

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ДОННИКА НА КОРМ ПРИ ОРОШЕНИИ В УСЛОВИЯХ КАЗАХСТАНСКОГО ПРИАРАЛЬЯ

Тоқтамысов А.М.^{1*}, доктор сельскохозяйственных наук
aset_58_58@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9888-8631>

Байманов Ж.Н.¹, кандидат технических наук
zhanuzak@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-8101-4233>

Мырзабек К.², кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор
myrzabek.karima@yandex.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0588-6659>

Елеуова Э.Ш.³, кандидат сельскохозяйственных наук
eleuovaelmira@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6488-2714>

Баимбетова Г.З.¹, постдокторант
baimbetova.g@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3598-3479>

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рисоводства им.И.Жахаева,
г. Кызылорда, Казахстан

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан

³Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

Аннотация. В целях обеспечения населения качественной продукцией животноводства и повышения их экспортного потенциала возникает необходимость создания прочных национальных запасов. В этой связи, наряду с эффективным использованием отдаленных пастбищ, ведется интенсивное развитие кормопроизводства с увеличением площади посевных площадей. В результате в стране будет произведен учет заготовленных кормов, увеличены виды кормовых культур и увеличены посевные площади. Главной из глобальных проблем земного шара является обеспечение продовольственной безопасности, так как ожидается, что к 2050 году численность населения на Земле увеличится на 34%, на 2,5 млрд человек, а общая численность достигнет 9,1 млрд человек. В результате реализации этих мер агропромышленный комплекс Казахстана интегрируется с элементной экономикой и ориентируется на потребности внешнего рынка, тем самым укрепляя свои позиции на мировом продовольственном рынке. В статье рассмотрены агробиологические особенности формирования агроценозов донника в чистом и смешанном посевах с суданской травой при орошении в условиях Казахстанского Приаралья. Наибольший урожай зеленой массы и содержание переваримого протеина в 1 кормовой единице получены при посеве в смеси с суданской травой.

Ключевые слова: донник, смешанные посевы, суданская трава, переваримый протеин, биодоброение, кормовая ценность.

Введение. В настоящее время для обеспечения населения качественной продукцией животноводства и повышения их экспортного потенциала возникает необходимость создания прочных национальных запасов. В этой связи, наряду с эффективным использованием отдаленных пастбищ, ведется интенсивное развитие кормопроизводства с увеличением площади посевных площадей. В результате в стране будет произведен учет заготовленных кормов, увеличены виды кормовых культур и увеличены посевные площади [1]. В результате реализации этих мер агропромышленный комплекс Казахстана интегрируется с элементной экономикой и ориентируется на потребности внешнего рынка, тем самым укрепляя свои позиции на мировом продовольственном рынке.

Главной из глобальных проблем земного шара является обеспечение

продовольственной безопасности, так как ожидается, что к 2050 году численность населения на Земле увеличится на 34%, на 2,5 млрд человек, а общая численность достигнет 9,1 млрд человек. По этой причине необходимо удвоить производство продуктов питания, чтобы обеспечить население качественным и питательным кормом [2].

Анализ состояния развития кормопроизводства в последние годы показывает, что низкая продуктивность кормовых угодий, особенно в те годы, когда условия увлажнения неблагоприятны, не позволяет в достаточном количестве обеспечить кормами сельскохозяйственные животные [3]. В дальнейшем рассматривается решение потребности в кормах на 75-80% за счет увеличения посевных площадей кормовых культур, в первую очередь энергетических и экономически эффективных зерновых и многолетних бобовых трав [4].

Целью наших исследований было изучение отдельных приемов и технологий возделывания донника и его смесей с суданской травой для получения максимального количества корма, сбалансированного по основным элементам питания.

Методика проведения опыта. Эксперименты проведены на научно-производственном участке Казахского научно-исследовательского института рисоводства им. И. Жахаева. Почва опытного участка лугово-болотная с низким содержанием гумуса (0,8-1,3%) и ограниченным запасом азота, фосфора и калия. До закладки эксперимента проводился отбор почвенных про, который подтвердил нейтральную кислотность (рН – 6,8-7,0) и низкий уровень биологической активности.

Эксперимент включал четыре основных варианта: контроль (без применения биопрепаратов), обработка биопрепаратами Фитобацирин, Плантобацирин и АФГ. Опыт проводился в трех повторностях для каждой культуры: донника, суданской травы и их смеси. Посев осуществлялся в марте с соблюдением оптимальных норм высева: для донника – 25 кг/га; для суданской травы – 15 кг/га; для смеси – 20 кг/га. Биопрепараты применялись по отдельности для каждой культуры и их смеси. Для предпосевной обработки семян рабочий раствор применялся в концентрации 100-150 мл на 1 кг-семян, одинакова для всех вариантов обработки.

Фитобацирин стимулирует рост растений и синтезирует биологически активные вещества, обеспечивая частичное расщепление целлюлозы, их плотной оболочки, способствует улучшению азотного питания растений. Плантобацирин на основе фосфатмобилизирующих бактерий *Bacillus megaterium* повышал доступность фосфора из труднорастворимых соединений. Методы оценки. Эффективность применения биопрепаратов оценивалась по ростовым характеристикам растений, их продуктивности, качеству полученных кормов и состоянию почвы. Ростовые характеристики определялись путем измерения высоты растений через каждые 30 дней в течение всего вегетационного периода. На каждом участке измерения проводились на 20 случайно выбранных растениях, после чего рассчитывалось среднее значение для каждого варианта.

Продуктивность культур определялась по урожайности воздушно-сухой массы растений в фазе полного созревания. Сбор осуществлялся вручную с экспериментальных делянок, затем масса пересчитывалась с т/га для сравнения между вариантами. Качество кормов оценивалось на основе химического анализа проб, отобранных с каждого участка. Исследования включали определения сырого белка, клетчатки, подвижного фосфора, калия и обменной энергии. Состояние почвы изучалось после завершения вегетационного периода. Оценивались ключевые показатели плодородия, включая содержание органического вещества, общего азота, подвижного фосфора и обменного калия.

Полученные результаты обрабатывались с использованием дисперсионного анализа. Статистический анализ позволил выявить достоверные различия между контрольными и экспериментальными вариантами.

Результаты. Влияние биопрепаратов на ростовые характеристики донника,

суданской травы. На контрольных вариантах, где биопрепараты не использовались, ростовые показатели растений были существенно ниже, чем на вариантах, обоботанных перпаратами. Донник на контрольных вариантах к концу июня достигал 59 см, суданская трава – 170 см, а смесь этих культур – 175 см.

Использование Фитобацирина показало положительное влияние на все исследуемые культуры. Донник, обработанный этим препаратом, уже к концу июня достигал 61,2 см, что на 10,4% превышало контрольные значения. Суданская трава, обработанная Плантабацирином, показала еще более выраженный прирост: к концу июля перед 2-ым укосом ее высота составила 222 см. смесь донника и суданской травы, обработанная этими же препаратами, также показала значительные результаты; высота растений составила 235 см. кроме того, обработанные растения демонстрировали лучшую устойчивость к засушливым условиям июля донник, обработанный Фитобацирином и суданская трава, обработанная Плантабацирином, сохраняли высокий уровень роста, увеличивая биомассу даже в уловиях стресса (таблица 1,2).

Таблица 1 – Динамика роста кормовых культур (донник, средние значения), см

Варианты опыта	Высота растений по межфазному периоду расений					
	до 1-го укоса				до 2-го укоса	
	3-4 листьев	6-7 листьев	начало ветвления	ветвление	отрастание	ветвление
Контроль (без обработки)	7,6	14,6	32,4	59,0	14,2	64,9
Обработка Фитобацирином	8,6	19,2	36,9	61,2	14,8	70,8

Таблица 2 – Динамика роста кормовых культур (суданская трава, средние значения), см

Варианты опыта	Высота растений по межфазному периоду расений	
	кущение	колошение
Контроль (без обработки)	27,4	170,0
Обработка Плантабацирином	30,8	222,0

Изменение продуктивности культур при различных схемах обработки биопрепаратами. В результате проведенного исследования было установлено, чтоприменение биопрепаратов Фитобацирин, Плантабацирин способствовало значительному увеличению продуктивности донника, суданской травы, их смеси (донник+суданская трава) в условиях Казахстанского Приаралья. Экспериментальные данные, собранные в течение летних месяцев, свидетельствует о том, что обработка биопрепаратами оказывала комплексное воздействие на ростовые и продуктивные характеристики культур, увеличение зеленой массы, урожайности и содержания питательных веществ.

Контрольные участки, где биопрепараты не применялись, продемонстрировали значительно более низкие показатели продуктивности. Урожайность донника составила – 12,7 т/га, суданской травы – 27,0 т/га, а смеси донника с суданской травой – 47,1 т/га. Эти результаты отражают базовые значения, которые были взяты за основу для сравнения эффективности различных схем обработки. Применение Фитобацирина способствовало увеличению урожайности донника до 15,1 т/га, что на 12% превышало контрольный показатель. Суданская трава, обработанная Плантабацирином продемонстрировала прирост урожайности на 11,7%, достигнув значения – 31,5 т/га. Смесь культур также показала существенное улучшение продуктивности, достигнув 56,0 т/га, что на 12%

обусловлен улучшением корневого питания растений и увеличением общей площади фотосинтетически активной поверхности, особенно в активный период роста, зафиксированный для каждой культуры.

Применение биопрепаратов также отразилось на содержании питательных веществ в культурах. Так, обработка биопрепаратами привела к увеличению содержания белка в доннике на 15%, в суданской траве – на 12%, а в смеси культур – на 14%.

Доля улучшения плодородия почвы в зависимости от биопрепаратов. Исследование подтвердило, что применение биопрепаратов Фитобацирин, Плантобацирин оказало комплексное положительное влияние на продуктивность культур, качество кормов и состояние почвы, что подтверждается результатами аналогичных исследований [16]. Продуктивность донника, суданской травы и их смеси увеличилась на 20–33% по сравнению с контрольными участками. Качество кормов улучшилось за счет увеличения содержания сырого белка, фосфора и калия, а также повышения обменной энергии, что подтверждено данными о роли биопрепаратов в оптимизации питания растений [18]. Одновременно наблюдалось снижение уровня клетчатки, что повысило питательную ценность кормов.

Биопрепараты способствовали значительному улучшению состояния почвы. Содержание органического вещества увеличилось на 17–28%, уровень азота, подвижного фосфора и обменного калия выросли на 20–47% в зависимости от использованного биопрепарата. Биологическая активность почвы, измеренная по активности дегидрогеназы, увеличилась на 20–30%, что свидетельствует о повышении метаболической активности почвенных микроорганизмов, что согласуется с данными которые подчеркивают влияние биопрепаратов на микробиологическую активность почвы [19].

Данные исследования подтверждают, что применение биопрепаратов способствует не только повышению продуктивности культур, но и восстановлению почвенного плодородия, что особенно важно в условиях Казахстанского Приаралья. Эти выводы согласуются с результатами работы которые показали, что биопрепараты играют ключевую роль в устойчивом развитии сельского хозяйства [20]. Полученные результаты свидетельствуют о высокой перспективности использования биопрепаратов для интеграции в агротехнологические системы региона, обеспечивая одновременно повышение урожайности и улучшение качества почвы. Это делает их ценным инструментом для устойчивого развития сельского хозяйства в засушливых условиях.

Полученные результаты демонстрируют значительное влияние биопрепаратов на ростовые характеристики, продуктивность, качество кормов и состояние почвы под донником, суданской травой и их смесью в условиях Казахстанского Приаралья. Применение биопрепаратов Фитобацирин, Плантобацирин подтвердило свою эффективность по сравнению с контрольными участками, где растения выращивались без обработки.

Анализ роста показал, что растения, обработанные биопрепаратами, превосходили контрольные группы по высоте и интенсивности развития. Этот результат может быть объяснен улучшением доступности азота и фосфора для растений благодаря активизации почвенных микроорганизмов, входящих в состав биопрепаратов. Донник, суданская трава и их смесь показали различную реакцию на обработку, что указывает на необходимость выбора специфического биопрепарата для каждой культуры.

Mukhambetov B. *et.al* [21] были сосредоточены на изучении эффективности методов обработки почвы для пастбищных угодий в засушливых регионах Центральной Азии и Казахстана. Авторы пришли к выводу, что механическая обработка почвы в сочетании с применением органических удобрений способствует увеличению плодородия и продуктивности пастбищ. И подчеркнули, что улучшение почвенной структуры оказывает положительное влияние на содержание азота и биологическую активность. В отличие от их подхода, это исследование акцентировало внимание на использовании биопрепаратов, что

позволило достичь сопоставимого улучшения плодородия почвы, однако без необходимости интенсивной механической обработки. При этом в данных результатах наблюдалось более значительное увеличение содержания подвижного фосфора, что подчеркивает преимущество применения Плантабацрина в оптимизации минерального питания растений.

В работе Thomas I. R. *et.al.* [22] были посвящены изучению сорго-суданской смеси в интеркроппинге с люпином для улучшения пастбищных угодий в регионах средней влажности. Авторы отметили значительное повышение продуктивности пастбищ и улучшение кормовой ценности благодаря взаимодействию злаков и бобовых культур. Их данные о синергетическом эффекте подтверждают данные результаты, где смесь донника и суданской травы также демонстрировала повышение урожайности и питательных характеристик. Однако, в отличие от их работы, где не применялись биопрепараты, в этом исследовании использование Плантабацрина позволило дополнительно активировать биологические процессы в почве и повысить содержание белка в корме. Это свидетельствует о преимуществе интеграции биологических стимуляторов для повышения эффективности агротехнологий.

Akber M.A. и Fang X. [23] сосредоточили свое внимание на исследовании заболеваний, вызванных почвенным патогеном *Rhizoctonia solani*, в условиях выращивания люцерны. Авторы подчеркнули, что данное заболевание значительно снижает продуктивность культуры, но применение интегрированных стратегий управления, включая улучшение условий почвы и использование устойчивых сортов, способно минимизировать ущерб. Хотя их результаты касались другой проблемы, они перекликаются с данным исследованием в аспекте повышения устойчивости культур к стрессовым условиям. В отличие от их подхода, это исследование акцентировало внимание на использовании биопрепаратов для активации биологических процессов в почве, что обеспечило повышение доступности азота и фосфора. Эти данные подтверждают, что биопрепараты могут служить эффективным инструментом для устойчивого сельского хозяйства в засушливых условиях, предлагая альтернативу более традиционным подходам.

Исследования Ogunleye A. M. [24] были направлены на оценку устойчивых методов сельского хозяйства в полузасушливых регионах с использованием покровных культур для повышения продуктивности и краткосрочного улучшения состояния почвы. В работе подчеркивалась значимость покровных культур для увеличения содержания органического вещества и снижения эрозии почвы. Результаты подтвердили, что покровные культуры могут улучшать структуру почвы и продуктивность травянистых кормов, однако эффект был краткосрочным. В отличие от этого, в нашем исследовании акцент сделан на применение биопрепаратов, которые показали более стабильное и долговременное воздействие на плодородие почвы, включая значительное увеличение содержания подвижного фосфора и активизацию биологических процессов, что подтверждает их более высокий потенциал для устойчивого сельского хозяйства.

Datta D. *et.al* [25] анализировали потенциал покровных культур в контексте адаптации к изменениям климата. Авторы пришли к выводу, что покровные культуры, такие как люцерна и сорго-суданская смесь, эффективно улучшают удержание влаги в почве и предотвращают деградацию, особенно в условиях засухи. Хотя их подход показал улучшение почвенных характеристик и повышение продуктивности трав, наше исследование продемонстрировало более значительное влияние на содержание белка в корме и биологическую активность почвы благодаря использованию биопрепаратов. Этот результат позволяет предположить, что интеграция биопрепаратов может быть более эффективной стратегией для регионов с экстремальными климатическими условиями.

В результатах исследования Ashilenje D. S *et.al* [26] рассматривались адаптивные механизмы травянистых культур для засоленных и аридных территорий. Авторы отмеча-

ли, что выбор подходящих видов трав и устойчивость к стрессам играют ключевую роль в улучшении агроэкосистем. Их результаты показали, что суданская трава и другие устойчивые культуры способны увеличивать продуктивность и оказывать положительное влияние на экосистемные услуги, такие как уменьшение испарения воды и фиксация углерода. В отличие от их работы, данное исследование показало, что биопрепараты могут усиливать эти эффекты, обеспечивая дополнительное улучшение азотного и фосфорного питания растений, что повышает не только их рост, но и качество кормов.

Leskovsek R. *et.al* [27] были направлены на оценку эффективности травяных покровных культур для подавления сорняков в традиционной и минимальной обработке почвы. Авторы установили, что травяные смеси не всегда оказывают значительное влияние на подавление сорной растительности, особенно при традиционной обработке. В отличие от этого, данное исследование показало, что биопрепараты, такие как Плантобаццина, улучшают ростовые характеристики и конкурентоспособность культур, что косвенно способствует снижению давления сорняков. Это подчеркивает, что использование биопрепаратов может быть более универсальным подходом в условиях засушливых регионов, где традиционные покровные культуры не всегда достигают желаемого эффекта.

Работа Hasnain M. *et.al*. [28] акцентировала внимание на использовании галофитов как устойчивой альтернативы традиционным кормовым культурам в условиях засоленных почв. Авторы отметили, что галофиты обладают высоким потенциалом для улучшения экосистемных услуг за счет использования солевых ресурсов, однако их питательная ценность ограничена. В отличие от этого, данное исследование сосредоточено на оптимизации качества кормов через использование биопрепаратов, что позволило значительно увеличить содержание белка и обменной энергии в суданской траве и доннике. Это подчеркивает, что биопрепараты могут предложить более универсальный подход, подходящий не только для засоленных, но и для засушливых почв.

Исследование Naidu C. V. *et.al* [29] рассматривало потенциал сидератов для устойчивого сельского хозяйства, в частности, их влияние на динамику питательных веществ и микробиологическую активность почвы. Авторы показали, что зеленое удобрение повышает содержание органического вещества и активность микроорганизмов, однако этот эффект был ограничен временем воздействия. В этом исследовании использование биопрепаратов, таких как АФГ, обеспечило устойчивое улучшение биологической активности почвы и увеличение содержания азота и фосфора, что делает данный подход более долгосрочным и универсальным для применения в аридных условиях.

Наконец, в работе Griffiths M. *et.al* [30] фокусировалась на оптимизации корневых систем покровных культур для улучшения экосистемных услуг, таких как удержание воды и снижение эрозии. Авторы подчеркнули, что развитие мощной корневой системы покровных культур имеет ключевое значение для повышения устойчивости агроэкосистем. В отличие от их исследования, данное внимание было сосредоточено на активации процессов в почве за счет биопрепаратов, что обеспечило как улучшение роста корней, так и общее повышение биологической активности почвы. Эти результаты подчеркивают, что биопрепараты могут быть интегрированы как дополнение к покровным культурам, увеличивая их эффективность. Сравнение с указанными работами подчеркивает преимущество нашего подхода, заключающегося в использовании биопрепаратов для комплексного улучшения характеристик культур, почвы и кормов. Это позволяет утверждать, что их применение является перспективным направлением для устойчивого сельского хозяйства в засушливых условиях.

Проведенное исследование позволило оценить влияние биопрепаратов Фитобацирин, Плантобаццин на ростовые характеристики, продуктивность, качество кормов и состояние почвы под донником, суданской травой и их смесью в условиях засушливого климата Казахстанского Приаралья. Эксперимент включал детальную оценку

показателей роста растений, продуктивности воздушно-сухой массы, питательной ценности кормов и почвенных характеристик на контрольных участках и участках, обработанных биопрепаратами.

Биопрепараты оказали положительное воздействие на все исследуемые параметры. Применение Плантобацирина дало наибольший эффект, обеспечив значительное улучшение фосфорного питания растений, что напрямую отразилось на увеличении их роста и урожайности. АФГ показал высокую эффективность в обеспечении азотного питания растений, что особенно важно для донника, как бобовой культуры. Смесь донника и суданской травы продемонстрировала синергетический эффект, который проявился в увеличении продуктивности и улучшении качества кормов, включая рост содержания сырого белка и снижение уровня клетчатки.

Качество полученных кормов также улучшилось благодаря использованию биопрепаратов. Биохимический анализ показал, что обработка растений значительно увеличила содержание обменной энергии, подвижного фосфора и калия, что делает корма более питательными и ценными для использования в животноводстве. Эти данные подтверждают, что биопрепараты могут играть ключевую роль в обеспечении кормовой базы в регионах с ограниченными ресурсами.

Состояние почвы под воздействием биопрепаратов также претерпело значительные изменения. Увеличение содержания органического вещества, подвижного фосфора и калия, а также активизация биологической активности почвы, выраженная в росте активности дегидрогеназы, свидетельствуют о восстановлении плодородия. Это подчеркивает экологическую значимость применения биопрепаратов, особенно в условиях деградации почв, характерных для засушливых регионов.

Таким образом, результаты исследования подтвердили, что использование биопрепаратов способствует оптимизации агротехнологий для возделывания кормовых культур в засушливых регионах. Это позволяет не только увеличить урожайность и улучшить качество кормов, но и восстановить плодородие почвы, что особенно важно для устойчивого сельского хозяйства. Полученные данные могут служить основой для внедрения инновационных агротехнологий в условиях Казахстанского Приаралья и других регионов с аналогичными климатическими условиями. Ограничением исследования является его фокус на краткосрочных эффектах применения биопрепаратов без оценки их длительного воздействия на агроэкосистему и почвенные процессы. Дальнейшие исследования могут быть направлены на изучение долгосрочных эффектов биопрепаратов, их взаимодействия с различными агротехнологиями и расширение применения на других засушливых территориях.

Благодарность. Работа выполнена в рамках научно-технической программы BR22884393 «Создание конкурентоспособных сортов и гибридов кормовых культур для различных агроклиматических зон Казахстана и разработка сортовой технологии» на 2024-2026 годы по бюджетной программе 267 «Повышение доступности знаний и научных исследований» по подпрограмме 101 «Программно-целевое финансирование научных исследований и мероприятий» по мероприятию «Совершенствование технологии возделывания кормовых культур (суданская трава, донник) в условиях Казахстанского Приаралья».

Литература:

[1] Sh, Z. Z., & Baimbetova G.Z. The Effect of a Biological drug on the growth and development of grass mixtures during the restoration of pasture lands. BULLETIN of the Korkyt Ata Kyzylorda University. The series agricultural sciences, №3-1 (66), 2023. 259-267. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2023.v66.i3.086>

- [2] **Dawuti, Y.**, Kuerban Z., Cheng, Z., Guo P., Gao J., Yimingniyazi A. (2024). Enhancing Effect of Adding Previously Fermented Juice and Sudan Grass on the Quality of Alfalfa Silage. *Fermentation*, 10(8), 418. <https://www.mdpi.com/2311-5637/10/8/418>
- [3] **Shayakhmetova, A.**, Savenkova I., Nasiyev B., Akhmetov M., Useinov A., & Temirbulatova A. (2023). Agrotechnology for feed cultivation and creation of hayfields and pastures in the forest and steppe zone of Northern Kazakhstan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 55(4), 1245-1258. <https://sabraojournal.org/wp-content/uploads/2023/08/SABRAO-J-Breed-Genet-55-4-1245-1258-MS23-144.pdf>
- [4] **Kindomihou, V.M.** (2020). Introductory Chapter: Milestones in Grasses and Grassland Research. *Grasses and Grassland Aspects*, 1-30. <https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.77919>
- [5] **Yu, Q.**, Li, M., Zhang Y., Xu J., Li P., Sun H., Chen C. (2023). Effects of different cutting stages and additives on the fermentation quality and microbial Community of Sudangrass (*Sorghum sudanense* Stapf.) silages. *Fermentation*, 9(8), 777. <https://www.mdpi.com/2311-5637/9/8/777>
- [6] **Balehgn, M.**, Ayantunde A., Amole T., Njarui D., Nkosi B. D., Müller F. L., Adesogan A. T. (2022). Forage conservation in sub-Saharan Africa: Review of experiences, challenges, and opportunities. *Agronomy Journal*, 114(1), 75-99. <https://acsess.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/agj2.20954>
- [7] **Marroquin, A.** (2022). Assessing warm-season annual grasses to increase forage inventory. <https://scholarworks.umass.edu/entities/publication/45f03a3e-2c1e-45ca-b559-2056393e7030>
- [8] **Shayakhmetova, A.**, Bakirov A., Savenkova I., Nasiyev B., Akhmetov M., Useinov A., Auzhanova M. (2024). Optimization of Productivity of Fodder Crops with Green Conveyor System in the Context of Climate Instability in the North Kazakhstan Region. *Sustainability*, 16(20), 9024. <https://www.mdpi.com/2071-1050/16/20/9024>
- [9] **Nogayev, A.**, Serepayev N., Stybayev G., Baitelenova A., Mukhanov N. (2022). Yield and nutritional value of forage crops for dairy goat production in the steppe of northern Kazakhstan. *International Journal of Ecosystems & Ecology Sciences*, 12(4). https://openurl.ebsco.com/EPDB%3Aagcd%3A16%3A1830912/detailv2?sid=ebsco%3Aplink%3Ascholar&id=ebsco%3Aagcd%3A160230486&crl=c&link_origin=scholar.google.com
- [10] **Kumar, S.**, Singh P., Devi U., Yathish K. R., Saujanya P. L., Kumar R., Mahanta S. K. (2023). An overview of the current fodder scenario and the potential for improving fodder productivity through genetic interventions in India. *Animal Nutrition and Feed Technology*, 23(3), 631-644. <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:anft&volume=23&issue=3&article=017>
- [11] **Bhat, S. A.**, Singh A. K., Kumar M., Sharma R., Kaushik R. (2022). Phosphate solubilizing bacteria (PSB) and their role in enhancing soil fertility and plant growth: A review. *BMC Microbiology*, 22(1), 715-728. <https://bmcmicrobiol.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12866-022-02715-7>
- [12] **Deka, P.**, Das M., Hazarika S., & Sharma P (2021). Role of Azotobacter in soil fertility and crop production: A review. *Frontiers in Microbiology*, 12, 628379. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2021.628379/full>
- [13] **Hussain, A.**, Imran M., Siddique M. T., Naveed M., Zahir Z. A. (2023). Phosphate-solubilizing microorganisms and their role in sustainable agriculture: Advances and challenges. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1320853. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2023.1320853/full>
- [14] **Mabhaudhi, T.**, Chimonyo V. G. P., Modi A. T., Shimelis H. (2022). Seasonal variation in the response of forage crops to biofertilizers: Implications for sustainable agriculture. *Frontiers in Plant Science*, 13, 1012859. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2022.1012859/full>
- [15] **Daza, A.**, Santamaria C., Moreno J. L (2023). The role of phosphate-solubilizing microorganisms in improving soil fertility and plant growth: Seasonal dynamics and efficiency. *Processes*, 8(12), 1681. <https://www.mdpi.com/2227-9717/8/12/1681>
- [16] **Kaur, H.**, Mir R.A., Sharma M., Wani S.H., Bakshi S.K. (2024). Prospects of phosphate solubilizing microorganisms in sustainable agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 40(10), 291. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11274-024-04086-9>

- [17] **Murugaragavan Ramasamy, T.G., & Yuvaraj M.** (2020). Role of biofertilizers in plant growth and soil health. Nitrogen fixation, 1. <https://dx.doi.org/10.5772/intechopen.77834>
- [18] **Mahmud, A.A., Upadhyay S. K., Kumar J., Shukla P.** (2021). Biofertilizers: A Nexus between soil fertility and crop productivity under abiotic stress. Current Research in Environmental Sustainability, 3, 100063. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666049021000396>
- [19] **Soni, S. K., Dogra S., Sharma N., Gupta M.** (2024). Nanotechnology in Agriculture: Enhancing Crop Productivity with Sustainable Nano-Fertilizers and Nano-Biofertilizers. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 1-34. <https://link.springer.com/article/10.1007/s42729-024-01988-3>
- [20] **Li, H., Penttinen P., Mikkonen A., Stoddard F. L., Lindström K.** (2020). Response of soil bacterial community diversity and composition to time, fertilization, and plant species in a sub-boreal climate. Frontiers in Microbiology, 11, 1780. <https://www.frontiersin.org/journals/microbiology/articles/10.3389/fmicb.2020.01780/full>
- [21] **Mukhambetov, B., Abidinov R., Kadasheva Z., Alzhanova R., Doskaliyeva S., Kabiye Y.** (2021, September). Soil cultivation efficiency in pasture management of the arid zone of Central Asia and Kazakhstan. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 839, No. 2, p. 022029). IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/839/2/022029/meta>
- [22] **Thomas, I.R., Nieman C.C., Coffey K.P., Popp M.P.** (2024). Sorghum-sudangrass intercropped with cowpea improved pasture for stocker cattle in the mid-south. Applied Animal Science, 40(6), 708-716. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590286524001101>
- [23] **Akber, M.A., Fang X.** (2024). Research Progress on Diseases Caused by the Soil-Borne Fungal Pathogen Rhizoctonia solani in Alfalfa. Agronomy, 14(7), 1483.. <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/7/1483>
- [24] **Ogunleye, A.M.** (2022). Semiarid Land Sustainable Agricultural Practices: The Evaluation of Annual Cover Cropping Systems Influence on Forage Productivity and Short-Term Soil Health Impact (Doctoral dissertation, University of Nevada, Reno). <https://www.proquest.com/openview/0a4a7431bfe156711b078af6d95fcbaf/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- [25] **Datta, D., Ghosh S., Saha R., Nath, C.P.** (2022). Cover Crops: Potential and Prospects in Conservation Agriculture. In Conservation Agriculture and Climate Change (pp. 167-187). CRC Press. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.1201/9781003364665-14/cover-crops-potential-prospects-conservation-agriculture-debarati-datta-sourav-ghosh-saha-nath>
- [26] **Ashilenje, D.S., Amombo E., Hirich A., Kouisni L., Devkota K. P., El Mouttaqi A., Nilahyane A.** (2022). Crop Species Mechanisms and Ecosystem Services for Sustainable Forage Cropping Systems in Salt-Affected Arid Regions. Frontiers in Plant Science, 13, 899926. <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2022.899926/full>
- [27] **Leskovsek, R., Eler K., Adamič Zamljen S.** (2024) Poor Evidence that Cover Crop Mixtures Enhance Weed Suppression Either in Conventional or Conservation Tillage. Available at SSRN 5012473. https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=5012473
- [28] **Hasnain, M., Abideen Z., Ali F., Hasanuzzaman M., El-Keblawy A** (2023). Potential of halophytes as sustainable fodder production by using saline resources: A review of current knowledge and future directions. Plants, 12(11), 2150. <https://www.mdpi.com/2223-7747/12/11/2150>
- [29] **Naidu, C.B., Yernaide Y., Sanjana M.** (2022). Chapter-1 Potential of green manuring in sustainable agriculture-soil nutrient and microbial dynamics. BookChapter-5-23
- [30] **Griffiths, M., Delory B.M., Jawahir V., Wong K.M., Bagnall G.C., Dowd T. G., Topp C.N.** (2022). Optimisation of root traits to provide enhanced ecosystem services in agricultural systems: A focus on cover crops. Plant, Cell & Environment, 45(3), 751-770. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/pce.14247>

ҚАЗАҚСТАНДЫҚ АРАЛ Өңірі жағдайында суару кезінде жемге түйежоңышқа өсірудің тиімділігі

Тоқтамысов Ә.М.^{1*}, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы
Байманов Ж.Н.¹, техника ғылымдарының кандидаты

Мырзабек К.², ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Елеуова Э.Ш.³, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
Баимбетова Г.З.¹, постдокторант

¹*«Ы. Жақаев атындағы Қазақ күріш шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,
Қызылорда қ., Қазақстан*

²*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан*

³*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда Қ., Қазақстан*

Андатпа. Халықты мал шаруашылығының сапалы өнімімен қамтамасыз ету және олардың экспорттық әлеуетін арттыру мақсатында берік ұлттық қорлар құру қажеттілігі туындайды. Осыған байланысты шалғайдағы жайылымдарды тиімді пайдаланумен қатар, егіс алқаптарының көлемін ұлғайта отырып, жемшөп өндірісін қарқынды дамыту жүргізілуде. Нәтижесінде елімізде дайындалған жемшөпті есепке алу жүргізіледі, жемшөп дақылдарының түрлері ұлғаяды және егіс алқаптары ұлғаяды. Жер шарының жаһандық проблемаларының ең бастысы азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету болып табылады, өйткені 2050 жылға қарай жер бетіндегі халық саны 34% - ға, 2,5 млрд адамға артып, жалпы саны 9,1 млрд адамға жетеді деп күтілуде. Осы шараларды іске асыру нәтижесінде Қазақстанның агроөнеркәсіптік кешені элементтік экономикамен интеграцияланады және сыртқы нарықтың қажеттіліктеріне бағдарланады, осылайша әлемдік азық-түлік нарығындағы өз позициясын нығайтады. Мақалада қазақстандық Арал өңірі жағдайында суару кезінде судан шөбімен таза және аралас дақылдарда түйежоңышқа агроценоздарының қалыптасуының агробиологиялық ерекшеліктері қарастырылған. Жасыл массаның ең үлкен өнімі және 1 Жем бірлігіндегі сіңімді ақуыздың мөлшері Судан шөбімен араласқан кезде алынады.

Тірек сөздер: түйежоңышқа, аралас егістіктер, судан шөбі, қорытылатын ақуыз, биотыңайтқыш, жемшөп құндылығы.

THE EFFECTIVENESS OF SWEET CLOVER CULTIVATION FOR IRRIGATION IN THE CONDITIONS OF THE KAZAKHSTAN ARAL SEA REGION

Toktamysov A.M.^{1*}, Doctor of Agricultural Sciences

Baimanov Zh.N.¹, candidate of technical sciences

Myrzabek K.², candidate of Agricultural Sciences, associate professor

Eleuova E.Sh.³, candidate of Agricultural Sciences

Baimbetova G.Z.¹, potsdoctorate

¹*Kazakh Research Institute of Rice Growing named after I. Zhakhaev, Kyzylorda, Kazakhstan*

²*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

³*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan*

Annotation. In order to provide the population with high-quality livestock products and increase their export potential, it is necessary to create strong national reserves. In this regard, along with the effective use of remote pastures, intensive development of forage production is underway with an increase in acreage. As a result, the country will account for harvested fodder, increase the types of fodder crops and increase the acreage. The main global problem of the globe is ensuring food security, as it is expected that by 2050 the world's population will increase by 34%, by 2.5 billion people, and the total number will reach 9.1 billion people. As a result of the implementation of these measures, Kazakhstan's agro-industrial complex is integrating with the elemental economy and focusing on the needs of the external market, thereby strengthening its position in the global food market. The article discusses the agrobiological features of the formation of agrocenoses of sweet clover in pure and mixed crops with Sudanese grass during irrigation in the conditions of the Kazakhstan Aral Sea region. The highest yield of green mass and the content of digestible protein in 1 feed unit were obtained when sown in a mixture with Sudanese grass.

Keywords: sweet clover, mixed crops, Sudanese grass, digestible protein, biofertilizer, feed value.