



ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИИ КАПЕЛЬНОГО ОРОШЕНИЯ ХЛОПЧАТНИКА НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ХОРЕЗМСКОЙ ОБЛАСТИ

Ж.К.Рахимов

Ургенчский государственный университет
имени Абу Райхана Беруни, Ургенч

Б.Ш.Матякубов

проф., Национальный исследовательский
университет «ТИИИМСХ», Ташкент

Ш.А.Усманов

д.т.н., НИИ ирригации и водных проблем, Ташкент

<https://doi.org/10.5281/zenodo.22251984>

Аннотация. В статье проанализировано влияние технологии капельного орошения на водно-физические свойства почвы (объемную массу и водопроницаемость) и урожайность хлопчатника в условиях лугово-аллювиальных, слабозасоленных среднесуглинистых почв Хорезмской области. Сопоставлены пять вариантов орошения и научно обоснованы преимущества капельного орошения по сравнению с традиционным поливом по бороздам в поддержании стабильности агрофизической среды почвы и повышении эффективности использования воды. Установлена прямая зависимость между технологией полива, нормой расхода воды и урожайностью хлопчатника, на основании которой разработаны рекомендации по оптимальному режиму орошения.

Ключевые слова: капельное орошение, технология орошения, среднесуглинистая почва, дефицит воды, водные ресурсы, поливная норма, сезонная оросительная норма, урожайность.

ВВЕДЕНИЕ

В условиях глобального изменения климата и роста потребности населения и отраслей экономики в воде дефицит водных ресурсов становится одной из наиболее актуальных проблем во всем мире. Узбекистан расположен в засушливой зоне, и сельское хозяйство здесь остается крупнейшим потребителем воды: на него приходится около 90% всех используемых в стране водных ресурсов. В связи с этим повышение эффективности использования водных ресурсов и внедрение водосберегающих технологий при выращивании сельскохозяйственных культур приобретают особую значимость.

В Хорезмской области, где дефицит воды из года в год усиливается, эффективное и рациональное использование водных ресурсов при





выращивании сельскохозяйственных культур имеет особое значение. В стране принят ряд решений и указов, направленных на улучшение мелиоративного состояния орошаемых земель и рациональное использование водных ресурсов. Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-144 от 1 марта 2022 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию внедрения водосберегающих технологий в сельском хозяйстве» определены приоритетные задачи по более эффективному использованию водных ресурсов при выращивании сельскохозяйственных культур, смягчению негативных последствий дефицита воды и широкому внедрению водосберегающих технологий. Постановлением Президента Республики Узбекистан № ПП-47 от 5 февраля 2026 года «О дополнительных мерах по повышению эффективности использования водных ресурсов» поставлены задачи дальнейшего повышения эффективности использования водных ресурсов, широкого внедрения водосберегающих технологий, усиления контроля за их целевым использованием, а также цифровизации учета воды [1, 2].

Для Хорезмской области принципиальное значение имеют рациональное использование водных ресурсов, улучшение мелиоративного состояния орошаемых площадей, снижение потерь воды в оросительных сетях и совершенствование технологий, направленных на сокращение объемов коллекторно-дренажного стока. Реализация этих мер является залогом получения высокого урожая.

Особое внимание уделяется целенаправленным научным исследованиям закономерностей формирования русел коллекторов и дренажей под влиянием изменчивости уровня грунтовых вод в результате орошения и промывки засоленных земель, а также влияния объемов фильтрации с орошаемых площадей и оросительных сетей на процессы в коллекторно-дренажных руслах. В этом направлении необходимо уделять особое внимание снижению формирования коллекторно-дренажных вод за счет внедрения водосберегающих технологий с учетом изменчивости расхода воды в руслах коллекторов и дренажей в условиях Хорезмской области и разработке научно обоснованных рекомендаций.

В почвенно-климатических условиях Хорезмской области проводились научно-исследовательские работы по снижению уровня грунтовых вод и внедрению технологии капельного орошения при выращивании сельскохозяйственных культур с учетом опыта отечественных и зарубежных ученых.





Исследования по применению водосберегающих технологий орошения за рубежом проводились U. Or, Y. White, Чжан Цзинь-Чжу, Цзяньлун Дай, Ф.Б. Рейндерсом, J. White, S. Blass, H. Kibbutz, М. Ромашенко, В. Сторчоус, В. Фидосеевым и другими учеными, которыми получены значимые научные результаты [3].

При выращивании хлопчатника основной объем воды расходуется в период вегетации: биологическая потребность хлопчатника в воде в зависимости от сорта в среднем составляет от 400–600 до 900 м³/га, а фактический расход в зависимости от условий роста и развития растений чаще всего находится в пределах 400–800 м³/га.

По данным Б.Ш. Матякубова, Д. Нурова и других исследователей, для обеспечения оптимальной влажности, необходимой для роста и развития хлопчатника, при предполивной влажности почвы 70–80–65% от НВ и капельном орошении на почвах легкого механического состава рекомендуется проводить 18 поливов по схеме 4–12–2 по фазам роста со средними поливными нормами 194–177–224 м³/га и сезонной оросительной нормой 3354 м³; на почвах среднего механического состава — 15 поливов по схеме 4–9–2 со средними поливными нормами 245–227–279 м³/га и сезонной оросительной нормой 3583 м³.

Эти данные подтверждаются работами Khamidov M., Koshekov R., Avlakulov M., Usmanov Sh., Ergashev R. и других авторов [4, 5, 6].

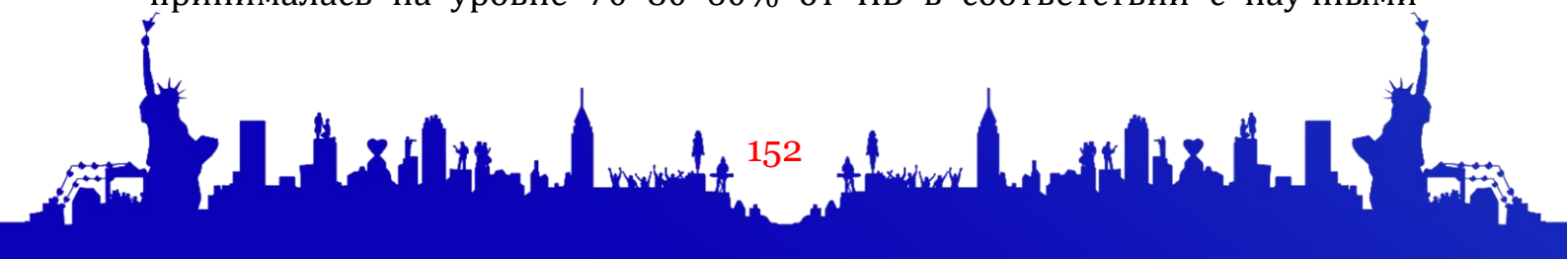
Вопросам совершенствования технологий капельного орошения в республике посвящены исследования М.Г. Хорста, Ю.Г. Шейкина, С.Н. Рыжова, Р.К. Икрамова, М.Х. Хамидова, Г.А. Безбородова, И.Э. Махмудова, А. Уразкелдиева, Ш.Х. Рахимова, А.С. Шамсиева и других ученых.

МЕТОДИКА

Исследования проводились с использованием методов системного анализа и математической статистики, а также посредством полевых опытов и фенологических наблюдений на основе методики «Методы проведения полевых опытов» ПСУАИТИ (УзПИТИ, 2007) и методик, принятых в ИСМИТТИ для определения элементов техники полива [8, 9].

СИСТЕМА И УСЛОВИЯ ПРОВЕДЕНИЯ ОПЫТА

Научно-исследовательские работы проводились в условиях лугово-аллювиальных, слабозасоленных среднесуглинистых почв Хорезмской области по приведенной ниже схеме. Предполивная влажность почвы принималась на уровне 70–80–60% от НВ в соответствии с научными





рекомендациями по технологии капельного орошения для Хорезмской области:

Таблица 1. Схема полевого опыта

Вариант	Способ полива / схема размещения капельных трубок	Расстояние между капельными трубками	Расход воды капельницы, л/ч	Расстояние между капельницами, см
1 (контроль)	Полив по бороздам	—	—	—
2	Капельное орошение — на каждой борозде (0,6 м)	0,6 м	1,6	30
3	Капельное орошение — через борозду (1,2 м)	1,2 м	1,6	30
4	Капельное орошение — на каждой борозде (0,6 м)	0,6 м	1,8	30
5	Капельное орошение — через борозду (1,2 м)	1,2 м	1,8	30

При расчете поливной нормы расчетные слои почвы по периодам вегетации принимались 50–70–50 см [10].

Полевые опыты проводились в Янгибазарском районе на территории ООО «Yangibozor textile agro cluster» по пяти вариантам в трехкратной повторности. Длина борозды $L_b = 100$ м, расстояние между бороздами $a = 0,6$ м.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Основной целью полевых исследований являлась оценка влияния технологий капельного орошения на урожайность хлопчатника через анализ изменений водно-физических свойств почвы в начале и конце





вегетационного периода, а также повышение водоотдачи за счет более полного удовлетворения потребности хлопчатника в воде.

При орошении хлопчатника на среднесуглинистой почве особое внимание уделялось размещению капельных трубок, расстоянию между капельницами и расходу воды капельниц. На опытном поле изучалось влияние технологий выращивания хлопчатника на водно-физические свойства среднесуглинистой почвы (рис. 1–3).

Объемная масса почвы в начале вегетационного периода была высокой во всех вариантах (рис. 1). Результаты показали, что в течение вегетации во всех вариантах происходило уплотнение почвы (увеличение объемной массы), однако степень изменений различалась в зависимости от способа орошения.

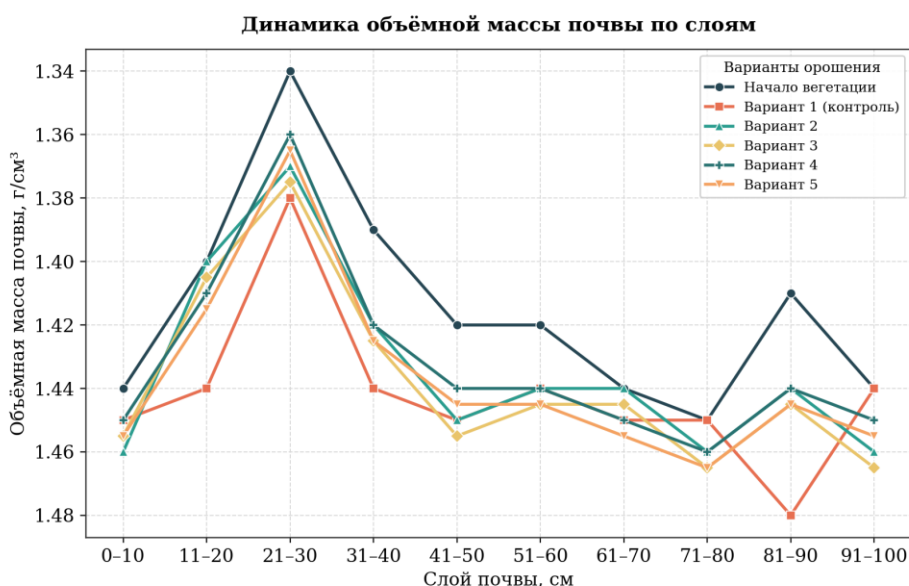


Рис. 1. Динамика объёмной массы почвы по слоям.

На участке с поливом по бороздам (вариант 1) к концу вегетации объемная масса почвы в пахотном слое 0–30 см увеличилась до $1,43 \text{ г/см}^3$, что на $0,04 \text{ г/см}^3$ выше показателя $1,39 \text{ г/см}^3$, зафиксированного в начале вегетации. Это объясняется разрушением структуры почвы, высоким расходом воды и усилением уплотнения под воздействием механических обработок.

В вариантах 2–5 с капельным орошением уплотнение было относительно меньшим и к концу вегетации составило $0,02\text{--}0,03 \text{ г/см}^3$. В оптимальном варианте 4 объемная масса в слое 0–30 см к концу вегетации составила $1,41 \text{ г/см}^3$, что свидетельствует о меньшем уплотнении почвы по сравнению с традиционным способом орошения. Это связано с равномерным и мягким поступлением воды в почву при капельном



орошении, ограниченным механическим воздействием на почву и сохранением стабильности агрофизической среды.

Анализ объемной массы в слое почвы до 1 м показывает, что уплотнение наблюдалось во всех вариантах, однако на участках с капельным орошением его общий уровень был значительно ниже по сравнению с традиционным способом: в варианте 1 объемная масса в слое 0–100 см составила $1,45 \text{ г/см}^3$, а в варианте 5 — $1,43 \text{ г/см}^3$.

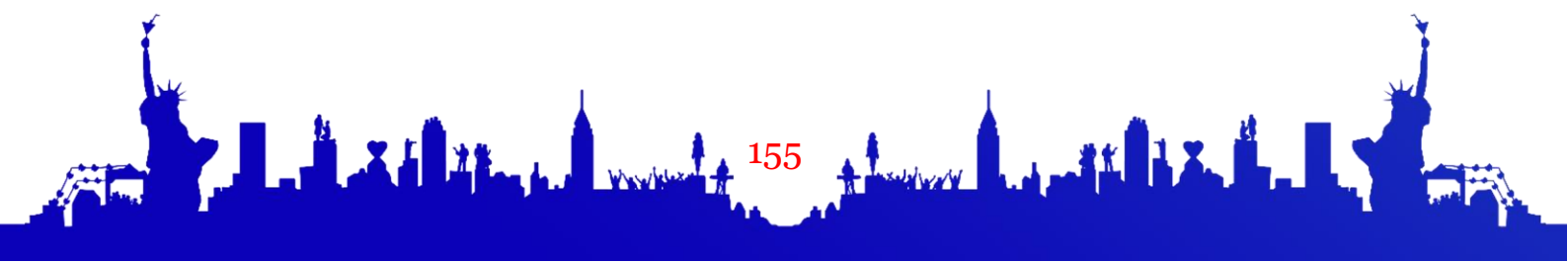
Таким образом, способ орошения является одним из основных факторов, влияющих на объемную массу почвы; при этом в нижних слоях уплотнение было относительно небольшим, а равновесное состояние почвы изменялось в зависимости от технологии орошения.

В ходе полевых исследований инфильтрация воды в почву фиксировалась на протяжении 6 часов как в начале, так и в конце вегетационного периода; на основе этих данных были определены показатели водопроницаемости. К концу вегетации водопроницаемость почвы во всех вариантах снизилась по сравнению с начальным периодом (рис. 2).

Полученные экспериментальные данные были проанализированы по шкале оценки водопроницаемости почвы, согласно которой зарегистрированная в исследованиях водопроницаемость оценивается как «удовлетворительная».

В начале вегетации водопроницаемость почвы составляла около $575 \text{ м}^3/\text{га}$ за 1 час, $203 \text{ м}^3/\text{га}$ за 2 часа, $144 \text{ м}^3/\text{га}$ за 3 часа, $125 \text{ м}^3/\text{га}$ за 4 часа и $122 \text{ м}^3/\text{га}$ за 5 и 6 часов инфильтрации.

В конце вегетации в варианте 1 она составила: за 1 час — $455 \text{ м}^3/\text{га}$, за 2 часа — $171 \text{ м}^3/\text{га}$, за 3 часа — $131 \text{ м}^3/\text{га}$, за 4 часа — $124 \text{ м}^3/\text{га}$, за 5 часов — $109 \text{ м}^3/\text{га}$ и за 6 часов — $107 \text{ м}^3/\text{га}$. В оптимальном варианте 4 эти показатели составили соответственно 448, 189, 147, 128, 114 и $112 \text{ м}^3/\text{га}$ (рис. 2).



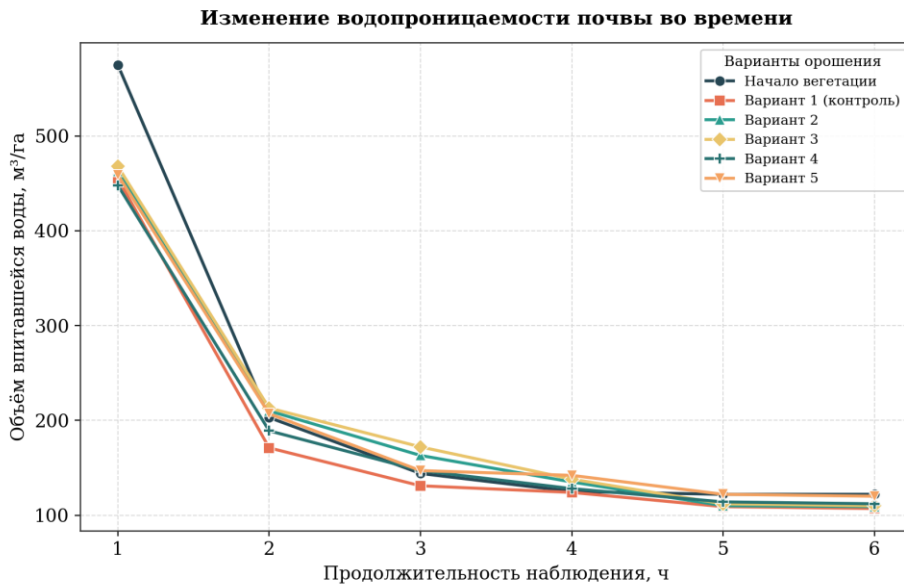


Рис. 2. Изменение водопроницаемости почвы во времени.

Динамика водопроницаемости почвы по годам исследований представлена на рис. 3. В 2021 году в начале вегетации водопроницаемость почвы по всем вариантам составила 0,358 мм/мин; в конце вегетации — 0,305 мм/мин (вариант 1), 0,317 мм/мин (вариант 2), 0,317 мм/мин (вариант 3), 0,316 мм/мин (вариант 4) и 0,316 мм/мин (вариант 5).

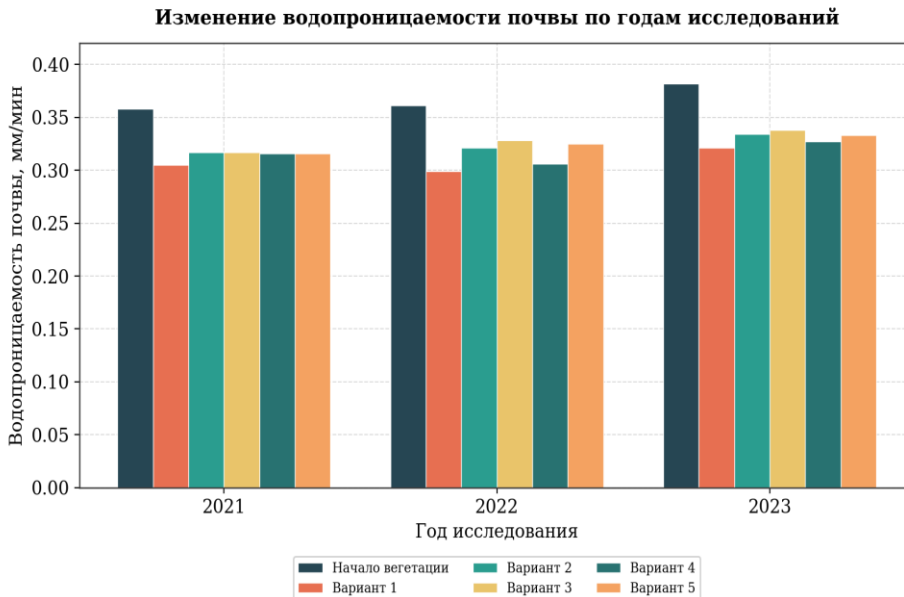
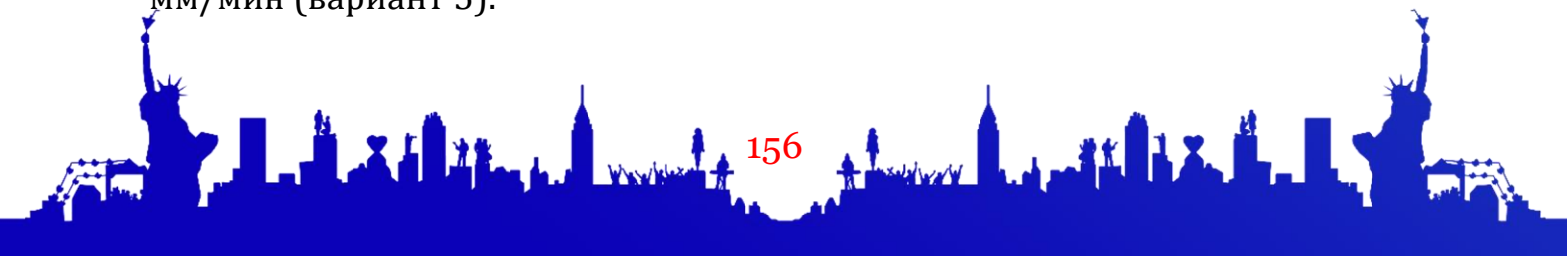


Рис. 3. Изменение водопроницаемости почвы по годам исследований.

В 2022 году в начале вегетации водопроницаемость составила 0,361 мм/мин, а в конце вегетации — 0,299 мм/мин (вариант 1), 0,321 мм/мин (вариант 2), 0,328 мм/мин (вариант 3), 0,306 мм/мин (вариант 4) и 0,325 мм/мин (вариант 5).





В 2023 году в начале вегетации водопроницаемость почвы составила 0,382 мм/мин, а в конце вегетации — 0,321 мм/мин (вариант 1), 0,334 мм/мин (вариант 2), 0,338 мм/мин (вариант 3), 0,327 мм/мин (вариант 4) и 0,333 мм/мин (вариант 5).

Во все годы исследований к концу вегетационного периода во всех вариантах наблюдалось снижение водопроницаемости почвы, что можно считать результатом воздействия оросительных мероприятий.

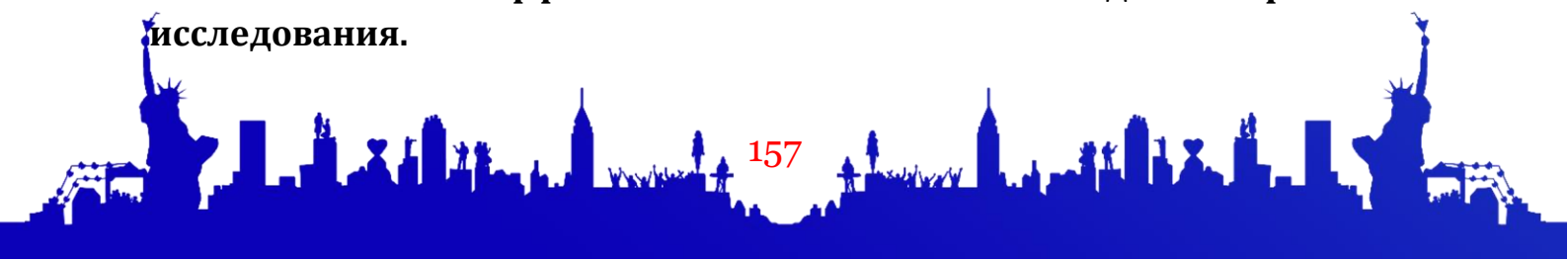
По результатам полевых исследований технологий орошения хлопчатника была определена динамика эффективности использования воды по вариантам (рис. 4). В варианте 1 расход воды на получение 1 центнера хлопка был наиболее высоким (278 м³/ц), при этом урожайность на 1 м³ использованной воды также оказалась наиболее высокой (143 кг); несмотря на повышенный расход ресурсов, данный вариант может быть оценен как наиболее эффективный с точки зрения урожайности.

Оптимальный вариант 4 характеризовался наименьшим расходом воды (161 м³/ц), однако урожайность на 1 м³ использованной воды в этом варианте была наименьшей — 70 кг. Варианты 2 и 3 были близки по расходу воды (180–188 м³/ц), а показатель урожайности в обоих вариантах стабилизировался на уровне около 79 кг.

Таким образом, для достижения баланса между экономией воды и урожайностью хлопчатника целесообразно сочетать экономичность варианта 4 с высокой урожайностью варианта 1.



Рис. 4. Изменение эффективности использования воды по вариантам исследования.





Технология орошения — режим капельного полива, количество, сроки и нормы поливов — оказала существенное влияние на рост, развитие и урожайность хлопчатника. При капельном орошении рост и развитие растений протекали нормально, обеспечивались получение обильного и качественного урожая, а также более раннее созревание.

Анализ урожайности хлопчатника показал, что в варианте 1 (традиционный способ) она составила 3,15 т/га; в варианте 2 (капельное орошение, расход капельницы 1,6 л/ч) — 3,78 т/га; в варианте 3 (шланги через борозду, расход капельницы 1,6 л/ч) — 3,57 т/га. В вариантах 4 и 5 (расход капельницы 1,8 л/ч) урожайность составила соответственно 4,16 и 3,71 т/га, что на 0,42–1,01 т/га выше по сравнению с вариантом 1. Сезонный расход воды на единицу продукции по вариантам составил 0,69–1,44 т/1000 м³ (рис. 5).

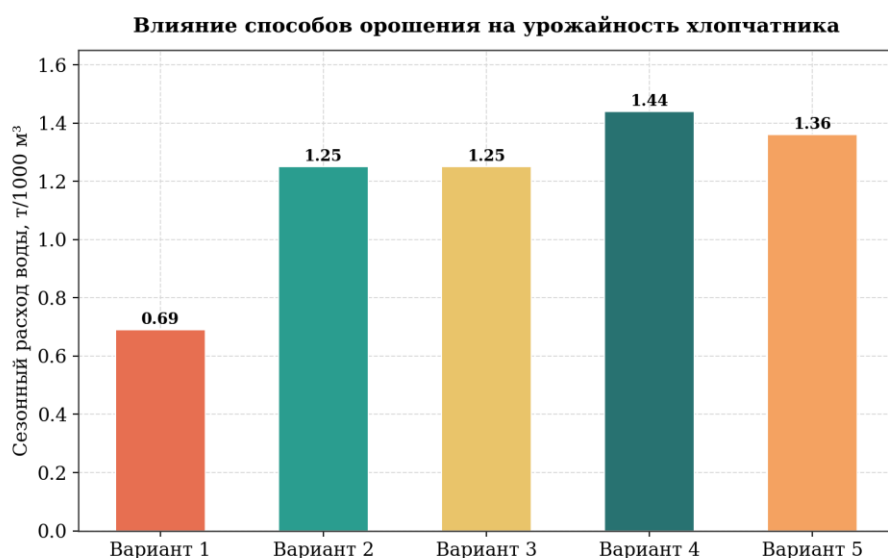


Рис. 5. Влияние способов орошения на урожайность хлопчатника.

ВЫВОДЫ

1. Технология капельного орошения хлопчатника обеспечивает значительно более стабильное агрофизическое состояние почвы (по показателю уплотнения) по сравнению с традиционным поливом по бороздам.

2. Вариант 4 капельного орошения (расход капельницы 1,8 л/ч) продемонстрировал существенное преимущество по урожайности (4,16 т/га) и показателям эффективности использования воды по сравнению с традиционным способом.

3. Внедрение технологии капельного орошения в условиях Хорезмской области является одним из основных условий смягчения дефицита водных ресурсов и получения высокого и качественного урожая хлопчатника.



Список использованной литературы:

1. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-144 от 1 марта 2022 года «О мерах по дальнейшему совершенствованию внедрения водосберегающих технологий в сельском хозяйстве».
2. Постановление Президента Республики Узбекистан № ПП-47 от 5 февраля 2026 года «О дополнительных мерах по повышению эффективности использования водных ресурсов».
3. Matyakubov, B., Nurov, D., Teshaeu, U., Kobulov, K. Drip irrigation advantages for the cotton field in conditions of salty earth in Bukhara province region // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2023, 1138(1), 012016.
4. Matyakubov, B., Nurov, D., Radjabova, M., Fozilov, S. Application of Drip Irrigation Technology for Growing Cotton in Bukhara Region // AIP Conference Proceedings 2432, 040014 (2022); <https://doi.org/10.1063/5.0099186>
5. Khamidov, M., Matyakubov, B., Gadaev, N., Isabaev, K., Urazbaev, I. Development of scientific-based irrigation systems on hydromodule districts of ghoza in irrigated areas of Bukhara region based on computer technologies // E3S Web of Conferences, 365, 01009, CONMECHYDRO 2022, Tashkent, DOI 10.1051/e3sconf/202336501009.
6. Khamidov, M., Inamov, A., Islomov, U., Mamatkulov, Z. Application of advanced computer technologies in determination of irrigation regimes for cotton in water scarcity areas // E3S Web of Conferences, 2023, 365, 01008.
7. Хорст М.Г., Икрамов Р.К. Основные принципы районирования орошаемых земель Узбекистана по применимости капельного орошения // Сборник научных трудов по капельному орошению САНИИРИ, Ташкент, 1995.
8. Нурматов Ш.Н., Мирзахонов Қ.М., Авлякулов А.Э., Безбородов Г.А., Ахмедов Ж.А., Тешаев Ш.Ж., Ниёзалиев Б.И., Холиқов Б.М. и др. Методы проведения полевых опытов // Ташкент, УзПИТИ, 2007. 147 с.
9. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта // Москва, Агропромиздат, 1985. 351 с.
10. Матякубов Б.Ш. Научно-практические основы эффективного использования водных ресурсов в орошаемом земледелии (на примере Хорезмского оазиса) // автореф. дис. докт. с.-х. наук (DSc), Ташкент, 2019. 62 с.
11. Отчет управления сельского хозяйства и отделов ирригации Янгиарыкского района Хорезмской области, 2021–2023 гг.
12. Isaev, S., Khasanov, S., Ashirov, Y., Gafurov, A., Karabaeva, T. Effects of water saving technology application on growth, development, and yield of cotton in Uzbekistan // E3S Web of Conferences, 2021, 244, 02047.

