

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 2/1 (126). - Р.56-69. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2/1(126).1924

УДК 636.087.8(045)

Исследовательская статья

Применение биопрепаратов для ускоренной переработки навоза крупного рогатого скота в органическое удобрение

Алгожина А.Ш.¹ , Науанова А.П.^{1,2} , Ержан И.К.¹ , Оңғарбай А.Б.² 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан,

²ТОО «БИО-КАТУ», Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Алгожина А.Ш.: asya.kz@mail.ru

Соавторы: (1: АН) nauanova@mail.ru; (2: ИЕ) erzhanislam812@gmail.com;
(3: АО) aisulubauirzhan00@gmail.com

Получено: 14-04-2025 **Принято:** 20-06-2025 **Опубликовано:** 05-07-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В статье рассматривается проблема ускорения переработки отходов животноводства, в частности навоза крупного рогатого скота (далее КРС). Актуальность связана с необходимостью использования навоза так, чтобы он не наносил вреда экосистеме, был эффективным и рентабельным. Непереработанный навоз способствует засорению почвы семенами сорняков, распространению болезнетворных микроорганизмов и химикатов, которые могут мигрировать в водоемы и грунтовые воды. Цель исследования – сравнительно оценить эффективность биопрепаратов при переработке навоза КРС в органическое удобрение.

Материалы и методы. Для достижения цели сформированы пять буртов навоза: контроль и четыре варианта обработки - биопрепараты «Байкал», «Триходермин», а также два консорциума. Анализы проводились в аккредитованной лаборатории по стандартным агрохимическим методикам на разных этапах компостирования: до обработки, в середине и в конце.

Результаты. Результаты показали снижение влажности навоза с течением времени: контроль – с 67% до 54%, «Байкал» - с 67% до 57%, «Триходермин» - с 79% до 57%, консорциум 1 – с 68% до 44%, консорциум 2 – с 67 до 47%. Значительно увеличилось содержание органического вещества при использовании биопрепаратов и консорциумов, особенно у консорциумов 1 и 2, где прирост достиг более 8%. Показатель pH варьировал от 6,1 до 7,5.

Вывод. Концентрация питательных элементов (азота, фосфора, калия) увеличивалась по мере компостирования. В контрольном варианте азот повысился на 0,17%, фосфор – на 0,13%, калий – на 0,21%. Обработка Байкалом увеличила содержание азота на 0,18%, фосфора – на 0,3%, Триходермин – на 0,58% азота, 0,16% фосфора и 1,35% калия. Консорциумы показали более значительный рост: консорциум 1 повысил азот на 0,16%, фосфор – на 0,59%, калий – на 1%; консорциум 2 – азот на 0,26%, фосфор – на 0,43%, калий – на 0,87%.

Интенсивное микробиологическое протекание способствует переходу элементов из органической формы в минеральную доступную форму (NPK), что повышает плодородие почвы. Ворошение компоста усиливает микробиологические процессы и способствует накоплению питательных веществ для растений.

Ключевые слова: навоз; переработка; отходы животноводства; биопрепараты; микроорганизмы.

Введение

Навоз КРС является наиболее полным и ценным из всех органических удобрений [1] и оказывает многостороннее воздействие на почву. В сравнении с минеральными удобрениями навоз КРС не только наполняет почву элементами питания, но и улучшает ее структуру. При регулярном его внесении повышается содержание гумуса, общего азота, фосфора, калия, и других макро и микроэлементов, лучше поглощается и удерживается влага. Кроме питательных веществ навоз содержит большое количество микроорганизмов (в 1 т 10-15 кг живых микробных клеток). При внесении навоза почвенная микрофлора пополняется полезными группами микроорганизмов. Органическое вещество - это энергетический материал для почвенных микроорганизмов, благодаря ему после внесения навоза КРС в почву происходит активизация азотфиксирующих и других микробиологических процессов. Однако, использовать навоз в качестве удобрения можно переработанным. Свежие отходы животноводства являются высокотоксичными. Согласно утвержденному классификатору отходов РК свежий навоз КРС относится к 4 классу опасности для окружающей среды [2].

Сейчас перед животноводческими предприятиями и комплексами остро стоит проблема утилизации отходов. Имеется несколько направлений для переработки навоза. Наиболее практичным и целесообразным является технология ускоренной переработки с использованием живых эффективных микроорганизмов, используя биопрепараты, представляющие собой сложный комплекс природных микроорганизмов. Принцип действия биопрепаратов – внесение микроорганизмов или грибов, подавляющих патогены и способствующих разложению органических остатков.

Ускорение переработки навоза в органическое удобрение будет способствовать снижению негативного воздействия на окружающую среду.

Целью работы является сравнительное исследование биопрепаратов по переработке навоза КРС в органическое удобрение.

Материалы и методы

Реализация намеченной цели достигалась посредством изучения физико-химических свойств навоза вследствие внесения в навоз биопрепаратов.

Эксперимент проводили с пробами навоза в небольших буртах на открытом воздухе с периодическим ворошением. Бурты обрабатывали биопрепаратами на основе эффективных микроорганизмов «Байкал» [3], «Триходермин» и двух новых консорциумов (рисунок 1). Было сформировано пять буртов навоза КРС, включая контрольный вариант.



Рисунок 1 – Варианты с обработкой буртов различными биопрепаратами

В качестве показателей течения процесса компостирования были взяты: физико-химический состав не переработанного и готового к применению навоза КРС.

Определение физико-химического состава не переработанного и переработанного биопрепаратами навоза КРС проводили каждые 15 дней компостирования на базе агроэкологического испытательного центра (лаборатория) НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина» следующими методами:

Влажность определяли на приборе Kern DBS60-3 при высушивании до постоянной массы пробы органического удобрения (ГОСТ 26713-85) [4].

Общий азот определялся согласно ГОСТ 26715-85 [5] минерализацией сухого органического удобрения при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии смешанного индикатора с последующим фотоэлектроколориметрированием окрашенного индофенольного соединения, образующегося в щелочной среде при взаимодействии аммиака с гипохлоритом и салицилатом натрия на фотометре КФК-3-«ЗОМЗ».

Аммонийный азот определяли по ГОСТу 26716-85 [6] с извлечением аммонийного азота 0,05 м раствором соляной кислоты с последующим определением на фотоэлектроколориметре окрашенного индофенольного соединения в фильтрате, образующегося в щелочной среде при взаимодействии аммиака с гипохлоритом и салицилатом натрия на фотометре КФК-3-«ЗОМЗ».

Общий фосфор определяли минерализацией сухого органического удобрения при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии смешанного индикатора с последующим определением (ГОСТ 26717-85) [7] окрашенного фосфорно-молибденового комплекса, восстановленного до молибденовой сини комплекса и его фотоэлектроколориметрии на фотометре КФК-3-«ЗОМЗ».

Общий калий определялся минерализацией сухого органического удобрения при нагревании с концентрированной серной кислотой в присутствии смешанного индикатора с последующим определением общего калия в минерализате фотометрированием интенсивности излучения калия на пятиканальном цифровом пламенном фотометре BWB-XP.

Подвижные формы серы в навозе извлекали раствором хлористого калия (ГОСТ 26490-85) [8].

Органическое вещество определяли (ГОСТ 27980-88) [9] окислением органического вещества удобрения раствором двуххромовокислого калия в серной кислоте с последующим титрованием избытка калия двуххромовокислого раствором соли Мора.

Массовую долю золы определили по потере массы органического удобрения после прокаливании при температуре 800 °С в муфельной печи МП-8.

Результаты и обсуждение

В исследованиях для переработки навоза КРС вносили в сформированные бурты биопрепараты «Байкал», «Триходермин», Консорциум 1 и Консорциум 2. Перед обработкой навоза биопрепаратами был изучен физико-химический состав: pH, влажность, содержание золы, серы, NPK и гумус (таблица 1).

Таблица 1 – Физико-химический состав не переработанного навоза КРС, %

Влажность, %	pH	Органич. вещ., %	N-NH ₄	Общее содержание, %			S, %	Зола, %
				N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
67	7,0	17,1	0,12	0,24	0,17	0,65	0,51	49,45

Нормативы по азоту в перепревшем навозе могут варьироваться, но стандартные значения для удобрений обычно составляют 0,5–1,5% общего азота. Химический анализ общего азота зафиксировал его содержание (0,24%) ниже нормативных значений. Это указывает на низкую питательную ценность навоза в отношении азота. Внесение такого навоза не обеспечит полноценное азотное питание растений и может потребовать дополнительного внесения азотсодержащих удобрений. В жидких выделениях КРС содержится больше азота, чем в твердых и аммиачная форма азота в свежем навозе КРС содержится больше данной формы азота (0,12%) [4].

Согласно стандартам, уровень фосфора в навозе должен быть около 0,4–0,5%. В наших экспериментах 0,17%, что немного ниже нормы. Однако, при регулярном внесении фосфор может постепенно накапливаться в почве и способствовать лучшему корневому развитию растений.

Калий в навозе – важный элемент для поддержания роста растений и их устойчивости к стрессам. Нормативное значение по ГОСТ может составлять 1–2% общего калия, поэтому показатели калия находятся в нижних пределах.

Органическое вещество в навозе (17,1%) – это важный показатель, так как оно является источником питательных веществ и улучшает структуру почвы [10]. Согласно стандартам, содержание органических веществ в навозе может варьироваться от 20% до 40%. При химическом анализе образцов перепревшего навоза уровень органического вещества 17,1%, что является сравнительно низким показателем. Органическое вещество играет важную роль в улучшении структуры почвы, повышении ее влагоудерживающих способностей и увеличении биологической активности.

Высокое содержание золы (49,45%) может свидетельствовать о большом количестве минеральных веществ. Это полезно для обогащения почвы микроэлементами, таких как кальций, магний и железо [11].

Этот состав демонстрирует потенциал навоза как удобрения, однако, без внесения биопрепаратов его эффективность может быть ограничена медленным высвобождением питательных веществ.

Проведенный эксперимент показал, что навоз КРС в буртах имел признаки готового компоста. За период компостирования учитывали содержание питательных элементов: азота, фосфора и калия до начала обработки биопрепаратами и уже готового компоста.

По всем вариантам биокомпостов самое быстрое разложение навоза через 30 дней произошло при использовании препарата Триходермин, консорциума 1 и консорциума 2, с неполным разложением соломы отмечались компосты без применения биопрепаратов и с использованием Байкала.

В таблице 2 представлены результаты физико-химического состава биокомпостов, полученных через 30 дней.

Таблица 2 – Физико-химический состав переработанного навоза КРС

Сроки	Влажность, %	pH	Орг. в-во, %	N-NH ₄	Общее содержание, %			S, %	Зола, %
					N	P ₂ O ₅	K ₂ O		
Контроль									
Исходное	77,0	7,0	17,1	0,15	0,43	0,26	0,65	0,51	49,4
Через 15 дней	55,2	6,6	14,1	0,08	0,47	0,26	0,66	0,48	43,2
Через 30 дней	65,0	6,5	9,3	0,05	0,49	0,27	0,66	0,43	41,6
Байкал									
Исходное	76,0	7,0	17,1	0,15	0,43	0,26	0,65	0,51	49,4
Через 15 дней	63,7	7,3	15,3	0,06	0,46	0,25	0,66	0,44	66,6
Через 30 дней	41,0	6,1	12,0	0,04	0,48	0,27	1,86	0,41	58,2
Триходермин									
Исходное	79,0	7,0	17,1	0,15	0,43	0,26	0,65	0,51	49,4
Через 15 дней	68,0	7,5	15,6	0,06	0,48	0,25	0,67	0,38	53,7
Через 30 дней	54,0	6,5	13,5	0,04	0,51	0,28	0,68	0,31	44,0
Консорциум 1									
Исходное	68,0	7,0	17,1	0,15	0,43	0,26	0,65	0,51	49,4
Через 15 дней	57,0	7,3	16,5	0,04	0,48	0,27	0,67	0,48	62,6
Через 30 дней	63,4	6,9	15,3	0,02	0,53	0,29	1,68	0,46	37,4
Консорциум 2									
Исходное	67,0	7,0	17,1	0,15	0,43	0,26	0,65	0,51	49,4
Через 15 дней	58,0	7,5	16,2	0,05	0,49	0,28	0,66	0,43	59,2
Через 30 дней	60,0	7,0	15,8	0,03	0,52	0,29	0,69	0,41	38,2

Таким образом, химический анализ, влажность с увеличением срока хранения снижалась по контрольному компосту с 67 до 54, по компосту с препаратом Байкал – с 76 до 57, по компосту с препаратом Триходермин с 79 до 57, консорциум 1 – с 68 до 44, консорциум 2 – с 67 до 47%.

pH варьировал от 6,1 до 7,5. В контрольном варианте, и в варианте с применением препаратов Байкал и Триходермин среда была слабокислая. В варианте с использованием Байкала подкисление среды происходило за счет молочной кислоты, которая образует с аммиаком нелетучее соединение – лактат аммония. Подкисление среды при использовании триходермина можно объяснить тем, что в субстрате споры данного гриба быстро размножаясь, выделяют определенные вещества, не позволяющие патогенной микрофлоре размножаться. В вариантах с использованием двух новых консорциумов среда оставалась на нейтральном уровне, величина pH благодаря проявленным буферным свойствам консорциумов при неравномерном образовании кислот и щелочей поддерживалась на постоянном уровне.

Образование гумуса из органических веществ в компостах является исключительно сложным процессом, осуществляемым в результате активной деятельности микроорганизмов. Наиболее ценный гумус в компостах из отходов животноводческих ферм, образуется при нейтральной среде, умеренном увлажнении и создании оптимальных условий для жизнедеятельности микроорганизмов. В процессе компостирования содержание органического вещества в сравнении с исходным содержанием увеличивалось значительно при компостировании биопрепаратами и консорциумом 1 и 2. Разница между исходным и готовым компостом составляла в контроле – 0,6; Байкал – 5,4; Триходермин – 6,9; консорциум 1 – 8,4; консорциум 2 – 7,3. Наибольшее увеличение отмечено при применении консорциума 1 и 2. Внесение в компост эффективных штаммов способствовало усилению разложения органического вещества и способствовало переводу труднодоступных веществ в легкодоступное состояние.

Важный показатель качества компоста – содержание в нем аммонийного азота. Его повышенное содержание снижает качество компоста, а также придает навозу неприятный специфический запах. В компосте высокого качества содержание аммонийного азота не должно превышать 1,2%, так как высокая концентрация аммонийного азота в дальнейшем при использовании готового к применению органического удобрения может вызывать ожоги проростков и корневых волосков. Все образцы компостов были исследованы на содержание аммонийного азота. Во всех образцах компоста его содержание не превышало 1%, самые максимальные значения аммиачного азота получены в консорциуме 2 – 0,07%, далее у Байкала и Триходермина – 0,06, у консорциума 1 – 0,04% к середине срока компостирования буртов. Эти показатели не являются токсичными для молодых всходов, аммиачный азот, также как и нитратная форма азота являются основными формами азотного питания для растений. К концу компостирования наблюдались лишь следы аммиака в компостах.

Навоз содержит значительное количество серы. В свежем виде большая часть ее становится доступной для растений [12]. Но при хранении активность анаэробных бактерий может обратить сульфаты в сульфиды и объединить их в органические комплексы. Они не могут использоваться растениями, но постепенно окисляются обратно до сульфатов в течении долгого времени. Существует мало данных о фактическом наличии серы в хранимых навозах, поэтому лучше рассматривать серу в навозе как компонент в общих запасах, а не как источник этого элемента для текущего урожая. В образцах всех буртов исследовалось содержание серы, значительных изменений по всем буртам не обнаружено.

Массовая доля золы в компостах находилась в диапазоне от 41,6 до 66,6%. Наблюдалось снижение содержания золы в компостах.

Заключение

В сельском хозяйстве всегда остро стояла проблема утилизации отходов животноводства, так как навоз является веществом повышенной опасности, оказывающим негативное и патогенное воздействие на окружающую среду. Наиболее простой способ решения проблем – компостирование навоза эффективными микроорганизмами, который позволяет на выходе получить ценное органическое удобрение, пригодное для непосредственного внесения в почву и ее рекультивации.

Проведены исследования по компостированию навоза КРС различными видами биопрепаратов и созданными 2 новыми консорциумами. Определение физико-химического состава не переработанного навоза КРС и готового к применению органического удобрения показал существенную разницу между вариантами компоста и изменения в сравнении исходных показателей и готового продукта. Увеличилось общее содержание NPK, pH варьировала от 6,1 до 7,3, содержание органического вещества уменьшилось в результате минерализации питательных веществ, влажность, зола и содержание серы уменьшилась.

Удобрительные свойства биокомпостов, кроме всего, определяются общим количеством элементов питания. Применение биопрепаратов увеличивало содержание элементов во всех компостах.

Концентрация питательных элементов при компостировании навоза повысилась по сравнению с начальной: в контроле – азот на 0,17%, фосфор увеличился на 0,13%, содержание калия увеличилось на 0,21%; процентное содержание азота при применении Байкала увеличилось на 0,18% к середине компостирования, а к концу завершения компостирования уменьшилось, фосфор увеличился на 0,3%, биопрепарат Триходермин дал хороший показатель при компостировании, содержание NPK в нем повысилось на 0,58%, 0,16%, 1,35% соответственно; консорциум 1 увеличил содержание азота на 0,16%, фосфор на 0,59% и калий на 1%; консорциум 2 азота на 0,26%, фосфор на 0,43% и калий на 0,87%.

Интенсивное протекание микробиологических процессов приводит к превращению элементов (NPK) из органических форм в минеральные, доступные для растений и накоплению их в компосте, следовательно можно сделать вывод о том, что ворошение компостной смеси приводит к интенсификации микробиологических процессов и, как следствие, к накоплению питательных элементов растений.

Вклад авторов

АА, АО и ИЕ: оформили исследование, провели поиск литературы, проанализировали собранные данные, подготовили рукопись. АН и АА: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках программно-целевого финансирования на 2024-2026 годы BR24992961 «Разработка новых технологий переработки угольных отходов с использованием биосистем в органоминеральные удобрения для повышения плодородия почвы и урожайности сельскохозяйственных культур».

Список литературы

1 Loss, A., Couto, RDR, Brunetto, G., Veiga, MD, Toselli, M., Baldi, E. (2019). Animal manure as fertilizer: changes in soil attributes, productivity and food composition. *Int. J. Res. Granthaalayah*, 7(9), 307. DOI: 10.5281/zenodo.3475563.

2 Стамкулова, ГА. (2023). Проблемные вопросы правового регулирования обращения с отходами в Республике Казахстан. *Eurasian Scientific Journal of Law*, 1, 47-53.

3 Акимов, АА, Филина, СЕ. (2017). Эффективность биопрепарата Байкал ЭМ-1 при выращивании культур севооборота по экологически чистой технологии. *Повышение управленческого, экономического, социального, инновационно-технологического и технического потенциала предприятий и отраслей АПК*, 11-14.

4 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26713-85- Удобрения органические. Методы определения влаги и сухого остатка. (1985). М.: 9.

- 5 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26715-85. Удобрения органические. Методы определения общего азота. (1985). М.
- 6 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26716-85. Удобрения органические. Методы определения аммонийного азота. (1985). М.
- 7 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26717-85. Удобрения органические. Методы определения общего фосфора. (1985). М.
- 8 Межгосударственный стандарт ГОСТ 26490-85. Почвы. Методы определения подвижной серы. (1985). М.
- 9 Межгосударственный стандарт ГОСТ 27980-88. Удобрения органические. Методы определения органического вещества. (1988). М.
- 10 Теучеж, АА, Гукалов, ВН. (2019). Влияние навоза КРС на физико-химические свойства почвы и продуктивность растений. *Отходы, причины их образования и перспективы использования*, 486-491.
- 11 Паутова, НБ, Семенова, НА, Хромычкина, ДП, Лебедева, ТН, Семенов, ВМ. (2018). Определение активного органического вещества в свежем подстилочном навозе биокинетическим методом. *Агрохимия*, 9, 29-39.
- 12 Исаева, ФГ. (2018). Влияние органических и минеральных удобрений на содержание питательных элементов в почве и урожайность винограда. 74.

References

- 1 Loss, A., Couto, RDR, Brunetto, G., Veiga, M D, Toselli, M., Baldi, E. (2019). Animal manure as fertilizer: changes in soil attributes, productivity and food composition. *Int. J. Res. Granthaalayah*, 7(9), 307. DOI: 10.5281/zenodo.3475563.
- 2 Stamkulova, G A. (2023). Problemnye voprosy pravovogo regulirovaniya obrashcheniya s othodami v Respublike Kazakhstan. *Eurasian Scientific Journal of Law*, 1, 47-53.
- 3 Akimov, AA, Filina, SE. (2017). Effektivnost' biopreparata Bajkal EM-1 pri vyrashchivanii kul'tur sevooborota po ekologicheski chistoi tekhnologii. *Povyshenie upravlencheskogo, ekonomicheskogo, social'nogo, innovacionno-tekhnologicheskogo i tekhnicheskogo potentsiala predpriyatii i otraslei APK*, 11-14.
- 4 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 26713-85. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya vlagi i suhogo ostatka. (1985). М.: 9.
- 5 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 26715-85. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya obshchego azota. (1985). М.
- 6 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 26716-85. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya ammonijnogo azota. (1985). М.
- 7 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 26717-85. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya obshchego fosfora. (1985). М.
- 8 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 26490-85. Pochvy. Metody opredeleniya podvizhnoi sery. (1985). М.
- 9 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 27980-88. Udobreniya organicheskie. Metody opredeleniya organicheskogo veshchestva. (1988). М.
- 10 Teuchezh, AA, Gukalov, VN. (2019). Vliyanie navoza KRS na fiziko-himicheskie svoystva pochvy i produktivnost' rastenii. *Othody, prichiny ih obrazovaniya i perspektivy ispol'zovaniya*, 486-491.
- 11 Pautova, NB., Semenova, NA, Hromychkina, DP, Lebedeva, TN, Semenov, VM. (2018). Opredelenie aktivnogo organicheskogo veshchestva v svezhem podstilochnom navoze biokineticheskim metodom. *Agrohimiya*, 9, 29-39.
- 12 Isaeva, FG. (2018). Vliyanie organicheskikh i mineral'nykh udobrenii na sodержание pitatel'nykh elementov v pochve i urozhainost' vinograda. 74.

Ірі қара мал көңін органикалық тыңайтқышқа жылдам өңдеу үшін биопрепараттарды қолдану

Алгожина А.Ш., Науанова А.П., Ержан И.К., Оңғарбай А.Б.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Мақалада мал шаруашылығы қалдықтарын, атап айтқанда ірі қара малдың (бұдан әрі - ІҚМ) көңін қайта өңдеуді жеделдету мәселесі қарастырылады. Жұмыстың өзектілігі көңді экожүйеге зиян келтірмейтін, тиімді және үнемді болатындай етіп пайдалану қажеттілігімен байланысты. Өңделмеген көң топырақты арамшөп тұқымдарымен ластауға, ауру тудыратын микроағзалардың және су көздері мен жерасты суларына өтуі мүмкін және химиялық заттардың таралуына себеп болуы мүмкін. Зерттеудің мақсаты – ірі қара малдың көңін органикалық тыңайтқышқа өңдеудегі биологиялық өнімдердің тиімділігін салыстырмалы түрде бағалау.

Материалдар мен әдістер. Мақсатқа жету үшін бес көң үйіндісі жасалды: бақылау және төрт өңдеу нұсқасы – «Байкал», «Триходермин» биопрепараттары, сондай-ақ екі консорциум құрастырылды. Зерттеу жұмыстары аккредиттелген зертханасында қордалау кезеңдерінің өңдеуден бұрын, ортасында және соңында – стандартты агрохимиялық әдістемелер бойынша жүргізілді.

Нәтижелер. Алынған мәліметтер бойынша көңнің ылғалдылығы уақыт ағымымен төмендегенін көрсетті: бақылау – 67% -дан 54% -ға дейін, «Байкал» – 67%-дан 57% -ға дейін, «Триходермин» - 79% -дан 57% -ға дейін, 1 консорциум-68% - дан 44% - ға дейін, 2 консорциум-67-ден 47% - ға дейін. Биопрепараттар мен консорциумдарды пайдалану кезінде органикалық заттардың мөлшері едәуір өсті, әсіресе 1 және 2 консорциумдарда, мұнда өсім 8% - дан асты. РН көрсеткіші 6,1-ден 7,5-ке дейін болды.

Қорытынды. Қордалау кезінде қоректік заттардың (азот, фосфор, калий) концентрациясы өсті. Бақылау нұсқасында азот 0,17% - ға, фосфор 0,13% - ға, калий 0,21% - ға өсті. Байкал биопрепаратымен өңделген нұсқасына азот мөлшерін 0,18% - ға, фосфорды 0,3% - ға, Триходермин- KZ биопрепараты 0,58%, 0,16% фосфорды және 1,35% калийді арттырды. Консорциумдар жоғарырақ өсім көрсетіп отыр: консорциум-1 азотты 0,16% - ға, фосфорды 0,59% - ға, калийді 1% - ға жоғарылатса; консорциумды 2 азот 0,26% - ға, фосфорды 0,43% - ға, калийді 0,87% - ға көтерді.

Микробиологиялық белсенділік жоғарылаған сайын, элементтер органикалық формада минералды формаға айналып, өсімдіктерге оңай сіңіруіне NPK ықпал етті, нәтижесінде топырақтың құнарлығы жақсарады. Қордалау кезінде микробиологиялық белсенділік артып, өсімдіктердің қоректік заттарды жақсы сіңіруіне ықпал етеді.

Кілт сөздер: көң; өңдеу; мал қалдықтары; биопрепараттар; микроағзалар.

Application of biopreparations for accelerated processing of cattle manure into organic fertilizer

Assya Sh. Algozhina, Ainash P. Nauanova, Islam I. Yerzhan, Aisulu A. Ongarbai

Abstract

Background and Aim. The article addresses the issue of accelerating the processing of livestock waste, particularly cattle manure. The relevance stems from the need to utilize manure in a way that is environmentally safe, efficient, and cost-effective. Untreated manure contributes to soil contamination with weed seeds, the spread of pathogens and the infiltration of chemicals into surface and groundwater. The aim of the study was to comparatively evaluate the effectiveness of biopreparations in converting cattle manure into organic fertilizer.

Materials and Methods. To achieve the goal, five manure piles were formed: one control and four treatment variants - biological preparations "Baikal", "Trichodermin", and two microbial consortia. The

analyses were carried out in an accredited laboratory using standard agrochemical methods at different stages of composting: before treatment, mid-process, and at the end.

Results. The results showed a decrease in manure moisture content over time: control – from 67% to 54%, Baikal – from 67% to 57%, Trichodermin – from 79% to 57%, consortium 1 – from 68% to 44%, and consortium 2 – from 67% to 47%. The organic matter content increased significantly with the use of biopreparations and consortia, particularly in consortia 1 and 2, where the increase exceeded 8%. The pH values ranged from 6.1 to 7.5.

Conclusion. The concentration of nutrients (nitrogen, phosphorus, potassium) increased as composting progressed. In the control group nitrogen increased by 0.17%, phosphorus by 0.13%, potassium by 0.21%. Treatment with Baikal raised nitrogen by 0.18%, phosphorus by 0.3%. Trichodermin increased nitrogen by 0.58%, phosphorus by 0.16%, and potassium by 1.35%. The consortiums showed the most notable increases: consortium 1- nitrogen by 0.16%, phosphorus by 0.59%, and potassium by 1%; consortium 2 - nitrogen by 0.26%, phosphorus by 0.43%, and potassium by 0.87%.

Intensive microbiological activity facilitated the transition of elements from organic form to mineral forms (NPK), enhancing soil fertility. Regular compost turning further stimulated microbiological processes and supported the accumulation of plant-available nutrients.

Keywords: manure; composting; animal waste; biopreparations; microorganisms.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2/1 (126). - Р.65-73. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2/1(126).1926

ӘОЖ 631.53. 01:632.9 (045)

Зерттеу мақаласы

Тұзға төзімді микроағзалардың тұқымның өсуі мен дамуына тигізетін әсері

Максутбекова Г.Т. , Науанова А.П. , Баимбетова Э.М. 

С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

Корреспондент автор: Максутбекова Г.Т.: gulia_80-80@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: АН) nauanova@mail.ru; (2: ЭБ) inkar_sulu_1@mail.ru

Қабылданған күні: 14-04-2025 **Қабылданды:** 27-06-2025 **Жарияланды:** 05-07-2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Бүгінгі күнге дейін заманауи микробиологиялық әдістердің топырақ құнарлылығын реттеудегі рөлі, ауыл шаруашылығы дақылдарының физиологиялық-биохимиялық ерекшеліктері және өсімдік ағзасындағы зат алмасу процестерін басқару механизмдері жеткілікті түрде дәлелденген. Өсімдіктердің өнімділігін арттыруда топырақтан қоректік заттардың сіңірілу қарқындылығын реттеудің, яғни тамыр арқылы қоректік заттардың сіңірілуін арттыру мақсатында топырақ микроағзаларының белсенділігін арттырудың органикалық ауыл шаруашылығын дамытуда өзектілігі зор. Өсімдік шаруашылығы өнімдерін өндіруді жетілдіруде микробты-өсімдік жүйелерін қалыптастыру заңдылықтарын және олардың тиімділігін арттыру жолдарын зерттеу ең тиімді бағыттардың біріне жатады. Зерттеудің мақсаты Солтүстік Қазақстанның тұзды топырағы микрофлорасынан бөліп алынған штамдардың дәнді дақылдардың өсуін белсендіру қасиеттерін анықтау.

Материалдар мен әдістер. Жұмыс барысында тұзға төзімді штамдардың «Целинный 2005» арпа сұрыпының тұқымдарын зертханалық жағдайда өсіруде белсендіру қасиеттері зерттелді. Ол үшін тұқымдар микроағзалардың культуралды сүзінділерімен (титрі 10^6 кл/мл) 24 сағат бойы өңделді, салыстыру мақсатында алынған бақылау штамына дистилденген су құйылды. Бөлме температурасында 7 тәулік сақталған соң тұқымның өнгіштігі нақты уақытта қалыпты өскіндердің санын есептеу арқылы анықталды және тұқымның өнгіштігі мен өсу қарқындылығы формула бойынша есептелді.

Нәтижелер. Солтүстік Қазақстанның тұзға төзімді өсімдіктері ризосферасынан алынған микроағзалар 2024 жылы «БИО-КАТУ» ЖШС микроағзалар биотехнологиясы зертханасында зерттеліп, «Целинный 2005» арпа сұрыпының тұқымдарының өсуін белсендіру қасиеттері зерттеліп, нәтижесі келтірілді. Зерттеу барысында 6 культура іріктеліп алынды.

Қорытынды. Арпаның «Целинный 2005» сұрыпы тұқымдарының өсу параметрлеріне әсерін *in vitro* жағдайда зерттеу нәтижесінде алынған штамдардың өсуді ынталандыру қасиеттері арпа тұқымдарының сапасына оң әсер еткендігі байқалды. Тұқымды культуралды сүзінділермен өңдеу нәтижесінде тұқымның өнгіштігі 1,67 есе, ал өсу қарқындылығы 1,25 есеге дейін артты. Тамырларының ұзындығы 37% дейін, ал өскіндердің өсуі шамамен 9,5% артты. Жұмыстың нәтижесінде дәнді дақылдарды белсендіруде жоғары нәтиже көрсеткен *Sphingobacterium caeni* 2P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P, *Streptomyces europaeiscabiei* 85P штамдары таңдап алынды, олар тұзды топырақтарды қалпына келтіру мақсатында биопрепараттар мен консорциумдар құрастыруда қолданылатын болады.

Кілт сөздер: микроағза; өсуді белсендіру; арпа; өнгіштік; культура; штамм.

Кіріспе

Топырақтың тұздануы – әртүрлі себептерге байланысты пайда болатын табиғи процесс. Алғашқы тұздану топырақта тұздың артық жиналуынан пайда болады, бұл топырақтың геологиялық ерекшеліктеріне, сондай-ақ заттардың топырақ бетінде және оның қабаттарында біркелкі таралмауына да байланысты болады. Тұздану деңгейінің өзгеруіне көптеген факторлар әсер етеді, олардың ішінде топырақтың су режимінің тұрақсыздығы мен судың булану қарқындылығы маңызды орын алады. Бұл орайда температуралық жағдайлар басты рөл атқармайды. Дегенмен, климаттың ғаламдық өзгеруі бұл мәселені одан әрі шиеленістіре түседі. Халықаралық қоршаған орта және даму институты мен Дүниежүзілік ресурстар институтының деректері бойынша құрлықтың шамамен 10% тұзданған топырақтар алып жатыр [1].

Топырақтың тұздануы бүгінгі күні ғаламдық өзекті мәселеле болып табылады, оның себебі ауыл шаруашылығы дақылдарын өсірумен, яғни жер бетіндегі халықты, ауыл шаруашылығы жануарларын азықпен қамтамасыз етумен тікелей байланысты. Осының нәтижесінде топырақтың екінші реттік тұздануы болады, ол адамның қатысуымен жүзеге асады. Осының әсерінен ауыл шаруашылығы алқаптарында тұзданған жерлердің аумағы 20% асуы мүмкін [2]. Бұл құбылыс агробиоценоздардың өнімділігіне де айтарлықтай әсер етіп, экономикалық шығындардың артуына себеп болуда. Топырақтағы тұздың артық мөлшерінің өсімдіктердің әртүрлі қасиеттеріне әсері өте күрделі. Бұл әсер топырақтың тұздану түріне, сондай-ақ өсімдіктің түріне, сұрыпына қарай өзгереді. Жалпы алғанда, тұзданудың ықпалы өсімдіктердің морфометриялық көрсеткіштеріне өзгеріс енгізіп, биохимиялық процестердің бұзылуына әкелуі мүмкін. Топырақтағы тұздың шамадан тыс концентрациясы өсімдіктерге уытты әсер етіп, азот алмасу процесін бұзады және ақуыздардың ыдырау өнімдерінің жиналуын арттырады [3].

Органикалық ауыл шаруашылығын дамытудың негізгі шарттарының бірі – топырақ құнарлылығын қалпына келтіріп, өсімдіктердің табиғи өсуін қамтамасыз ететін экологиялық таза әдістерді қолдану. Осы тұрғыдан алғанда тұзға төзімді микроағзаларды қолдану – ауыл шаруашылығында инновациялық әрі экологиялық тиімді тәсіл болып табылады. Өсіресе тұзданған немесе сортаң топырақтарда өсімдіктердің өсуі мен дамуы қиынға соғады, ал мұндай жағдайда тұзға төзімді микроағзалар өсімдіктердің тұқымының өнуіне, тамыр жүйесінің дамуына және жалпы өнімділігінің артуына әсер етеді. Бүгінгі күні топырақ тұздылығы жағдайында абиотикалық орта факторларының өсімдіктерге теріс әсерін азайту мақсатында өсуді ынталандыратын микроағзалар кеңінен қолданылуда [4].

Тұзға төзімді микроағзалар өсімдіктердің өсуі мен дамуын қолдай отырып, осмостық кернеуге бейімделудің түрлі механизмдерін пайдаланады. Оларға азотты бекіту, фосфатты еріту, сондай-ақ түрлі химиялық табиғаттағы осмопротекторларды синтездеу арқылы өсімдіктерді қажетті қоректік заттармен қамтамасыз ету жатады. Топырақтағы тұздың жоғары концентрациясынан зардап шегетін агроэкожүйелерді фиторемидиациялау мақсатында тұзға төзімді, өсуді ынталандыратын микроағзаларды қолдану олардың зор әлеуетін көрсетеді [5, 6].

Топырақта тіршілік ететін микроағзалар өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсерін тигізеді. Кейбір бактериялар өсімдікке биологиялық белсенді заттар түзу арқылы ықпал етеді. Мұндай заттардың синтезделуі өсімдіктердің өсуін реттейтін ризосфералық, эпифиттік, симбиотикалық микроағзалардың маңызды қасиеттерінің бірі [7, 8].

Зерттеудің мақсаты Солтүстік Қазақстанның Ақмола облысы жағдайында ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуін белсендіретін қасиетке ие микроағзалардың культураларын биопрепарат жасау мақсатында іріктеп алу. Топырақ микроағзалары өсімдіктердің дамуына айтарлықтай ықпал етеді, ғылыми зерттеулер олардың өсімдіктердің өсуін күшейтуі немесе керісінше баяулатуы мүмкін екенін көрсетеді. Тәжірибе барысында зертханалық жағдайда культуралды сүзінділердің тұқымның өнгіштігі мен өскіндердің даму ерекшеліктеріне әсері зерттелді.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу жұмысының мақсаты тұзға төзімді өсімдіктер микрофлорасынан бөліп алынған NaCl әртүрлі концентрациясында тұрақты өсуге бейім *Sphingobacterium caeni* 2P, *Erwinia psidii* 4P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Bacillus megaterium* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P, *Streptomyces europaeiscabiei* 85P, *Pseudomonas indoloxydans* 104P, *Bacillus megaterium*

106Р, *Bacillus megaterium* 113Р штамдарының культуралдық сүзінділерінің арпаның «Целинный 2005» сұрыпының өнгіштігіне әсерін анықтау болып табылады.

Зерттеу нысаны арпаның «Целинный 2005» сұрыпы. Тәжірибеде хлорлы натрийдің әртүрлі концентрациясында тұрақты өсуге бейім штамдар азотсыз сұйық Бёрка коректік ортасында: сахароза-20 г; KH_2PO_4 -0,16 г; K_2HPO_4 -0,64 г; NaCl -0,2 г; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -0,2 г; $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ -0,05 г; $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (0,05%)-5 мл; $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ (0,3%)-5мл; H_2O -1000 мл; рН 7,3 үздіксіз 3 тәулік бойы температурасы 28-30 °С термостаттарда өсірілді [9-11].

МУҚ 12036-85 стандартына сәйкес 100 данадан тұратын, ауру белгілері жоқ сау және бүтін дәндер іріктеліп алынып, төрт рет қайталанып зерттелді [12]. Дәндер құбыр суымен жуылғаннан кейін залалсыздандыру үшін 0,05% KMnO_4 ерітіндісі қолданылды. Тұқымдар микроағзалардың культуралды сүзінділерімен (титрі 10^6 кл/мл) 24 сағат бойы өңделді, ал бақылау нұсқасында культуралды сүзінді орнына дистилденген су қолданылды. Инокуляциядан кейін тұқымдар стерильді жағдайда ламинар бокста, алдын ала залалсыздандырылған, ішіне Whatman қағазы төселген Петри табақшаларына 100 дәннен орналастырылды. Өсу энергиясын анықтау мақсатында дәндер 48 сағатқа 28 °С температурада қалдырылды, ал өнгіштігін бағалау үшін олар бөлме температурасында 7 тәулік сақталды. Тұқымның өнгіштігі нақты уақытта қалыпты өскіндердің санын есептеу арқылы анықталды. Алдымен толық өскен тұқымдар тіркеліп, тұқымның өнгіштігі төмендегі формула бойынша есептелді (1):

$$\text{Өнгіштік} = (n \div N) \times 100 \quad (1)$$

мұнда: n – өнген тұқымдар саны, N – Петри табақшаларындағы барлық тұқымдар саны.

Ал тұқымның өсу қарқындылығын анықтау үшін, яғни 3-ші күні өнген тұқымдар санын есептеу үшін келесі формула қолданылды (2):

$$\text{Э} = n \div N \times 100 \quad (2)$$

мұнда: n – белгілі бір кезеңде өнген тұқымдардың саны, N – Петри табақшасындағы барлық тұқымдар саны.

Нәтижелер және талқылау

Микроағзалар, мысалы азот бекітуші бактериялар *Rhizobium* және *Azotobacter* атмосфералық азотты өсімдіктерге сіңімді формаға айналдырып, азотты алуға әсерін тигізеді. Сондай-ақ микроағзалардың фосфорды, калийді және басқа да микроэлементтерді сіңіруге көмектесетін әсері бар. Өсімдіктердің тамырларымен симбиотикалық байланыс орнататын саңырауқұлақтар суды және минералдарды, мысалы, фосфор мен мырышты жақсы сіңіруге көмектеседі. Ал өсімдіктер өз кезегінде саңырауқұлақтарды көміртекпен қамтамасыз етеді. Микориза өсімдіктердің құрғақшылыққа және ауруларға төзімділігін арттырып, топырақ құрылымын жақсартады. Өсімдіктерді патогенді бактериялардан, саңырауқұлақтардан және вирустардан қорғайтын бактериялар бар, мысалы *Trichoderma* саңырауқұлақтары және *Bacillus* бактериялары зиянды микроағзалардың дамуын тежеу арқылы өсімдіктің ауруға шалдықтауына септігін тигізеді. Микроағзалар сонымен қатар топырақ құрылымын жақсартуда маңызды роль атқарады. Топырақтың суды ұстап тұру, ауа өткізгіштік қабілеттерін арттыру арқылы өсімдіктердің су мен коректік заттарды сіңірілуін арттырады. Кейбір микроағзалар фитогормондар бөліп шығару арқылы өсімдіктердің өсуін ынталандыра алады. Бұл жас өскіндердің өсуі мен олардың қолайсыз жағдайларға төтеп беруінде маңызды болып табылады. Өсімдіктердің коректік заттармен қамтамасыз етіліп, топырақ құнарлылығының артуында да микроағзалардың ролі ерекше, олар өсімдік қалдықтары мен органикалық заттарды ыдыратып, гумусқа айналдырады. Сонымен қатар кейбір микроағзалар өсімдіктердің қорғаныс реакцияларын күшейтетін заттар шығару арқылы топырақ құрамындағы токсиндермен, құрғақшылықпен күресте де пайдалы бола алады. Топырақтағы өсімдіктермен әрекеттесу арқылы микроағзалар топырақтағы көміртегі айналымына да әсерін тигізеді. Бұл ауыл шаруашылығы тәжірибелерін тұрақты дамыту үшін, сонымен қатар климаттың өзгеруіне қарсы күрес үшін пайдалы болуы мүмкін [13].

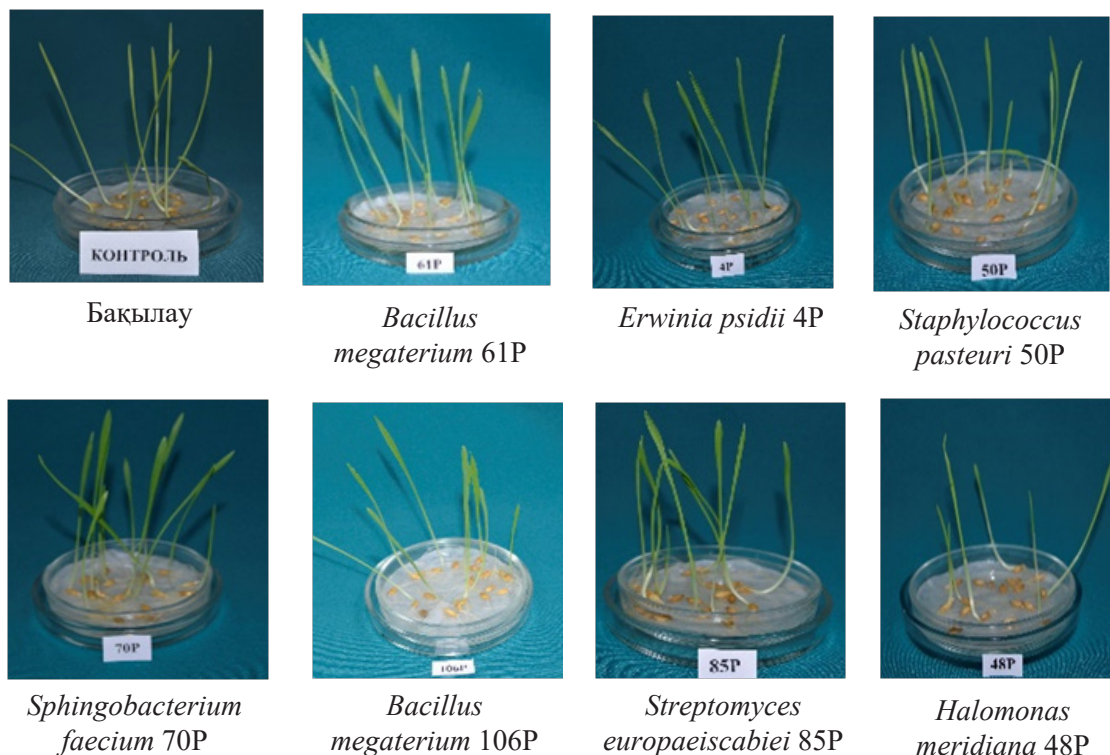
Микроағзалар табиғи экожүйелерде де, ауыл шаруашылығында да маңызды рөл атқарады, олардың қолданылуы тұрақты және өнімді ауыл шаруашылығы жүйелерін құруға ықпал етеді. Зерттеу жұмысында тұзға төзімді микроағзалар арпа тұқымның өсуі көрсеткіштеріне әсерін анықтау мақсатында алынды. А.М. Субботин деректеріне сәйкес арпа тұқымның өсуі мен дамуына микроағзалардың тигізетін әсері зерттеліп, тұзға төзімді штамдар таңдап алынған болатын [14].

Солтүстік Қазақстанның Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының сортаң топырақтарының өсімдіктерінің ризосферасынан бөлініп алынған микроағзалардың зертханалық жағдайда тұзға төзімділігі хлорлы натрийдың әр түрлі (1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% және 10%) концентрациясында алдын ала өсіру арқылы зерттелді. Нәтижесінде тұзға төзімді 10 штамм алынып, бұл микроағзалардың арпаның «Целинный 2005» сұрыпын өсуі мен дамуына әсері анықталды (1-кесте).

1-кесте – Тұзға төзімді микроағзалардың арпаның «Целинный 2005» сұрыпының өсуі мен дамуына әсері

Штамм №	Өсу энергиясы, % (3 тәулік)	Өнгіштік, % (7 тәулік)	Өскіндердің ұзындығы, см	Тамырдың ұзындығы, см	Тамыршалар саны, дана
Бақылау	53,3	43,0	7,8±0,4	5,4±0,3	5,0±0,1
<i>Sphingobacterium caeni</i> 2P	56,5	56,5	10,0±0,4	7,7±0,5	6,0±0,3
<i>Erwinia psidii</i> 4P	55,0	55,0	8,4±0,5	9,4±0,7	6,0±0,2
<i>Halomonas meridiana</i> 48P	58,3	68,0	10,2±0,7	7,2±0,3	6,0±0,1
<i>Staphylococcus pasteurii</i> 50P	66,5	70,0	10,5±0,1	6,5±0,2	6,0±0,3
<i>Flavobacterium frigidimaris</i> 61P	66,5	72,0	10,9±0,3	9,5±0,1	6,0±0,2
<i>Sphingobacterium faecium</i> 70P	56,6	65,0	10,5±0,2	10,2±0,3	5,0±0,1
<i>Streptomyces europaeiscabiei</i> 85P	54,3	55,0	9,2±0,7	10,1±0,3	5,0±0,2
<i>Pseudomonas indoloxydans</i> 104P	55,0	46,0	7,8±0,1	8,7±0,3	5,0±0,1
<i>Bacillus megaterium</i> 106P	55,0	45,0	8,2±0,4	9,1±0,5	5,0±0,1
<i>Bacillus megaterium</i> 113P	54,6	56,0	7,2±0,3	6,2±0,7	5,0±0,2

Кестеге сәйкес барлық зерттелген штамдардың ішінде *Sphingobacterium caeni* 2P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P бактериялардың өсу қарқындылығы жоғары болғаны байқалды. Атап айтқанда 3 тәулікте бақылау нұсқасында өсу қарқындылығы 53,3% құраса, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P штамдарында (66,5 %) 1,25 есеге, *Halomonas meridiana* 48P штамында (58,3%) 1,09 есе, *Sphingobacterium caeni* 2P (56,5%) және *Sphingobacterium faecium* 70P (56,6%) штамдарында бақылаумен салыстырғанда 1,06 есеге дейін артты. Арпаның өнгіштігі жалпы алғанда 43,0% және 72,0% аралығында болды. Бақылау штамымен салыстырғанда ең жоғары өнгіштік көрсеткен *Flavobacterium frigidimaris* 61P штамында 1,67 есе дейін артқаны байқалды (1-сурет).



1-сурет – Микроағзалардың in vitro жағдайында арпа тұқымының өсуі мен дамуына әсері

Зерттеуге алынған *Sphingobacterium caeni* 2P, *Halomonas meridiana* 48P, *Staphylococcus pasteurii* 50P, *Bacillus megaterium* 61P, *Sphingobacterium faecium* 70P штамдардың әсерінен арпа өскіндерінің ұзындығы бақылаумен салыстырғанда шамамен 9,5% дейін артса, ал *Sphingobacterium faecium* 70P, *Streptomyces europaeiscabiei* 85P, *Bacillus megaterium* 106P штамдары әсерінен тамырының ұзындығы 37% дейін артқаны байқалды. Тамыршалар саны бойынша да бұл штамдардың басымдық көрсеткені байқалады. Өсімдіктің тамыршасы бақылауға қарағанда 1 данаға артық болды. Бұл өсімдіктердің өсуіне және дамуына әсер ететін микроағзалардың метаболиттерінің әсер етуін көрсетеді. Микроағзалардан бөлінетін кейбір негізгі метаболиттер: цитокининдер, ауксиндер, гиббереллиндер, салицил қышқылы және каротиноидтар. Цитокининдер тамыршалар санының артуына және өсімдіктердің дамуына ықпал етсе, ауксиндер тамырлардың ұзындығына және олардың санын арттыруға көмектеседі. Гиббереллиндер өсімдіктердің өсуін тездететін гормондар болып табылады, олар жасушалардың ұзаруына әсер етіп, тамырдың дамуына ықпал етеді. Салицил қышқылы өсімдіктің стресске қарсы қорғанысын күшейтіп, тамыр жүйесінің дамуына оң әсер етуі мүмкін. Осы метаболиттер микроағзалардан бөлініп, өсімдіктердің физиологиялық процестеріне әсер етіп, тамыр жүйесінің дамуына және қоректік заттарды тиімді сіңіруге ықпал етеді.

Тұзды ортаға төзімді микроағза штамдарымен арпа тұқымын өңдеу арқылы зерттелген штамдардың басым бөлігі дақылдың морфометриялық көрсеткіштеріне, соның ішінде өскін мен тамырдың өсуіне және тамырша санына әсер еткенін көрсетті.

Қорытынды

Тұқым материалдарының сапасы ауыл шаруашылығы өнімдерінің өнімділігіне тікелей әсер етеді. Өсу энергиясы мен тұқымның өнгіштігінің көрсеткіштері – бұл тұқымның жоғары сапасын қамтамасыз ету үшін маңызды факторлар. Өсу энергиясы жоғары тұқымдар дұрыс және толық өскіндер береді, бұл өсімдіктердің жақсы өсуі мен дамуын қамтамасыз етеді. Мұндай тұқымдар әсіресе сыртқы жағдайлардың қолайсыздығына қарсы оң нәтиже көрсетеді, себебі олар арамшөптермен бәсекеге түсе алады және қоршаған орта әсерлеріне төзімділіктері жоғары болады. Ал өнімділік көрсеткіші төмен болған жағдайда тұқымдар толыққанды өскіндер