameed RA Growth, yield and yield components of American cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by cultivars and nitrogen fertilizer //Chemical analysis. – 2011. – T. 15. – No. 30cm. – S. 15cm.
34. Ali H. et al. Effect of sowing dates, plant spacing and nitrogen application on growth and productivity on cotton crop //Int J Sci Eng Res. – 2011. – T. 2. – №. 9. – C. 1-6.
35. Ali M. Y. et al. Comparative study of different irrigation system for cotton crop in district Rahim Yar khan, Punjab, Pakistan //International Journal of Agricultural Extension. – 2020. – T. 8. – №. 2. – C. 131-138.
36. Allolli TB, Hulihalli UK, Athani SI Influence of in situ moisture conservation practices on the performance of dryland cluster beans //Karnataka Journal of Agricultural Sciences. – 2010. – T. 21. – No. 2.
37. Ambika V. et al. Influence of Land Configuration and Nutrient Levels on Soil Moisture and Yield of Bt Cotton Under Rainfed Situation //Indian Journal of Pure & Applied Biosciences. – 2017. – T. 5. – №. 6. – C. 396-401.
38. Aslam M. et al. Effect of different levels of nitrogen and plant population on growth and yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) //Asian J. Agric. Biol. – 2013. – T. 1. – №. 3. – C. 127-132.
39. Aujla MS, Thind HS, Buttar GS Cotton yield and water use efficiency at various levels of water and N through drip irrigation under two methods of planting //Agricultural Water Management. – 2005. – T. 71. – No. 2. – pp. 167-179.
40. Awodun, M.A. and Ojeniyi, S.O. 2014. Effect of ridging and ridging frequency on growth, yield and nutrient status of cowpea. *Proceeding of the International Soil Tillage Research Organisation Nigeria Symposium, Akure* 3(6): 241–255.
41. Ayissaa T., Kebedeb F. Effect of nitrogenous fertilizer on the growth and yield of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) varieties in middle Awash, Ethiopia //J Drylands. – 2011. – T. 4. – №. 1. – C. 248-58.

42. Babu AM, Chandrika V., Reddy KS Effect of nitrogen fertilization on the yield of finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) varieties under rainfed condition //Andhra Agricultural Journal (India). – 2003. – T. 50. – No. 1.
43. Baraich AAK et al. Effect of nitrogen application rates on growth and yield of cotton varieties //Pakistan Journal of Agriculture, Agricultural Engineering Veterinary Sciences (Pakistan). – 2012. – T. 28. – No. 2.
44. Bawa A., Yussif L. Nodulation and Biomass Yield Response of Cowpea to Row Spacing and Phosphorus Fertilizer Application in the Guinea Savanna Agro-ecological Zone of Ghana //EPH-International Journal of Agriculture and Environmental Research. – 2015. – T. 1. – No. 1. – pp. 36-42.
45. Bednarz CW et al. Yield, quality, and profitability of cotton produced at varying plant densities //Agronomy Journal. – 2005. – T. 97. – No. 1. – pp. 235-240.
46. Booker JD et al. Nitrogen and phosphorus fertilizer and residual response in cotton–sorghum and cotton–cotton sequences //Agronomy Journal. – 2007. – T. 99. – No. 3. – pp. 607-613.
47. Boquet DJ, Moser EB, Breitenbeck GA Boll weight and within-plant yield distribution in field-grown cotton given different levels of nitrogen //Agronomy Journal. – 1994. – T. 86. – No. 1. – pp. 20-26.
48. Boquet DJ. Cotton in ultra-narrow row spacing: Plant density and nitrogen fertilizer rates //Agronomy Journal. – 2005. – T. 97. – No. 1. – C. 279-287.
49. Boquet DJ, Hutchinson RL, Breitenbeck GA Long-term tillage, cover crop, and nitrogen rate effects on cotton: Yield and fiber properties //Agronomy Journal. – 2004. – T. 96. – No. 5. – pp. 1436-1442.
50. Cetin O., Uzen N., Temiz MG Effect of N-fertilization frequency on the lint yield, chlorophyll, and photosynthesis rate of cotton. – 2018.
51. Cetin, M. D., Kabas, O., Celik, I., & Kocaturk, M. (2023). An analysis of fiber properties in second crop cotton cultivated using two different sowing methods. *Environmental Engineering and Management Journal*, 22(9), 1581-1586.

52. Khan, B., Ishfaq, M., Murtza, K., Batool, Z., Ali, N., Aslam, M. S., ... & Anjum, S. A. (2021).
53. Chavan SR Impact of SITU Moisture Conservation Measures in Maize-Chickpea Sequence Cropping in Vertisol of Model Watershed in Dharwad District: dis. – UAS, Dharwad, 2011.
54. Choudhary AK et al. Agronomy of oilseed and pulse crops //Post Graduate School, IARI, New Delhi and ICAR, DARE, New Delhi, India. – 2015. – T. 218.
55. Choudhary V. K., Kumar P. S., Bhagawati R. Response of tillage and in situ moisture conservation on alteration of soil and morpho-physiological differences in maize under Eastern Himalayan region of India //Soil and Tillage Research. – 2013. – T. 134. – C. 41-48.
56. Clawson EL, Cothren JT, Blouin DC Nitrogen fertilization and yield of cotton in ultra-narrow and conventional row spacings //Agronomy Journal. – 2006. – T. 98. – No. 1. – pp. 72-79.
57. CRIDA. Central Research Institute for Dryland Agriculture, Hyderabad, Annual Report, 2009-2010.
58. Darawsheh MK, Aivalakis G., Bouranis DL Effect of cultivation system on cotton development, seed-cotton production and lint quality //The Journal of Plant Science and Biotechnology. – 2007. – T. 1. – No. 2. – pp. 206-213.
59. Deshmukh SP et al. Ensuing economic gains from summer pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) due to different dates of sowing and land configuration //African Journal of Agricultural Research. – 2013. – T. 8. – No. 49. – pp. 6409-6415.
60. Deshpande AN, Masram RS, Kamble BM Effect of fertilizer levels on nutrient availability and yield of cotton on Vertisol at Rahuri, District Ahemadnagar, India // Journal of Applied and Natural Science. – 2014. – T. 6. – No. 2. – pp. 534-540.
61. Devkota M. et al. Tillage and nitrogen fertilization effects on yield and nitrogen use efficiency of irrigated cotton //Soil and Tillage Research. – 2013. – T. 134. – P. 72-82.

- 62.Devkota-Wasti M. K. Nitrogen management in irrigated cotton-based systems under conservation agriculture on salt-affected lands of Uzbekistan : дис. – Universitäts-und Landesbibliothek Bonn, 2011.
- 63.Dhakad SS, Agrawal V., Verma S. Effect of ridge and furrow system on the growth character and productivity of rainfed soybean in Vidisha district of MP Res. Environ //Life Sci. – 2014. – T. 7. – No. 3. – pp. 211-212.
- 64.Dhar M., Krishna PV, Roy S. Manual on better management practices for cotton cultivation: a guide on sustainable cotton production. WWF-India, Lodi Estate, New Delhi. – 2022.
- 65.Dong H. et al. Nitrogen rate and plant density effects on yield and late-season leaf senescence of cotton raised on a saline field //Field Crops Research. – 2012. – T. 126. – P. 137-144.
- 66.Dubey OP, Shrivastava DN Response of finger millet (*Eleusine coracana*) genotypes to nitrogen. – 1999.
- 67.Elamathi S. Effect of fertilizer and moisture conservation practices on rainfed sorghum in vertisols. In: 32nd crop scientists meet, Millets and forage crops. Progress report 2013-14, TNAU, Coimbatore. – 2014. – pp.118–124.
- 68.Epstein E., Bloom AJ Mineral nutrition of plants: principles and perspectives. – Sinauer, 1983.
69. Farooq, O., Mubeen, K., Khan, A. A., & Ahmad, S. (2020). Sowing methods for cotton production. Cotton Production and Uses: Agronomy, Crop Protection, and Postharvest Technologies, 45-57.
- 70.Fritsch FB et al. Response of irrigated Acala and Pima cotton to nitrogen fertilization: Growth, dry matter partitioning, and yield //Agronomy Journal. – 2003. – T. 95. – No. 1. – pp. 133-146.
- 71.Gadhiya SS et al. Effect of different levels of nitrogen, phosphorus and potassium on growth, yield and quality of Bt cotton. – 2009.
- 72.Galdi LV et al. Interactive effects of increased plant density, cultivars and N rates in environments with different cotton yield recovery potential //Industrial Crops and Products. – 2022. – T. 176. – P. 114394.

73. Ghogare RB et al. Effect of land configuration and nutrient management on yield of cotton //Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2020. – T. 9. – No. 6. – pp. 681-683.
74. Ghogare R. B. et al. Effect of land configuration and nutrient module on soil fertility of rainfed cotton in Vertisols //Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2020. – T. 9. – №. 6. – C. 689-691.
75. Girma K. et al. Cotton Lint Yield and Quality as Affected by Cultivar and Long-Term Applications of N, P, and K Fertilizers //15th annual 2017 NUE Conference, Baton Rouge, LA. – 2007. – P. 12-19.
76. Gnanasekaran J., Padmavathi S. Effect of pre-sowing treatments on field performance in summer and winter cotton genotypes. International Journal of Current Research. –2013. – T. 5. – No. 12. – pp. 3912–3914.
77. Gnanasoundari P., Balusamy M. Evaluation of land Configuration and mulching on soil moisture retention and yield of rainfed Cotton //Pop. Kheti. – 2015. – T. 3. – No. 3. – pp. 326-331.
78. Gohil MH et al. Productivity, Economics Bt Cotton as Influenced Nitrogen Fertilization. – 2016.
79. Gore AK et al. Climate Resilience Through Land Configurations and Nutrient cum Stress Management Practices in Rainfed Bt Cotton //J Agric. Res. Technol. – 2017. – T. 42. – No. 3. – pp. 022-029.
80. Ali H., Hameed RA Growth, yield and yield components of American cotton (*Gossypium hirsutum* L.) as affected by cultivars and nitrogen fertilizer //Chemical analysis. – 2011. – T. 15. – No. 30cm. – S. 15cm.
81. Hallikeri SS Effect of sowing time, nitrogen and irrigation levels on yield, fiber quality and Cry protein concentration in Bt-cotton: dis. – UAS Dharwad, 2008.
82. Halli HM, Angadi SS Influence of land configuration on rain water use efficiency, yield and economics of cowpea (*Vigna unguiculata* L.) in maize-cowpea sequence cropping under rainfed condition of Northern Transitional Zone // Legume Research-An International Journal. – 2019. – T. 42. – No. 2. – pp. 211-215.

83. Dong H. et al. Effects of plant density and nitrogen and potassium fertilization on cotton yield and uptake of major nutrients in two fields with varying fertility // *Field Crops Research*. – 2010. – T. 119. – №. 1. – C. 106-113.
84. Effect of varying planting density on weed infestation, crop phenology, yield, and fiber quality of cotton under different sowing methods. *Pure and Applied Biology (PAB)*, 10(3), 676-691.
85. Hiwale SD et al. Effect of Hirsutum Cotton to High Plant Density and Fertilizer Doses on Yield and Nutrient Uptake under Rainfed Condition.
86. Huber DM, Thompson IA N and plant disease. In “Mineral Nutrition and Plant Disease” (LE Datnoff, WH Elmer and DM Huber, eds.) pp. 31–44. St Paul, MA. – 2007.
87. Hussain SZ et al. Effect of plant density and nitrogen on the yield of seed cotton-variety CIM-443 // *Sarhad Journal of Agriculture*. – 2000. – T. 16. – No. 2. – pp. 143-147.
88. Ibrahim IAE et al. Impact of plant spacing and nitrogen rates on growth characteristics and yield attributes of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.) // *Frontiers in Plant Science*. – 2022. – T. 13. – P. 916734.
89. Ibrahim F. et al. Effect of varieties and planting geometry on growth, yield and profitability of Kharif mungbean [*Vigna radiata* (L.) Wilezek] in southern Afghanistan // *Annals of Agricultural Research*. – 2017. – T. 38. – No. 2.
90. Irfan, M., & Ahmad, R. (2014). Effect of sowing methods and different irrigation regimes on cotton growth and yield. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences*, 51(4).
91. Ingole BM et al. Effect of gypsum and zinc sulphate on yield and quality of summer groundnut under broad bed and furrow system. – 1998.
92. Iqbal J. Comparative studies on seed cotton yield in relation to nitrogen rate s and sowing dates under diverse agro-environment of Punjab // *Pakistan Journal of Science*. – 2012. – T. 64. – №. 1.

93. Irfan M. et al. Effect of sowing methods and different irrigation regimes on cotton growth and yield //Pakistan Journal of Agricultural Sciences. – 2014. – T. 51. – No. 4.
94. Jackson ML Prentice Hall of India //Pvt. Ltd., New Delhi. – 1967. – T. 498.
95. Jackson ML Soil chemical analysis, Prentice hall of India Pvt //Ltd., New Delhi, India. – 1973. – T. 498. – P. 151-154.
96. Jadhav J. A., Patil D. B., Ingole P. G. Effect of mechanization with different land configuration on yield and in situ moisture conservation of soybean. – 2012.
97. Jahedi MB, Vazin F., Ramezani MR Effect of row spacing on the yield of cotton cultivars. – 2013.
98. Jat HS Effect of Layout, Post-monsoon Irrigation and Fertilizers on Pigeonpea (*Cajanus Cajan* (L.) Millsp.) : dis. – IARI, Division of Agronomy, New Delhi, 1999.
99. Jat HS, Ahlawat IPS Effect of land configuration, post-monsoon irrigation and fertilizer application on pigeonpea (*Cajanus cajan*) //Agronomy digest. – 2001. – T. 1. – P. 52-55.
100. Jayakumar M., Surendran U., Manickasundaram P. Drip fertigation effects on yield, nutrient uptake and soil fertility of Bt Cotton in semi arid tropics //International Journal of Plant Production. – 2014. – T. 8. – No. 3. – pp. 375-390.
101. Johnson JD. et al. The world and United States cotton outlook. – 2013.
102. Joshi JR et al. Effect of land configuration and fertilizer management practices on growth, yield and yield attributes and economics of summer cowpea (*Vigna unguiculata* L.) under south Gujarat condition //International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2018. – T. 7. – No. 1. – pp. 1,148-1,155.
103. Keteku AK. et al. Influence of land configuration and fertilization techniques on soybean (*Glycine max* (L.) Merrill.) productivity, soil moisture and fertility //Acta agriculturae Slovenica. – 2020. – T. 115. – No. 1. – pp. 79–88-79–88.

104. Kalhapure AH, Shete BT Response of rainfed sorghum (*Sorghum bicolor*) to moisture conservation techniques and sowing dates in rabi season //Karnataka Journal of Agricultural Sciences. – 2013. – T. 26. – No. 4. – pp. 502-505.
105. Kappes C., Zancanaro L., Francisco EAB Nitrogen and potassium in narrow-row cotton // Revista Brasileira de Ciência do Solo. – 2016. – T. 40.
106. Karimvand P. N., Nejad T. S., Shokohfar A. R. The effects of basin, ridge and furrow planting methods on yield components of cowpeas at different irrigation levels. – 2013.
107. Khan A. et al. Planting density and sowing date strongly influence growth and lint yield of cotton crops //Field Crops Research. – 2017. – T. 209. – P. 129-135.
108. Khan M. B., Nazim Hussain N. H., Muhammad Asif M. A. Growth and yield of cotton as influenced by various nitrogen levels and plant population. – 2001.
109. Kharagkharate V. K. et al. Effect of high density planting, nutrient management and moisture conservation on economics and nutrient uptake of hirsutum cotton under rainfed condition //International Journal of Pure and Applied Bioscience. – 2017. – T. 5. – №. 6. – C. 1210-1217.
110. Kiran JA, Lingaraju BS Effect of in situ moisture conservation practices and nitrogen levels on growth and yield of rabi sorghum in vertisols under rainfed condition. – 2005.
111. Koli SE, Morrill LG. Influence of Nitrogen, Narrow Rows, and Plant Population on Cotton Yield and Growth 1 //Agronomy Journal. – 1976. – T. 68. – №. 6. – C. 897-902.
112. Kumar I. et al. Growth, yield and economics of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) under custard apple (*Annona squamosa* L.) influenced by land configuration practices //Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2018. – T. 7. – №. 5. – C. 3425-3428.
113. Kumari CP et al. Efficient land configurations and nutrient management in Bt cotton (*Gossypium herbaceum*) // Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2023. – T. 93. – No. 1. – pp. 67-72.

114. Kumari P. Effect of Land Configurations and Integrated Nutrient Management Practices on Productivity, Evapotranspiration and Water Use Efficiency of Bt Cotton.
115. Kumbhar AM et al. Impact of different nitrogen levels on cotton growth, yield and N-uptake planted in legume rotation //Pak. J. Bot. – 2008. – T. 40. – No. 2. – pp. 767-778.
116. Lakpale R., Tripathi VK Broad-bed furrow and ridge and furrow method of sowing under different seed rates of soybean (*Glycine max* L.) for high rainfall areas of Chhattisgarh plains //Soybean Research. – 2012. – T. 10. – P. 52-59.
117. Lal M. et al. Effect of in situ Moisture Conservation on Productivity of Pearl Millet in Arid Regions of Rajasthan under Farmer's Conditions //Annals of Arid Zone. – 2007. – T. 46. – No. 1.
118. Liaqat W. et al. Plant spacing and nitrogen affects growth and yield of cotton //Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2018. – T. 7. – №. 2. – C. 2107-2110.
119. Ma Y. et al. Estimation of cotton leaf area index (LAI) based on spectral transformation and vegetation index //Remote Sensing. – 2022. – T. 14. – №. 1. – C. 136.
120. Main C. L. et al. Effects of nitrogen and planting seed size on cotton growth, development, and yield //Agronomy Journal. – 2013. – T. 105. – №. 6. – C. 1853-1859.
121. Malami BS., Sama'ila M. Effects of Inter and Intra Row Spacing on Growth Characteristics and Fodder Yield of Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp. Var. Kanannado) in the Semi-Arid North-Western Nigeria //Nigerian Journal of Basic and Applied Sciences. – 2012. – T. 20. – №. 2. – C. 125-129.
122. Meena MK et al. Effect of land management options and manurial application on growth, yield and quality and nutrient uptake of American cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivation // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2019. – T. 8. – No. 1. – pp. 549-554.
123. Mohamad K. Cotton cultivation. – 2009.

124. Mohamed KA et al. Response of sowing dates, cultivars and nitrogen application on growth, yield and oil contents of cotton crop (*Gossypium hirsutum* L.) growth at Nuba Mountain //Scholars Journal of Agriculture and Veterinary Sciences. – 2016. – T. 3. – No. 5. – pp. 351-357.
125. Munir M. K. et al. Growth, yield and earliness response of cotton to row spacing and nitrogen management //JAPS: Journal of Animal & Plant Sciences. – 2015. – T. 25. – №. 3.
126. Muthamilselvan M., Manian R., Kathirvel K. In situ moisture conservation techniques in dryfarming-A review //Agricultural Reviews. – 2006. – T. 27. – №. 1. – C. 67-72.
127. Nadeem MA et al. Effect of nitrogen levels and plant spacing on growth and yield of cotton //Pak. J. life soc. Sci. – 2010. – T. 8. – No. 2. – pp. 121-124.
128. Nagarajan G. et al. Enhancement of finger Millet productivity through land configuration and nitrogen management under sodic soil //Madras Agricultural Journal. – 2018. – T. 105. – №. march (1-3). – C. 1.
129. Nagdeote VG et al. Effect of land configuration, plant population and nitrogen management on productivity of sweet corn in vertisol //International Journal of Agricultural Sciences. – 2016. – T. 8. – No. 61. – pp. 3428-3433.
130. Nicou R., Charreau C., Chopart J. L. Tillage and soil physical properties in semi-arid West Africa //Soil and tillage research. – 1993. – T. 27. – №. 1-4. – C. 125-147.
131. Noorzai AU, Choudhary AK Influence of summer mungbean genotypes on grain yield and resource-use efficiency in Kandahar province of Afghanistan // Annals of Agricultural Research. – 2017. – T. 38. – No. 2.
132. Noorzai AU et al. Growth behavior, productivity and profitability of promising mungbean varieties in semi-arid region of Afghanistan //Annals of Agricultural Research. – 2017. – T. 38. – No. 1.
133. Norton ER, Silvertooth JC Field testing and validation of modeled soil solute movement in an irrigated cotton system //Agron. J. – 1998. – T. 90. – P. 623-630.

134. Olsen S. R. et al. Estimation of available phosphorus in soils by extraction with sodium bicarbonate: US Department of Agriculture //Circular. – 1954. – T. 939. – C. 9.
135. Oosterhuis D. M., Howard D. D. Evaluation of slow-release nitrogen and potassium fertilizers for cotton production //Afr J Agric Res. – 2008. – T. 3. – №. 1. – C. 068-073.
136. Pandagale AD et al. Effect of split application of fertilizers on growth, yield and economics of Bt cotton hybrid under rainfed condition //International Journal of Current Microbiology and Applied Science. – 2018. – T. 6. – P. 373-378.
137. Panhwar RB et al. Effects of plant spacing and nitrogen fertilizer levels on cotton yield and growth //Int. J. Sci. Environ. Technol. – 2018. – T. 7. – P. 313-324.
138. Parihar CM. et al. Crop productivity, quality and nutrient uptake of pearl millet (*Pennisetum glaucum*)-Indian mustard (*Brassica juncea*) cropping system as influenced by land configuration and direct and residual effect of nutrient management //Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2009. – T. 79. – №. 11. – C. 927-30.
139. Paslawar AN, Deotalu AS Impact of soil moisture conservation practices and nutrient management under high density planting system of cotton //The International Journal of Engineering and Science. – 2015. – T. 4. – No. 9. – pp. 34-36.
140. Patel JG. et al. Effect of depth of tillage and land configuration on yield and quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under south Gujarat condition //Journal of Cotton Research and Development. – 2009. – T. 23. – №. 1. – C. 64-67.
141. Patil DB et al. Effect of land configuration and irrigation management on yield attributes and economics of linseed. – 2011.
142. Patil SL, Sheelavantar MN Effect of cultural practices on soil properties, moisture conservation and grain yield of winter sorghum (*Sorghum bicolor* L.

- Moench) in semi-arid tropics of India //Agricultural water management. – 2004. – T. 64. – No. 1. – pp. 49-67.
143. Paul T. et al. Crop establishment methods and Zn nutrition in Bt-cotton: Direct effects on system productivity, economic–efficiency and water–productivity in Bt-cotton–wheat cropping system and their residual effects on yield and Zn biofortification in wheat //Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2016. – T. 86. – №. 11. – C. 1406-12.
144. Pendharkar A. et al. Response of Bt cotton hybrids to different plant spacing under rainfed conditions //Advance Research Journal of Crop Improvement. – 2010. – T. 1. – No. 2. – pp. 180-182.
145. Li PengCheng L. P. C. et al. Optimizing nitrogen application rate and plant density for improving cotton yield and nitrogen use efficiency in the North China Plain. – 2017.
146. Piper CS Soil and plant analysis. Interscience Pub//Inc., New York. – 1950. – T. 212.
147. Pise RS et al. Effect of Different Planting Geometry on Growth and Yield of Different Bt Cotton Varieties //www. pdkv. ac. in. – 2020. – T. 44. – P. 83.
148. Prasad D. et al. Influence of tillage practices and crop diversification on productivity and soil health in maize (*Zea mays* L.)/soybean (*Glycine max* L.) based cropping systems // Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2016. – T. 86. – No. 1. – pp. 96-102.
149. Rafique E. et al. Nutrient balances as affected by integrated nutrient and crop residue management in cotton-wheat system in Aridisols. I. Nitrogen // Journal of plant nutrition. – 2012. – T. 35. – No. 4. – pp. 591-616.
150. Rajpoot SK et al. Effect of methods of crop establishment on productivity and economics of Btcotton (*Gossypium hirsutum*)–based intercropping systems // Indian journal of agronomy. – 2014. – T. 59. – No. 3. – pp. 489-492.
151. Rajpoot S. K., Rana D. S., Choudhary A. K. Effect of crop establishment methods on seed germination, seedling mortality and growth of Bt cotton

- (*Gossypium hirsutum*)-based intercropping systems //Annals of Agricultural Research. – 2016. – T. 37. – №. 3.
152. Rajpoot SK et al. Influence of diverse crop management practices on weed suppression, crop and water productivity and nutrient dynamics in Bt-cotton (*Gossypium hirsutum*) based intercropping systems in a semi-arid Indo-Gangetic plains region //The Indian Journal of Agricultural Sciences. – 2016. – T. 86. – No. 12. – pp. 1637-41.
153. Rajpoot SK, Rana DS, Choudhary AK Bt-cotton–vegetable-based intercropping systems as influenced by crop establishment method and planting geometry of Bt-cotton in Indo-Gangetic plains region //Current Science. – 2018. – T. 115. – No. 3. – pp. 516-522.
154. Ramesh T., Devasenapathy P. Physiological response of cowpea in a rainfed alfisol ecosystem to the impulse of soil moisture conservation practices //General Applied Plant Physiology. – 2006. – T. 32. – №. 3-4. – C. 181-190.
155. Ramesh T., Rathika S. Land configuration techniques for rain fed Alfisols ecosystem-review //Green Farming. – 2009. – T. 2. – No. 12. – pp. 879-881.
156. Ramesh T., Rathika S. Optimization of nitrogen dose for green manure incorporated rice under sodic soil. – 2017.
157. Ramesh T. et al. Land configuration and nitrogen management for enhancing the crop productivity: A review //The Pharma Innovation Journal. – 2020. – T. 9. – №. 7. – C. 222-230.
158. Ramulu Y. J. Identification of cotton growth stages and growth pattern studies in cotton genotypes.
159. Rashidi M., Gholami M. Nitrogen and boron effects on yield and quality of cotton (*Gossypium hirsutum* L.). – 2011.
160. Rashidi M., Seilsepour M. Response of yield, yield components and fiber properties of cotton to different application rates of nitrogen and boron //Journal of Environmental Science and Engineering. – 2011. – T. 5. – №. 9.
161. Rathore RS, Singh RP, Nawange DD Effect of land configuration, seed rates and fertilizer doses on growth and yield of black gram [*Vigna mungo* (L.)

- Hepper] // Legume Research-An International Journal. – 2010. – T. 33. – No. 4. – pp. 274-278.
162. Sandeep Rawal S. R. et al. Effect of nitrogen and phosphorus levels on growth, yield attributes and yield of Bt cotton. – 2015.
163. Reddy K. C. et al. Cotton growth and yield response to nitrogen applied through fresh and composted poultry litter. – 2007.
164. Roberts RK et al. Economic evaluation of soil and foliar applied nitrogen fertilization programs for cotton production. – 2006.
165. Sagarka BS et al. Effect of irrigation method and nitrogen on yield and quality of winter cotton (*Gossypium hirsutum*) // Indian Journal of Agronomy. – 2002. – T. 47. – No. 4. – pp. 544-549.
166. Saha A., Samanta S., Bhale V. M. Effect of land configuration and nutrient management on growth and yield of organic guar gum //Environment & Ecology. – 2017. – T. 35. – №. 2. – C. 799-801.
167. Saleem M. F. et al. Effect of nitrogen on seed cotton yield and fiber qualities of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) cultivars. – 2010.
168. Saleem M. F. et al. Effect of different phosphorus levels on earliness and yield of cotton cultivars //Soil Environ. – 2010. – T. 29. – C. 128-135.
169. Sandhya Rani Y. et al. Effect of nutrient management on yield and quality of finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn) //International Journal of Chemical Studies. – 2017. – T. 5. – No. 6. – pp. 1211-1216.
170. Sawan ZM, Mahmoud MH, El-Guibali AH Response of yield, yield components, and fiber properties of Egyptian cotton (*Gossypium barbadense* L.) to nitrogen fertilization and foliar-applied potassium and mepiquat chloride. – 2006.
171. Selvaraju R. et al. Land configuration and soil nutrient management options for sustainable crop production on Alfisols and Vertisols of southern peninsular India //Soil and Tillage Research. – 1999. – T. 52. – №. 3-4. – C. 203-216.

172. Shah A. N. et al. Nitrogen and plant density effects on growth, yield performance of two different cotton cultivars from different origin //Journal of King Saud University-Science. – 2021. – T. 33. – №. 6. – C. 101512.
173. Shah AN et al. Nitrogen fertilization and conservation tillage: a review on growth, yield, and greenhouse gas emissions in cotton //Environmental Science and Pollution Research. – 2017. – T. 24. – P. 2261-2272.
174. Shah AN et al. Leaf gas exchange, source–sink relationship, and growth response of cotton to the interactive effects of nitrogen rate and planting density //Acta Physiologiae Plantarum. – 2017. – T. 39. – P. 1-10.
175. Shah, A. N., Wu, Y., Tanveer, M., Hafeez, A., Tung, S. A., Ali, S., ... & Yang, G. (2021). Interactive effect of nitrogen fertilizer and plant density on photosynthetic and agronomical traits of cotton at different growth stages. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28(6), 3578-3584.
176. Shahzad MA et al. Effect of different sowing methods and planting densities on growth, yield, fiber quality and economic efficacy of cotton //Pakistan Journal of Agricultural Research. – 2017. – T. 30. – No. 1.
177. Sharma B. et al. Evaluation of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.) performance under different planting methods at Vindhyan Region of India //Advances in Bioresearch. – 2018. – T. 9. – №. 3. – C. 123-128.
178. Singh AK et al. Effect of land configuration methods and sulfur levels on growth, yield and economics of Indian mustard [*Brassica juncea* (L.)] under irrigated condition //Journal of Oilseed Brassica. – 2017. – T. 81. – No. 2. – pp. 151-157.
179. Singh CB, Das TK, Sekhon NK Response of cotton to rice residue mulching, irrigation regimes and land configuration in northwest India //Agricultural Research Journal. – 2018. – T. 55. – No. 2.
180. Singh A. K. et al. Effect of spacing and nutrients management on growth, yield, yield attributes and quality characters in *Hirsutum* cotton of central plain zone of UP India //Int J Curr Microbiol App Sci. – 2017. – T. 6. – №. 11. – C. 5358-5366.

181. Singh P., Verma RS, Singh P. Nitrogen uptake and quality of pearl millet as influenced by moisture conservation practices and N fertilization // *Indian Journal of Soil Conservation*. – 1996. – T. 24. – No. 1. – pp. 85-89.
182. Soil Survey Staff. 1975. Soil taxonomy: A basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. USDA/SCS. Agric. Handb. 436. U.S. Government Printing Office, Washington, DC.
183. Somasundaram E. et al. Response of crops to different land-management practices under sodic soil conditions // *Indian Journal of Agronomy*. – 2000. – T. 45. – No. 1. – C. 92-96.
184. Sui RX et al. Effect of nitrogen application rates on yield and quality in irrigated and rainfed cotton // *Journal of Cotton Science*. – 2017. – T. 21. – No. 2. – pp. 113-121.
185. Thakur MR et al. Land configuration and integrated nutrient management system for sustaining productivity of rainfed cotton // *Trends in Biosciences*. – 2017. – T. 10. – No. 16. – pp. 2968-2971.
186. Thakur N. S., Kushwaha B. B., Sinha N. K. Productivity and water use in kharif sorghum (*Sorghum bicolor*) under different land configuration and mulching // *Indian Journal of Agronomy*. – 2011. – T. 56. – No. 1. – C. 47-51.
187. Tomar SS et al. Effect of land configuration, nutritional management module and biofertilizer application on performance, productivity and profitability of urdbean [*Vigna mungo* (L.) Hepper], in North-Western India // *Legume Research-An International Journal*. – 2016. – T. 39. – No. 5. – pp. 741-747.
188. Tumbare AD, Bhoite SU Effect of Moisture Conservation Techniques on // *Indian J. Dryland Agric. Res. & Dev.* – 2003. – T. 18. – No. 2. – pp. 149-151.
189. Usman K. et al. Impact of tillage and nitrogen on cotton yield and quality in a wheat-cotton system, Pakistan // *Archives of Agronomy and Soil Science*. – 2014. – T. 60. – No. 4. – pp. 519-530.
190. Vekariya PD et al. Effect of different size of broad bed and furrow on runoff and soil loss and productivity of groundnut (*Arachis hypogea* L.) under rainfed

- conditions //International Journal of Bio-resource and Stress Management. – 2015. – T. 6. – No. Jun, 3. – pp. 316-321.
191. Waghmare PK. Effect of different crop geometry on growth, yield and economics of Bt cotton //International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences. – 2018. – T. 6. – pp. 1222–1226.
192. Wang S. et al. Effects of plant density and nitrogen rate on cotton yield and nitrogen use in cotton stubble retaining fields //Journal of Integrative Agriculture. – 2021. – T. 20. – No. 8. – pp. 2090-2099.
193. Wang S. et al. Effects of controlled-release urea application on the growth, yield and nitrogen recovery efficiency of cotton //Agricultural Sciences. – 2013. – T. 2013.
194. Watson DJ The physiological basis of variation in yield //Advances in agronomy. – 1952. – T. 4. – P. 101-145.
195. Yadav A. C. et al. Effect of land configuration and nutrient management on growth and yield of hybrid maize //Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. – 2019. – T. 8. – №. 4. – C. 602-606.
196. Rashmi Y. et al. Response of finger millet (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn) genotypes to nitrogen under rainfed situations of western Himalayan hills //International Journal of Agricultural Sciences. – 2010. – T. 6. – No. 1. – pp. 325-326.
197. Yang G., Zhou M. Multi-location investigation of optimum planting density and boll distribution of high-yielding cotton (*G. hirsutum* L.) in Hubei province, China //Agricultural Sciences in China. – 2010. – T. 9. – No. 12. – S. 1749-1757.
198. Yang G. et al. Effects of plant density on yield and canopy microenvironment in hybrid cotton //Journal of Integrative Agriculture. – 2014. – T. 13. – No. 10. – pp. 2154-2163.
199. Zaman I. et al. Effect of plant spacings on growth, physiology, yield and fiber quality attributes of cotton genotypes under nitrogen fertilization //Agronomy. – 2021. – T. 11. – №. 12. – C. 2589.

200. Luo Z. et al. Effects of reduced nitrogen rate on cotton yield and nitrogen use efficiency as mediated by application mode or plant density //Field Crops Research. – 2018. – T. 218. – P. 150-157.
201. Zhi X. et al. Effects of plant density on cotton yield components and quality //Journal of integrative agriculture. – 2016. – T. 15. – No. 7. – pp. 1469-1479.
202. Zonta J. H. et al. Irrigation and nitrogen effects on seed cotton yield, water productivity and yield response factor in semi-arid environment //Australian Journal of Crop Science. – 2016. – T. 10. – №. 1. – C. 118-126.

## **ПРИЛОЖЕНИЯ**

Результаты наблюдений за динамикой изменения высоты растений  
хлопчатника, 2021 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
1	2	3	4	5	6
Высота растений хлопчатника (см) через 30 дней после посева					
Разбросной	N0	15,14	15,03	15,12	15,097
	N120	17,81	16,91	16,77	17,163
	N150	18,29	18,19	17,98	18,153
	N180	18,97	18,89	18,93	18,930
Широкорядный	N0	16,49	16,39	16,44	16,440
	N120	18,38	18,36	18,24	18,327
	N150	18,89	18,77	18,83	18,830
	N180	19,87	19,73	19,87	19,823
На грядах	N0	16,97	16,85	16,95	16,923
	N120	19,79	19,58	19,61	19,660
	N150	20,88	20,79	20,81	20,827
	N180	23,18	23,08	23,12	23,127
Высота растений хлопчатника (см) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	52,87	52,53	52,64	52,680
	N120	55,72	55,51	55,21	55,480
	N150	57,26	57,16	57,12	57,180
	N180	57,68	57,15	57,61	57,480
Широкорядный	N0	55,46	55,39	55,29	55,380
	N120	57,76	57,71	57,57	57,680
	N150	60,38	59,94	60,22	60,180
	N180	61,37	60,28	59,49	60,380
На грядах	N0	56,01	55,88	55,96	55,950
	N120	60,51	60,18	60,16	60,283
	N150	61,33	61,25	61,17	61,250
	N180	63,22	61,31	63,12	62,550
Высота растений хлопчатника (см) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	73,86	73,48	72,65	73,330
	N120	83,27	82,78	83,04	83,030
	N150	87,75	86,44	85,10	86,430
	N180	89,09	86,97	88,03	88,030
Широкорядный	N0	82,12	81,04	81,64	81,600
	N120	86,93	86,56	86,01	86,500
	N150	89,28	88,88	87,64	88,600
	N180	91,07	89,09	90,14	90,100

## Продолжение приложения А

1	2	3	4	5	6
На грядах	N0	84,59	83,91	83,32	83,940
	N120	91,53	89,37	90,42	90,440
	N150	91,97	91,31	91,76	91,680
	N180	93,60	93,41	92,95	93,320
Высота растений хлопчатника (см) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	82,65	77,93	80,26	80,280
	N120	88,76	84,45	87,13	86,780
	N150	92,33	92,60	92,51	92,480
	N180	95,33	92,86	94,05	94,080
Ширококорядный	N0	89,08	88,94	88,53	88,850
	N120	92,12	92,60	92,93	92,550
	N150	96,91	94,40	95,64	95,650
	N180	98,47	98,98	98,20	98,550
На грядах	N0	93,67	91,55	92,52	92,580
	N120	100,66	99,57	98,51	99,580
	N150	103,50	103,79	102,55	103,280
	N180	107,34	107,01	106,59	106,980
Высота растений хлопчатника (см) перед уборкой урожая					
Разбросной	N0	84,58	82,01	79,20	81,930
	N120	90,60	86,45	88,24	88,430
	N150	96,45	91,97	94,27	94,230
	N180	99,14	95,03	96,92	97,030
Ширококорядный	N0	90,48	86,50	88,67	88,550
	N120	97,92	96,77	95,56	96,750
	N150	101,14	100,10	98,91	100,050
	N180	104,20	100,33	102,22	102,250
На грядах	N0	96,10	94,19	91,95	94,080
	N120	105,16	100,74	103,04	102,980
	N150	108,25	104,12	106,17	106,180
	N180	113,06	110,53	108,75	110,780

Результаты наблюдений за динамикой изменения площади листьев  
на растениях хлопчатника, 2021 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Площадь листьев растений хлопчатника (см <sup>2</sup> /растение) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	1306,24	1302,39	1298,50	1302,375
	N120	1487,03	1477,74	1466,16	1476,977
	N150	1656,46	1627,00	1595,67	1626,375
	N180	1861,22	1819,36	1843,85	1841,475
Ширококорядный	N0	1510,16	1461,62	1472,35	1481,375
	N120	2064,81	1980,72	2022,50	2022,675
	N150	2226,97	2211,24	2201,62	2213,275
	N180	2435,69	2417,30	2411,44	2421,477
На грядах	N0	1664,21	1642,02	1620,15	1642,125
	N120	2206,68	2176,80	2191,00	2191,492
	N150	2429,24	2388,86	2408,08	2408,725
	N180	2575,44	2532,37	2553,17	2553,658
Площадь листьев растений хлопчатника (см <sup>2</sup> /растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	2494,25	2329,54	2403,89	2409,225
	N120	2829,17	2641,71	2733,60	2734,827
	N150	3305,81	2917,22	3095,05	3106,025
	N180	3592,30	3527,74	3476,94	3532,325
Ширококорядный	N0	2840,22	2832,75	2826,18	2833,049
	N120	3970,78	3958,66	3944,71	3958,049
	N150	4145,80	4057,51	4088,05	4097,119
	N180	4557,48	4179,69	4349,38	4362,182
На грядах	N0	3750,28	3352,53	3536,39	3546,400
	N120	4612,78	4376,15	4490,97	4493,300
	N150	5431,83	4855,56	5143,41	5143,600
	N180	6367,03	5987,12	6151,95	6168,700
Площадь листьев растений хлопчатника (см <sup>2</sup> /растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	3522,77	3367,12	3216,66	3368,850
	N120	4223,92	4053,56	3793,77	4023,750
	N150	4410,24	4186,19	4262,62	4286,350
	N180	4526,48	4422,27	4486,00	4478,250
Ширококорядный	N0	4391,11	4196,57	4270,02	4285,900
	N120	5655,03	5393,41	5509,16	5519,200
	N150	5955,93	5837,01	5730,06	5841,000
	N180	6381,04	6220,32	6089,54	6230,300
На грядах	N0	5235,13	5093,45	5011,62	5113,400
	N120	6231,34	5997,23	6113,43	6114,000
	N150	7060,15	6839,54	6945,21	6948,300
	N180	8047,52	7653,63	7829,35	7843,500

Результаты наблюдений за динамикой накопления сухой надземной биомассы растениями хлопчатника, 2021 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Сухая надземная биомасса хлопчатника (г/растение) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	80,49	83,40	85,95	83,277
	N120	95,97	98,16	100,09	98,070
	N150	100,39	106,52	103,23	103,377
	N180	110,30	113,73	107,41	110,477
Ширококорядный	N0	93,96	96,08	92,26	94,100
	N120	108,25	107,49	106,16	107,300
	N150	114,48	112,13	110,59	112,400
	N180	114,94	116,84	113,22	115,000
На грядах	N0	97,73	99,39	101,62	99,575
	N120	111,30	116,85	113,49	113,875
	N150	121,34	118,00	115,20	118,175
	N180	120,81	122,63	124,90	122,775
Сухая надземная биомасса хлопчатника (г/растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	147,52	143,63	138,30	143,150
	N120	172,50	163,26	151,59	162,450
	N150	195,97	181,69	189,19	188,950
	N180	226,26	218,37	222,12	222,250
Ширококорядный	N0	214,39	191,10	202,55	202,680
	N120	299,05	286,97	278,22	288,080
	N150	342,98	323,11	332,54	332,875
	N180	363,71	345,43	354,00	354,380
На грядах	N0	249,16	220,52	190,83	220,170
	N120	334,68	319,20	326,53	326,803
	N150	371,66	361,15	350,40	361,069
	N180	393,50	384,13	374,28	383,970
Сухая надземная биомасса хлопчатника (г/растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	257,51	242,06	246,62	248,730
	N120	304,87	297,94	293,98	298,930
	N150	352,36	340,83	347,00	346,730
	N180	394,86	375,81	370,62	380,430
Ширококорядный	N0	315,69	301,85	293,94	303,827
	N120	420,02	397,67	381,50	399,730
	N150	444,07	433,93	438,79	438,930
	N180	485,34	479,57	473,68	479,530
На грядах	N0	333,16	326,33	320,70	326,730
	N120	471,57	436,45	448,07	452,030
	N150	497,26	493,08	489,35	493,230
	N180	578,18	508,40	528,71	538,430

Результаты наблюдений за динамикой образования моноподиальных ветвей  
на растениях хлопчатника, 2021 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество моноподиальных ветвей (шт./растение) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	3,46	3,31	3,13	3,300
	N120	4,34	3,89	3,67	3,967
	N150	4,30	4,18	4,42	4,300
	N180	5,12	5,27	4,91	5,100
Ширококорядный	N0	3,73	3,85	3,52	3,700
	N120	4,13	4,53	4,84	4,500
	N150	5,30	5,56	5,05	5,303
	N180	5,99	5,92	5,80	5,903
На грядах	N0	3,71	3,91	4,08	3,900
	N120	5,44	5,21	4,96	5,203
	N150	5,85	6,32	6,13	6,100
	N180	6,51	6,24	7,06	6,603
Количество моноподиальных ветвей (шт./растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	5,21	5,06	4,88	5,050
	N120	5,89	5,64	5,42	5,650
	N150	6,05	5,93	6,17	6,050
	N180	6,87	7,02	6,76	6,883
Ширококорядный	N0	5,38	5,50	5,17	5,348
	N120	5,78	6,18	6,49	6,148
	N150	6,95	7,21	6,70	6,951
	N180	7,64	7,57	7,45	7,551
На грядах	N0	5,36	5,56	5,73	5,548
	N120	7,09	6,86	6,61	6,851
	N150	7,50	7,97	7,78	7,748
	N180	8,16	7,89	8,71	8,251
Количество моноподиальных ветвей (шт./растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	5,62	5,46	5,27	5,450
	N120	6,29	6,05	5,85	6,063
	N150	6,45	6,32	6,58	6,450
	N180	7,27	7,43	7,05	7,250
Ширококорядный	N0	6,09	6,20	5,82	6,036
	N120	6,49	6,87	7,19	6,849
	N150	7,64	7,95	7,51	7,700
	N180	8,33	8,27	8,16	8,253
На грядах	N0	6,16	6,36	6,52	6,346
	N120	7,88	7,61	7,33	7,607
	N150	8,30	8,76	8,59	8,549
	N180	8,96	8,68	9,52	9,053

Результаты наблюдений за динамикой образования симподиальных ветвей  
на растениях хлопчатника, 2021 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество симподиальных ветвей (шт./растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	9,23	9,05	8,72	9,000
	N120	11,96	12,13	11,61	11,900
	N150	15,88	15,05	15,27	15,400
	N180	17,37	17,64	16,89	17,300
Ширококорядный	N0	11,29	11,76	11,23	11,427
	N120	15,11	14,81	15,45	15,123
	N150	19,21	17,27	18,20	18,227
	N180	21,45	22,18	21,24	21,623
На грядах	N0	13,72	14,08	13,82	13,873
	N120	19,94	19,16	18,13	19,077
	N150	22,93	22,65	23,06	22,880
	N180	26,81	27,12	26,98	26,970
Количество симподиальных ветвей (шт./растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	10,43	9,59	8,26	9,427
	N120	13,99	11,68	12,81	12,827
	N150	16,91	17,14	16,72	16,923
	N180	20,83	20,11	19,13	20,023
Ширококорядный	N0	13,88	12,37	13,65	13,300
	N120	17,77	17,21	17,52	17,500
	N150	20,24	20,92	19,44	20,200
	N180	23,32	23,03	23,85	23,400
На грядах	N0	17,33	16,74	17,08	17,050
	N120	20,95	20,69	21,21	20,950
	N150	25,41	25,96	24,98	25,450
	N180	28,76	28,15	27,54	28,150

Результаты наблюдений за динамикой образования коробочек  
на растениях хлопчатника, 2021 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество коробочек (шт./растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	7,91	7,12	6,57	7,200
	N120	9,53	9,15	9,22	9,300
	N150	11,42	11,57	10,31	11,100
	N180	14,18	12,29	13,13	13,200
Ширококорядный	N0	9,17	8,68	8,83	8,893
	N120	10,89	11,11	10,42	10,807
	N150	15,14	13,22	13,94	14,100
	N180	17,11	17,64	16,25	17,000
На грядах	N0	11,25	11,73	10,08	11,020
	N120	15,12	13,16	14,10	14,127
	N150	17,16	18,05	16,47	17,227
	N180	21,43	20,29	19,56	20,427
Количество коробочек (шт./растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	14,23	13,72	13,98	13,977
	N120	18,42	17,94	17,26	17,873
	N150	20,68	21,88	19,47	20,677
	N180	24,78	22,57	23,07	23,473
Ширококорядный	N0	15,84	16,06	14,52	15,473
	N120	21,56	19,15	20,13	20,280
	N150	26,45	27,43	25,24	26,373
	N180	30,63	29,58	31,81	30,673
На грядах	N0	20,37	19,91	19,35	19,877
	N120	25,96	25,29	26,67	25,973
	N150	31,29	32,07	30,16	31,173
	N180	37,18	34,36	35,79	35,777

Количество открытых коробочек, семян в коробочке и масса 1000 семян  
хлопчатника, 2021 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество открытых коробочек (шт./растение) в период уборки урожая					
Разбросной	N0	15,55	14,75	15,07	15,123
	N120	18,34	18,66	17,98	18,327
	N150	20,47	19,08	21,73	20,427
	N180	22,93	23,53	22,31	22,923
Широкорядный	N0	16,62	15,41	17,69	16,573
	N120	20,31	21,34	19,17	20,273
	N150	24,48	24,89	24,06	24,477
	N180	28,39	28,16	28,28	28,277
На грядах	N0	18,51	17,45	18,42	18,127
	N120	23,13	21,32	22,23	22,227
	N150	25,46	26,27	24,54	25,423
	N180	28,64	27,98	29,25	28,623
Количество семян в коробочке, шт.					
Разбросной	N0	30,58	30,18	30,07	30,277
	N120	31,48	30,21	32,74	31,477
	N150	34,64	32,57	33,51	33,573
	N180	35,38	35,76	35,28	35,473
Широкорядный	N0	31,11	31,65	30,24	31,000
	N120	33,27	32,84	32,59	32,900
	N150	35,32	35,92	34,37	35,203
	N180	36,61	37,13	36,96	36,900
На грядах	N0	31,54	32,31	30,65	31,500
	N120	33,23	32,54	34,13	33,300
	N150	35,51	36,47	34,52	35,500
	N180	38,53	36,25	37,41	37,397
Масса 1000 семян, г					
Разбросной	N0	91,73	90,45	89,17	90,450
	N120	96,29	95,20	94,26	95,250
	N150	109,45	110,38	108,22	109,350
	N180	113,75	112,61	114,89	113,750
Широкорядный	N0	99,18	100,06	98,51	99,250
	N120	105,35	106,26	107,44	106,350
	N150	112,76	111,94	110,55	111,750
	N180	117,85	116,47	115,63	116,650
На грядах	N0	104,64	105,85	103,38	104,623
	N120	111,73	110,53	112,92	111,727
	N150	118,52	119,31	117,75	118,527
	N180	127,11	125,62	126,24	126,323

Масса семян и волокна в коробочке хлопчатника, 2021 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Масса семян в коробочке, г					
Разбросной	N0	2,84	2,73	2,53	2,700
	N120	3,43	3,15	3,32	3,300
	N150	3,51	3,38	3,61	3,500
	N180	3,82	3,71	3,57	3,700
Широкорядный	N0	3,06	3,17	2,92	3,050
	N120	3,34	3,42	3,59	3,450
	N150	3,65	3,96	3,34	3,650
	N180	3,98	3,82	3,75	3,850
На грядах	N0	3,23	3,29	3,08	3,200
	N120	3,81	3,33	3,66	3,600
	N150	4,05	4,14	3,81	4,000
	N180	4,42	4,25	4,53	4,400
Масса волокна в коробочке, г					
Разбросной	N0	1,77	1,62	1,71	1,700
	N120	2,02	2,06	1,94	2,007
	N150	2,13	2,10	2,07	2,100
	N180	2,23	2,11	2,26	2,200
Широкорядный	N0	1,88	1,71	1,81	1,800
	N120	2,15	2,05	2,10	2,100
	N150	2,24	2,27	2,09	2,200
	N180	2,45	2,33	2,12	2,300
На грядах	N0	1,96	1,84	1,90	1,900
	N120	2,21	2,16	1,93	2,100
	N150	2,37	2,12	2,41	2,300
	N180	2,62	2,50	2,38	2,500

Результаты наблюдений за динамикой изменения высоты растений  
хлопчатника, 2022 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
1	2	3	4	5	6
Высота растений хлопчатника (см) через 30 дней после посева					
Разбросной	N0	17,31	17,17	17,11	17,197
	N120	19,79	18,92	18,78	19,163
	N150	20,4	20,19	19,87	20,153
	N180	20,98	20,89	20,92	20,930
Ширококорядный	N0	18,51	18,38	18,43	18,440
	N120	20,39	20,37	20,22	20,327
	N150	20,9	20,75	20,84	20,830
	N180	21,88	21,75	21,82	21,817
На грядах	N0	18,99	18,87	18,91	18,923
	N120	21,78	21,56	21,64	21,660
	N150	22,89	22,75	22,84	22,827
	N180	25,18	25,07	25,03	25,093
Высота растений хлопчатника (см) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	56,78	57,54	56,19	56,837
	N120	60,82	60,40	61,65	60,957
	N150	62,25	62,17	62,02	62,147
	N180	62,73	62,16	62,64	62,510
Ширококорядный	N0	60,57	60,42	60,05	60,347
	N120	62,87	62,72	62,45	62,680
	N150	65,39	64,91	65,24	65,180
	N180	66,39	65,29	64,46	65,380
На грядах	N0	62,43	60,65	60,97	61,350
	N120	65,61	65,19	65,05	65,283
	N150	66,35	66,24	66,16	66,250
	N180	68,25	66,07	68,32	67,547
Высота растений хлопчатника (см) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	81,84	81,19	80,76	81,263
	N120	92,16	89,67	91,26	91,030
	N150	95,64	94,34	93,31	94,430
	N180	97,18	94,76	96,15	96,030
Ширококорядный	N0	91,17	88,16	89,45	89,593
	N120	95,73	93,45	94,32	94,500
	N150	97,17	96,77	95,86	96,600
	N180	99,35	96,69	98,26	98,100

## Продолжение приложения И

1	2	3	4	5	6
На грядах	N0	93,68	90,89	91,47	92,013
	N120	99,42	97,59	98,31	98,440
	N150	100,86	98,20	99,98	99,680
	N180	102,81	101,32	99,83	101,320
Высота растений хлопчатника (см) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	93,24	87,85	89,45	90,180
	N120	98,65	94,55	97,14	96,780
	N150	103,33	101,49	102,62	102,480
	N180	105,22	102,75	104,27	104,080
Ширококорядный	N0	100,19	98,72	97,54	98,817
	N120	103,26	101,44	102,95	102,550
	N150	107,58	103,62	105,75	105,650
	N180	109,52	108,89	107,24	108,550
На грядах	N0	104,45	100,96	102,73	102,713
	N120	111,44	109,68	107,62	109,580
	N150	114,29	113,89	111,66	113,280
	N180	118,17	117,18	115,59	116,980
Высота растений хлопчатника (см) перед уборкой урожая					
Разбросной	N0	95,36	92,12	88,28	91,920
	N120	100,49	96,57	98,13	98,397
	N150	106,45	101,97	104,37	104,263
	N180	110,09	104,28	106,72	107,030
Ширококорядный	N0	101,29	96,47	97,59	98,450
	N120	108,58	106,69	104,98	106,750
	N150	112,08	110,15	107,92	110,050
	N180	115,17	110,46	111,12	112,250
На грядах	N0	105,07	104,51	102,99	104,190
	N120	115,15	110,63	113,16	112,980
	N150	118,12	114,36	116,06	116,180
	N180	122,35	120,43	119,56	120,780

Результаты наблюдений за динамикой изменения площади листьев  
на растениях хлопчатника, 2022 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Площадь листьев растений хлопчатника (см <sup>2</sup> /растение) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	1353,14	1349,29	1345,40	1349,275
	N120	1533,93	1524,64	1513,06	1523,877
	N150	1703,36	1673,90	1642,57	1673,275
	N180	1908,12	1866,26	1890,75	1888,375
Ширококорядный	N0	1557,06	1508,52	1519,25	1528,275
	N120	2111,71	2027,62	2069,40	2069,575
	N150	2273,87	2258,14	2248,52	2260,175
	N180	2482,59	2464,20	2458,34	2468,377
На грядах	N0	1711,11	1688,92	1667,05	1689,025
	N120	2253,58	2223,70	2237,90	2238,392
	N150	2476,14	2435,76	2454,98	2455,625
	N180	2622,34	2579,27	2600,07	2600,558
Площадь листьев растений хлопчатника (см <sup>2</sup> /растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	2612,05	2447,34	2521,69	2527,025
	N120	2946,97	2759,51	2851,40	2852,627
	N150	3423,61	3035,02	3212,85	3223,825
	N180	3710,10	3645,54	3594,74	3650,125
Ширококорядный	N0	2958,02	2950,55	2943,98	2950,849
	N120	4088,58	4076,46	4062,51	4075,849
	N150	4263,60	4175,31	4205,85	4214,919
	N180	4675,28	4297,49	4467,18	4479,982
На грядах	N0	3868,08	3470,33	3654,19	3664,200
	N120	4730,58	4493,95	4608,77	4611,100
	N150	5549,63	4973,36	5261,21	5261,400
	N180	6484,83	6104,92	6269,75	6286,500
Площадь листьев растений хлопчатника (см <sup>2</sup> /растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	3724,74	3569,09	3418,63	3570,820
	N120	4425,89	4255,53	3995,74	4225,720
	N150	4612,21	4388,16	4464,59	4488,320
	N180	4728,45	4624,24	4687,97	4680,220
Ширококорядный	N0	4593,08	4398,54	4471,99	4487,870
	N120	5857,00	5595,38	5711,13	5721,170
	N150	6157,90	6038,98	5932,03	6042,970
	N180	6583,01	6422,29	6291,51	6432,270
На грядах	N0	5437,10	5295,42	5213,59	5315,370
	N120	6433,31	6199,20	6315,40	6315,970
	N150	7262,12	7041,51	7147,18	7150,270
	N180	8249,49	7855,60	8031,32	8045,470

Результаты наблюдений за динамикой накопления сухой надземной биомассы растениями хлопчатника, 2022 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Сухая надземная биомасса хлопчатника (г/растение) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	83,45	86,36	88,91	86,237
	N120	98,93	101,12	103,05	101,030
	N150	103,35	109,48	106,19	106,337
	N180	113,26	116,69	110,37	113,437
Широкорядный	N0	96,92	99,04	95,22	97,060
	N120	111,21	110,45	109,12	110,260
	N150	117,44	115,09	113,55	115,360
	N180	117,9	119,8	116,18	117,960
На грядах	N0	100,69	102,35	104,58	102,535
	N120	114,26	119,81	116,45	116,835
	N150	124,30	120,96	118,16	121,135
	N180	123,77	125,59	127,86	125,735
Сухая надземная биомасса хлопчатника (г/растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	156,48	152,59	147,26	152,110
	N120	181,46	172,22	160,55	171,410
	N150	204,93	190,65	198,15	197,910
	N180	235,22	227,33	231,08	231,210
Широкорядный	N0	223,35	200,06	211,51	211,640
	N120	308,01	295,93	287,18	297,040
	N150	351,94	332,07	341,50	341,835
	N180	372,67	354,39	362,96	363,340
На грядах	N0	258,12	229,48	199,79	229,130
	N120	343,64	328,16	335,49	335,763
	N150	380,62	370,11	359,36	370,029
	N180	402,46	393,09	383,24	392,930
Сухая надземная биомасса хлопчатника (г/растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	279,82	264,37	268,93	271,040
	N120	327,18	320,25	316,29	321,240
	N150	374,67	363,14	369,31	369,040
	N180	417,17	398,12	392,93	402,740
Широкорядный	N0	338,00	324,16	316,25	326,137
	N120	442,33	419,98	403,81	422,040
	N150	466,38	456,24	461,10	461,240
	N180	507,65	501,88	495,99	501,840
На грядах	N0	355,47	348,64	343,01	349,040
	N120	493,88	458,76	470,38	474,340
	N150	519,57	515,39	511,66	515,540
	N180	600,49	530,71	551,02	560,740

Результаты наблюдений за динамикой образования моноподиальных ветвей  
на растениях хлопчатника, 2022 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество моноподиальных ветвей (шт./растение) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	4,71	4,56	4,38	4,550
	N120	5,59	5,14	4,92	5,217
	N150	5,55	5,43	5,67	5,550
	N180	6,37	6,52	6,16	6,350
Ширококорядный	N0	4,98	5,10	4,77	4,950
	N120	5,38	5,78	6,09	5,750
	N150	6,55	6,81	6,30	6,553
	N180	7,24	7,17	7,05	7,153
На грядах	N0	4,96	5,16	5,33	5,150
	N120	6,69	6,46	6,21	6,453
	N150	7,10	7,57	7,38	7,350
	N180	7,76	7,49	8,31	7,853
Количество моноподиальных ветвей (шт./растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	6,57	6,42	6,24	6,410
	N120	7,25	7,00	6,78	7,010
	N150	7,41	7,29	7,53	7,410
	N180	8,23	8,38	8,12	8,243
Ширококорядный	N0	6,74	6,86	6,53	6,708
	N120	7,14	7,54	7,85	7,508
	N150	8,31	8,57	8,06	8,311
	N180	9,00	8,93	8,81	8,911
На грядах	N0	6,72	6,92	7,09	6,908
	N120	8,45	8,22	7,97	8,211
	N150	8,86	9,33	9,14	9,108
	N180	9,52	9,25	10,07	9,611
Количество моноподиальных ветвей (шт./растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	6,75	6,59	6,40	6,580
	N120	7,42	7,18	6,98	7,193
	N150	7,58	7,45	7,71	7,580
	N180	8,40	8,56	8,18	8,380
Ширококорядный	N0	7,22	7,33	6,95	7,166
	N120	7,62	8,00	8,32	7,979
	N150	8,77	9,08	8,64	8,830
	N180	9,46	9,40	9,29	9,383
На грядах	N0	7,29	7,49	7,65	7,476
	N120	9,01	8,74	8,46	8,737
	N150	9,43	9,89	9,72	9,679
	N180	10,09	9,81	10,65	10,183

Результаты наблюдений за динамикой образования симподиальных ветвей  
на растениях хлопчатника, 2022 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество симподиальных ветвей (шт./растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	10,57	10,39	10,06	10,340
	N120	13,30	13,47	12,95	13,240
	N150	17,22	16,39	16,61	16,740
	N180	18,71	18,98	18,23	18,640
Ширококорядный	N0	12,63	13,10	12,57	12,767
	N120	16,45	16,15	16,79	16,463
	N150	20,55	18,61	19,54	19,567
	N180	22,79	23,52	22,58	22,963
На грядах	N0	15,06	15,42	15,16	15,213
	N120	21,28	20,50	19,47	20,417
	N150	24,27	23,99	24,40	24,220
	N180	28,15	28,46	28,32	28,310
Количество симподиальных ветвей (шт./растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	11,91	11,07	9,74	10,907
	N120	15,47	13,16	14,29	14,307
	N150	18,39	18,62	18,20	18,403
	N180	22,31	21,59	20,61	21,503
Ширококорядный	N0	15,36	13,85	15,13	14,780
	N120	19,25	18,69	19,00	18,980
	N150	21,72	22,40	20,92	21,680
	N180	24,80	24,51	25,33	24,880
На грядах	N0	18,81	18,22	18,56	18,530
	N120	22,43	22,17	22,69	22,430
	N150	26,89	27,44	26,46	26,930
	N180	30,24	29,63	29,02	29,630

Результаты наблюдений за динамикой образования коробочек  
на растениях хлопчатника, 2022 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество коробочек (шт./растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	9,24	8,45	7,90	8,530
	N120	10,86	10,48	10,55	10,630
	N150	12,75	12,90	11,64	12,430
	N180	15,51	13,62	14,46	14,530
Широкорядный	N0	10,50	10,01	10,16	10,223
	N120	12,22	12,44	11,75	12,137
	N150	16,47	14,55	15,27	15,430
	N180	18,44	18,97	17,58	18,330
На грядах	N0	12,58	13,06	11,41	12,350
	N120	16,45	14,49	15,43	15,457
	N150	18,49	19,38	17,80	18,557
	N180	22,76	21,62	20,89	21,757
Количество коробочек (шт./растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	15,94	15,43	15,69	15,687
	N120	20,13	19,65	18,97	19,583
	N150	22,39	23,59	21,18	22,387
	N180	26,49	24,28	24,78	25,183
Широкорядный	N0	17,55	17,77	16,23	17,183
	N120	23,27	20,86	21,84	21,990
	N150	28,16	29,14	26,95	28,083
	N180	32,34	31,29	33,52	32,383
На грядах	N0	22,08	21,62	21,06	21,587
	N120	27,67	27,00	28,38	27,683
	N150	33,00	33,78	31,87	32,883
	N180	38,89	36,07	37,50	37,487

Количество открытых коробочек, семян в коробочке и масса 1000 семян  
хлопчатника, 2022 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество открытых коробочек (шт./растение) в период уборки урожая					
Разбросной	N0	18,43	17,63	17,95	18,003
	N120	21,22	21,54	20,86	21,207
	N150	23,35	21,96	24,61	23,307
	N180	25,81	26,41	25,19	25,803
Ширококорядный	N0	19,50	18,29	20,57	19,453
	N120	23,19	24,22	22,05	23,153
	N150	27,36	27,77	26,94	27,357
	N180	31,27	31,04	31,16	31,157
На грядах	N0	21,39	20,33	21,30	21,007
	N120	26,01	24,20	25,11	25,107
	N150	28,34	29,15	27,42	28,303
	N180	31,52	30,86	32,13	31,503
Количество семян в коробочке, шт.					
Разбросной	N0	31,07	30,67	30,56	30,768
	N120	31,97	30,70	33,23	31,968
	N150	35,13	33,06	34,00	34,064
	N180	35,87	36,25	35,77	35,964
Ширококорядный	N0	31,60	32,14	30,73	31,491
	N120	33,76	33,33	33,08	33,391
	N150	35,81	36,41	34,86	35,694
	N180	37,10	37,62	37,45	37,391
На грядах	N0	32,03	32,80	31,14	31,991
	N120	33,72	33,03	34,62	33,791
	N150	36,00	36,96	35,01	35,991
	N180	39,02	36,74	37,90	37,888
Масса 1000 семян, г					
Разбросной	N0	95,31	94,03	92,75	94,027
	N120	99,87	98,78	97,84	98,827
	N150	113,03	113,96	111,80	112,927
	N180	117,33	116,19	118,47	117,327
Ширококорядный	N0	102,76	103,64	102,09	102,827
	N120	108,93	109,84	111,02	109,927
	N150	116,34	115,52	114,13	115,327
	N180	121,43	120,05	119,21	120,227
На грядах	N0	108,22	109,43	106,96	108,200
	N120	115,31	114,11	116,50	115,304
	N150	122,10	122,89	121,33	122,104
	N180	130,69	129,20	129,82	129,900

Масса семян и волокна в коробочке хлопчатника, 2022 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Масса семян в коробочке, г					
Разбросной	N0	3,07	2,96	2,76	2,931
	N120	3,66	3,38	3,55	3,531
	N150	3,74	3,61	3,84	3,731
	N180	4,05	3,94	3,80	3,931
Ширококорядный	N0	3,29	3,40	3,15	3,281
	N120	3,57	3,65	3,82	3,681
	N150	3,88	4,19	3,57	3,881
	N180	4,21	4,05	3,98	4,081
На грядах	N0	3,46	3,52	3,31	3,431
	N120	4,04	3,56	3,89	3,831
	N150	4,28	4,37	4,04	4,231
	N180	4,65	4,48	4,76	4,631
Масса волокна в коробочке, г					
Разбросной	N0	1,95	1,80	1,89	1,880
	N120	2,20	2,24	2,12	2,187
	N150	2,31	2,28	2,25	2,280
	N180	2,41	2,29	2,44	2,380
Ширококорядный	N0	2,06	1,89	1,99	1,980
	N120	2,33	2,23	2,28	2,280
	N150	2,42	2,45	2,27	2,380
	N180	2,63	2,51	2,30	2,480
На грядах	N0	2,14	2,02	2,08	2,080
	N120	2,39	2,34	2,11	2,280
	N150	2,55	2,30	2,59	2,480
	N180	2,80	2,68	2,56	2,680

Результаты наблюдений за динамикой изменения высоты растений  
хлопчатника, 2023 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
1	2	3	4	5	6
Высота растений хлопчатника (см) через 30 дней после посева					
Разбросной	N0	19,12	19,29	19,35	19,253
	N120	21,18	21,05	21,42	21,217
	N150	22,16	22,19	22,38	22,243
	N180	23,45	24,28	24,17	23,967
Широкорядный	N0	20,33	20,52	20,44	20,430
	N120	23,59	23,8	24,06	23,817
	N150	25,8	25,96	25,91	25,890
	N180	27,22	27,47	27,93	27,540
На грядах	N0	20,95	21	20,9	20,950
	N120	25,65	26,33	26,26	26,080
	N150	29,38	29,54	29,49	29,470
	N180	32,67	32,11	32,38	32,387
Высота растений хлопчатника (см) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	56,96	59,28	57,67	57,970
	N120	63,12	63,95	62,29	63,120
	N150	64,83	65,67	66,48	65,660
	N180	67,24	70,73	69,72	69,230
Широкорядный	N0	61,74	64,51	64,65	63,633
	N120	67,48	68,29	69,1	68,290
	N150	73,67	75,86	74,78	74,770
	N180	75,53	76,74	78,46	76,910
На грядах	N0	66,07	68,11	67,31	67,163
	N120	73,38	74,52	73,53	73,810
	N150	77,89	78,09	77,24	77,740
	N180	79,95	80,86	81,77	80,860
Высота растений хлопчатника (см) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	83,36	85,24	87,13	85,243
	N120	94,44	97,52	93,95	95,303
	N150	98,68	100,46	102,21	100,450
	N180	104,57	108,78	106,66	106,670
Широкорядный	N0	97,19	99,18	95,14	97,170
	N120	103,25	107,55	105,82	105,540
	N150	106,15	108,17	110,49	108,270
	N180	111,33	113,49	112,5	112,440

## Продолжение приложения С

1	2	3	4	5	6
На грядах	N0	103,44	104,33	102,58	103,450
	N120	108,85	110,70	109,31	109,620
	N150	114,51	115,34	113,68	114,510
	N180	117,29	120,18	123,07	120,180
Высота растений хлопчатника (см) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	98,21	99,39	100,57	99,390
	N120	105,74	109,25	107,63	107,540
	N150	113,23	111,48	115,10	113,270
	N180	116,19	118,84	114,32	116,450
Ширококорядный	N0	110,36	112,27	108,18	110,270
	N120	115,24	119,09	117,12	117,150
	N150	121,08	127,16	124,84	124,360
	N180	127,47	133,31	130,45	130,410
На грядах	N0	117,40	121,43	119,39	119,407
	N120	129,63	135,21	132,52	132,453
	N150	135,13	139,10	137,16	137,130
	N180	141,16	145,45	143,14	143,250
Высота растений хлопчатника (см) перед уборкой урожая					
Разбросной	N0	103,64	105,37	110,15	106,387
	N120	109,24	113,16	111,39	111,263
	N150	122,31	126,18	123,56	124,017
	N180	129,52	135,45	132,47	132,480
Ширококорядный	N0	118,33	124,28	121,23	121,280
	N120	127,49	129,84	131,38	129,570
	N150	134,16	136,43	135,62	135,403
	N180	139,25	142,17	141,19	140,870
На грядах	N0	132,40	134,71	133,54	133,550
	N120	145,08	148,50	142,20	145,260
	N150	152,63	156,37	154,11	154,370
	N180	160,18	164,61	162,05	162,280

Результаты наблюдений за динамикой изменения площади листьев  
на растениях хлопчатника, 2023 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Площадь листьев растений хлопчатника (см <sup>2</sup> /растение) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	1368,36	1377,13	1389,30	1378,263
	N120	1549,45	1569,21	1558,37	1559,010
	N150	1759,28	1770,45	1780,63	1770,120
	N180	1974,93	1996,74	1988,52	1986,730
Ширококорядный	N0	1580,70	1618,58	1596,46	1598,580
	N120	2148,26	2157,47	2205,98	2170,570
	N150	2373,87	2395,66	2384,75	2384,760
	N180	2596,66	2607,45	2618,84	2607,650
На грядах	N0	1737,59	1788,98	1752,13	1759,567
	N120	2302,12	2323,85	2313,39	2313,120
	N150	2577,96	2624,57	2585,08	2595,870
	N180	2725,14	2787,36	2758,95	2757,150
Площадь листьев растений хлопчатника (см <sup>2</sup> /растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	2637,89	2680,71	2658,58	2659,060
	N120	2946,64	3067,85	3010,23	3008,240
	N150	3544,16	3652,97	3502,79	3566,640
	N180	3845,73	3880,96	3867,17	3864,620
Ширококорядный	N0	3023,64	3016,40	3069,92	3036,653
	N120	4172,57	4193,18	4214,36	4193,370
	N150	4431,35	4485,23	4503,11	4473,230
	N180	4801,12	5019,39	4912,85	4911,120
На грядах	N0	3959,38	4024,61	3991,96	3991,983
	N120	4888,05	5003,56	4795,64	4895,750
	N150	5847,21	5880,10	5913,17	5880,160
	N180	6736,84	6655,26	7177,40	6856,500
Площадь листьев растений хлопчатника (см <sup>2</sup> /растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	3656,94	3918,98	3790,57	3788,830
	N120	4403,31	4517,85	4610,73	4510,630
	N150	4692,48	4870,64	4782,10	4781,740
	N180	4819,69	4923,33	5021,91	4921,643
Ширококорядный	N0	4604,53	4807,40	4708,65	4706,860
	N120	5905,32	6018,28	6121,09	6014,897
	N150	6378,16	6544,36	6456,84	6459,787
	N180	6824,23	6923,77	7024,48	6924,160
На грядах	N0	5515,87	5695,94	5602,22	5604,677
	N120	6558,38	6696,87	6715,96	6657,070
	N150	7619,14	7811,46	7697,27	7709,290
	N180	8771,33	8655,14	8830,55	8752,340

Результаты наблюдений за динамикой накопления сухой надземной биомассы растениями хлопчатника, 2023 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Сухая надземная биомасса хлопчатника (г/растение) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	93,21	89,37	91,14	91,240
	N120	108,57	106,68	105,39	106,880
	N150	122,14	118,39	120,25	120,260
	N180	131,65	133,56	135,08	133,430
Широкорядный	N0	105,39	102,93	107,52	105,280
	N120	123,02	126,15	124,87	124,680
	N150	140,66	142,53	144,41	142,533
	N180	145,98	145,2	146,76	145,980
На грядах	N0	115,47	113,28	114,99	114,580
	N120	134,74	133,19	130,83	132,920
	N150	161,89	159,47	163,65	161,670
	N180	162,13	169,85	165,27	165,750
Сухая надземная биомасса хлопчатника (г/растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	148,47	174,21	161,34	161,340
	N120	178,78	180,93	194,12	184,610
	N150	215,92	220,15	210,49	215,520
	N180	249,83	267,78	258,91	258,840
Широкорядный	N0	213,36	222,09	217,83	217,760
	N120	291,24	329,57	325,06	315,290
	N150	376,60	388,46	382,68	382,580
	N180	414,11	421,82	426,53	420,820
На грядах	N0	242,59	261,44	238,74	247,590
	N120	343,08	354,92	359,29	352,430
	N150	411,21	430,30	419,12	420,210
	N180	437,86	462,73	448,90	449,830
Сухая надземная биомасса хлопчатника (г/растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	270,89	285,65	279,41	278,650
	N120	335,71	339,92	343,83	339,820
	N150	401,35	411,81	406,58	406,580
	N180	443,46	448,23	452,79	448,160
Широкорядный	N0	353,98	340,79	360,66	351,810
	N120	454,26	459,38	455,14	456,260
	N150	525,13	536,54	527,07	529,580
	N180	568,44	577,16	591,25	578,950
На грядах	N0	387,22	365,47	380,32	377,670
	N120	506,33	511,50	519,46	512,430
	N150	595,57	593,64	584,90	591,370
	N180	642,90	651,59	645,58	646,690

Результаты наблюдений за динамикой образования моноподиальных ветвей  
на растениях хлопчатника, 2023 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество моноподиальных ветвей (шт./растение) через 60 дней после посева					
Разбросной	N0	5,20	5,39	5,43	5,340
	N120	6,17	6,36	6,28	6,270
	N150	7,61	7,74	7,57	7,640
	N180	8,68	8,67	8,84	8,730
Широкорядный	N0	5,66	6,55	6,69	6,300
	N120	7,44	7,62	7,56	7,540
	N150	10,09	10,11	10,22	10,140
	N180	11,15	11,28	11,20	11,210
На грядах	N0	6,43	6,69	6,62	6,580
	N120	8,27	8,43	8,35	8,350
	N150	11,32	11,24	11,13	11,230
	N180	12,57	12,65	12,58	12,600
Количество моноподиальных ветвей (шт./растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	7,80	7,90	7,91	7,870
	N120	8,88	9,06	8,94	8,960
	N150	11,35	11,41	11,20	11,320
	N180	12,63	12,50	12,82	12,650
Широкорядный	N0	8,90	8,76	8,83	8,830
	N120	10,11	10,17	9,99	10,090
	N150	13,79	13,27	13,80	13,620
	N180	15,08	15,10	15,15	15,110
На грядах	N0	9,23	9,26	9,11	9,200
	N120	10,96	11,24	11,10	11,100
	N150	14,75	14,31	15,28	14,780
	N180	16,10	16,18	16,14	16,140
Количество моноподиальных ветвей (шт./растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	8,65	8,47	8,71	8,610
	N120	9,78	9,99	9,93	9,900
	N150	13,11	13,25	12,76	13,040
	N180	14,47	14,38	14,54	14,463
Широкорядный	N0	9,76	9,64	9,88	9,760
	N120	11,44	11,53	11,35	11,440
	N150	15,83	15,62	15,77	15,740
	N180	17,12	17,16	17,20	17,160
На грядах	N0	10,16	10,32	10,19	10,223
	N120	12,29	12,50	12,35	12,380
	N150	17,11	16,84	16,98	16,977
	N180	18,40	18,51	18,32	18,410

Результаты наблюдений за динамикой образования симподиальных ветвей  
на растениях хлопчатника, 2023 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество симподиальных ветвей (шт./растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	10,97	11,22	11,14	11,110
	N120	14,38	14,27	14,40	14,350
	N150	18,62	18,84	18,55	18,670
	N180	20,76	20,81	21,19	20,920
Ширококорядный	N0	13,89	13,85	13,93	13,890
	N120	17,90	18,28	17,61	17,930
	N150	22,38	22,59	22,47	22,480
	N180	26,35	25,83	26,72	26,300
На грядах	N0	16,54	16,29	16,38	16,403
	N120	21,60	22,27	22,06	21,977
	N150	27,53	27,84	27,41	27,593
	N180	31,81	31,39	31,65	31,617
Количество симподиальных ветвей (шт./растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	12,43	12,80	12,52	12,583
	N120	16,14	16,63	16,37	16,380
	N150	22,51	22,25	22,89	22,550
	N180	25,49	26,84	26,18	26,170
Ширококорядный	N0	16,28	17,39	16,90	16,857
	N120	21,07	21,58	22,66	21,770
	N150	27,60	26,96	27,22	27,260
	N180	31,17	31,62	30,75	31,180
На грядах	N0	20,32	21,63	20,93	20,960
	N120	25,67	25,71	25,54	25,640
	N150	33,36	33,10	33,65	33,370
	N180	37,25	36,37	37,11	36,910

Результаты наблюдений за динамикой образования коробочек  
на растениях хлопчатника, 2023 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество коробочек (шт./растение) через 90 дней после посева					
Разбросной	N0	9,18	9,63	9,54	9,450
	N120	11,77	11,80	11,92	11,830
	N150	14,63	14,72	14,87	14,740
	N180	17,35	17,41	17,32	17,360
Ширококорядный	N0	11,44	11,56	11,78	11,593
	N120	14,12	13,57	14,19	13,960
	N150	18,96	19,18	19,10	19,080
	N180	22,21	22,42	22,63	22,420
На грядах	N0	14,23	14,20	14,35	14,260
	N120	17,87	18,00	18,16	18,010
	N150	23,67	23,54	23,74	23,650
	N180	27,37	27,65	27,51	27,510
Количество коробочек (шт./растение) через 120 дней после посева					
Разбросной	N0	17,40	17,52	17,46	17,460
	N120	21,80	21,90	22,09	21,930
	N150	27,30	26,81	27,22	27,110
	N180	30,37	30,50	30,54	30,470
Ширококорядный	N0	19,44	19,36	19,58	19,460
	N120	24,95	25,11	25,09	25,050
	N150	34,52	33,30	34,67	34,163
	N180	39,20	39,33	39,13	39,220
На грядах	N0	23,74	24,67	25,00	24,470
	N120	31,51	31,60	31,45	31,520
	N150	40,67	40,53	40,71	40,637
	N180	45,80	46,30	46,12	46,073

Количество открытых коробочек, семян в коробочке и масса 1000 семян  
хлопчатника, 2023 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Количество открытых коробочек (шт./растение) в период уборки урожая					
Разбросной	N0	19,37	20,15	19,79	19,770
	N120	23,53	23,34	23,81	23,560
	N150	27,64	28,47	27,98	28,030
	N180	31,11	30,89	31,30	31,100
Ширококорядный	N0	21,40	22,23	21,56	21,730
	N120	26,29	25,61	26,67	26,190
	N150	33,08	32,70	34,54	33,440
	N180	36,73	38,92	38,35	38,000
На грядах	N0	23,95	24,26	24,02	24,077
	N120	28,96	29,66	28,23	28,950
	N150	35,82	35,58	36,51	35,970
	N180	40,19	40,32	39,47	39,993
Количество семян в коробочке, шт.					
Разбросной	N0	31,43	31,91	31,70	31,680
	N120	33,35	33,63	33,28	33,420
	N150	36,50	37,18	36,82	36,833
	N180	38,78	38,36	39,53	38,890
Ширококорядный	N0	33,49	33,40	33,64	33,510
	N120	35,61	36,25	35,84	35,900
	N150	40,97	40,74	41,05	40,920
	N180	44,72	41,57	43,29	43,193
На грядах	N0	34,86	34,69	34,91	34,820
	N120	37,54	37,82	37,38	37,580
	N150	43,55	43,37	43,76	43,560
	N180	45,18	47,60	46,47	46,417
Масса 1000 семян, г					
Разбросной	N0	96,77	96,72	96,79	96,760
	N120	102,30	102,51	102,66	102,490
	N150	120,25	120,19	120,28	120,240
	N180	125,56	125,60	125,52	125,560
Ширококорядный	N0	106,47	107,20	107,33	107,000
	N120	115,55	115,45	115,47	115,490
	N150	126,43	126,33	126,50	126,420
	N180	132,69	132,64	132,80	132,710
На грядах	N0	113,75	113,82	113,89	113,820
	N120	122,44	122,56	122,38	122,460
	N150	135,31	134,40	136,52	135,410
	N180	143,70	145,80	144,75	144,750

Масса семян и волокна в коробочке хлопчатника, 2023 г.

Способ посева	Доза азота	Повторности			Среднее
		I	II	III	
Масса семян в коробочке, г					
Разбросной	N0	3,12	3,18	3,15	3,150
	N120	3,77	3,82	3,87	3,820
	N150	4,33	4,39	4,21	4,310
	N180	4,56	4,60	4,58	4,580
Широкорядный	N0	3,58	3,54	3,56	3,560
	N120	4,04	4,03	4,08	4,050
	N150	4,63	4,50	4,70	4,610
	N180	4,90	4,87	4,93	4,900
На грядах	N0	3,69	3,65	3,79	3,710
	N120	4,20	4,23	4,17	4,200
	N150	4,86	4,95	5,10	4,970
	N180	5,43	5,51	5,47	5,470
Масса волокна в коробочке, г					
Разбросной	N0	2,00	2,17	2,10	2,090
	N120	2,48	2,41	2,55	2,480
	N150	2,86	2,84	2,88	2,860
	N180	3,06	3,10	2,93	3,030
Широкорядный	N0	2,33	2,40	2,35	2,360
	N120	2,76	2,80	2,78	2,780
	N150	3,40	3,37	3,43	3,400
	N180	3,59	3,60	3,67	3,620
На грядах	N0	2,57	2,73	2,65	2,650
	N120	3,03	3,02	3,07	3,040
	N150	3,82	4,21	4,00	4,010
	N180	4,35	4,39	4,43	4,390