УДК 635.1:631.86 **Исследовательская статья**

Влияние биоорганических удобрений на ростовые параметры, продуктивность и качество моркови (*Daucus carota* L.) в условиях предгорной зоны юго-востока Казахстана

Айтбаев Т.Е.[1], **Айтбаева А.Т.**[2], **Бурибаева Л.А.**[2], **Зоржанов Б.Д.**[2], **Манабаева У.А.**[2]

[1]ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства», Алматы, Казахстан
[2]Региональный филиал «Кайнар» ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства», Алматинская область, Карасайский район, п. Кайнар, Казахстан

Автор-корреспондент: Айтбаева А.Т.: aitbayeva_at@mail.ru
Соавторы: (1: ТА) aitbayev.te@mail.ru; (2: ЛБ) buribaeva_l_66@mail.ru
(3: БЗ) berik_zorzhanov@mail.ru; (4: УМ) manabaeva1971@mail.ru

Получено: 01.07.2026 **Принято:** 08.09.2026 **Опубликовано:** 30.09.2026

Авторские права: Айтбаев Т.Е. и др. Данная статья размещена в открытом доступе и распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

Аннотация

Предпосылки и цель. Морковь (*Daucus carota* L.) является одной из наиболее востребованных овощных культур, характеризующейся высокой пищевой ценностью и значительным потребительским спросом. В условиях развития органического сельского хозяйства особое значение приобретает разработка эффективных биоорганических систем питания, обеспечивающих повышение продуктивности и качества продукции при снижении химической нагрузки. Целью исследования являлось определение эффективности комплексного применения биоорганических удобрений при выращивании органической моркови в почвенно-климатических условиях юго-востока Казахстана.

Материалы и методы. Исследования проводились в 2024–2025 гг. на базе Регионального филиала «Кайнар» ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодоовощеводства» (далее РФ «Кайнар» КазНИИПО) в предгорной зоне юго-востока Казахстана. В опыте использовали районированный сорт моркови Алау. Опыт включал контрольный вариант (Т1) и четыре варианта с применением биоорганических удобрений (Т2-Т5), заложенные в четырехкратной повторности. Оценивались биометрические показатели растений и корнеплодов, урожайность, содержание сухого вещества, общего сахара, витамина С, каротина и нитратов. Статистическую обработку данных проводили методом однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) при уровне значимости $p \leq 0,05$.

Результаты. Результаты исследований показали, что применение биоорганических удобрений положительно влияет на рост, развитие и продуктивность культуры моркови, способствуя формированию более развитого листового аппарата и крупных корнеплодов. Улучшение ростовых процессов сопровождалось увеличением товарной массы, размеров корнеплодов и урожайности культуры. Наиболее высокая урожайность отмечена в варианте Т3 – 30,09 т/га, что на 40,34% превышало контроль (Т1). Применение биоорганических удобрений также способствовало улучшению биохимических показателей корнеплодов, при этом содержание нитратов в корнеплодах во всех вариантах опыта не превышало предельно-допустимой концентрации, что подтверждает безопасность полученной продукции. Статистическая обработка полученных данных подтвердила достоверность различий по урожайности между вариантами опыта (Т1-Т5).

Заключение. Применение биоорганических удобрений является эффективным приемом повышения продуктивности и качества моркови в условиях юго-востока Казахстана. Полученные результаты показывают перспективность комплексного применения биогумуса и жидких биологических удобрений для формирования высокопродуктивных и качественных корнеплодов при экологически ориентированном производстве.

Ключевые слова: морковь (*Daucus carota* L.); биоорганические удобрения; биометрические показатели; продуктивность; биохимические показатели; юго-восток Казахстана.

Как цитировать: Айтбаев Т.Е., Айтбаева А.Т., Бурибаева Л.А., Зоржанов Б.Д., Манабаева У.А. (2026). Влияние биоорганических удобрений на ростовые параметры, продуктивность и качество моркови (*Daucus carota* L.) в условиях предгорной зоны юго-востока Казахстана. *Евразийский агротехнический журнал,* 3 (131), 6-17. DOI: https://doi.org/10.51452/eaj.2026.3(131).2273

Введение

Развитие органического сельского хозяйства в Казахстане требует разработки и внедрения биологизированных агротехнологий и инновационных решений, обеспечивающие получение экологически безопасной продукции. Неуклонно растет спрос на органическую продукцию, что обусловлено повышенным интересом потребителей к качественным и безопасным продуктам питания. Органическая продукция, выращенная без применения синтетических пестицидов и минеральных удобрений имеет более высокую рыночную стоимость, что способствует повышению рентабельности производства [1].

В течение нескольких десятилетий рост продуктивности сельскохозяйственных культур, во многом был достигнут за счёт интенсивного применения синтезированных минеральных удобрений и химических средств защиты растений. По некоторым данным [2], данная стратегия способствовала существенному увеличению продуктивности агроценозов, однако сопровождалась рядом негативных последствий, включая загрязнение окружающей среды, накопление токсичных остатков в пищевой продукции и рост резистентности вредных организмов к пестицидам.

В связи с этим, в последние годы возросла необходимость перехода к более экологически ориентированным и устойчивым агротехнологиям, основанным на биологизации систем питания и защиты растений. В данном контексте особый научный и практический интерес вызвало применение биостимуляторов растений, включая гуминовые вещества, экстракты водорослей, микробные инокулянты и аминокислоты, которые рассматриваются как перспективный инструмент стимуляции роста растений, улучшения усвоения питательных веществ, повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур к абиотическим стрессам [3, 4, 5].

Имеется ряд исследований, подтверждающие эффективность частичного или полного применения органических удобрений и стимуляторов на биологической основе на всех сельскохозяйственных культурах. Комплексное применение биостимуляторов с минеральными или органическими удобрениями способствует повышению коэффициента использования питательных элементов, особенно в условиях ограниченных почвенных ресурсов или водного стресса [6, 7, 8, 9].

Абиотические стрессы, в частности засуха, засоление и экстремальные температуры, являются основной причиной потерь урожая во всем мире, снижающие среднюю урожайность большинства основных сельскохозяйственных культур более чем на 50% [10]. В этой связи, применение биостимуляторов было выделено как один из наиболее перспективных и эффективных способов поддержания урожайности [11, 12].

Известно, что морковь (*Daucus carota* L.) является одной из наиболее важных овощных культур, представляющий большой потребительский интерес за счет высокого содержания в корнеплодах провитамина А, каротина, витаминов В, РР, С, К и минералов. По данным ФАО, морковь является одной из наиболее широко культивируемых овощных культур, рыночная стоимость которой растет на 4,19% ежегодно. Основная часть мирового производства (34%) приходится на Китай, Россию и США [13].

Морковь (*Daucus carota* L.) относится к культурам, отличающиеся пониженной всхожестью и медленным прорастанием. Биология размножения моркови осложняет прорастание семян и формирование равномерных всходов. Современные исследования подтверждают, что применение предпосевной обработки семян моркови биостимуляторами, способствует ускорению прорастания, повышению жизнеспособности сеянцев и их устойчивости к стрессовым условиям [14].

Также морковь относится к культурам с высокой потребностью в элементах питания, поэтому эффективное управление минеральным питанием является одним из ключевых факторов получения высокого урожая и качественной продукции. Некоторые исследования подтверждают эффективность применения микробных биостимуляторов на моркови в период вегетации. Имеются достоверные результаты, где совместное применение биологических стимуляторов с органическими удобрениями повышает продуктивность и качество корнеплодов моркови. Исследования ряда авторов показали, что вермикомпост и полупревший навоз, применяемые по отдельности или в комбинации представляли устойчивую альтернативу

химическим удобрениям, улучшая плодородие почвы, повышая рост, продуктивность и качество корнеплодов моркови, что подтверждает необходимость проведения подобных исследований в условиях нашего региона.

Морковь в Казахстане возделывается в летний период, а для круглогодичного потребления закладывается на хранение на длительный срок до 5–7 месяцев и больше. Для лучшей сохранности корнеплодов необходимо принимать меры в период вегетации растений, чтобы не допустить распространения патогенов и сохранить корнеплоды здоровыми. Данные показывают, что потери от зараженной продукции при хранении в среднем достигают 25–40% [15]. Поэтому при выращивании моркови необходимо получать здоровые корнеплоды, что напрямую зависит от качества семенного материала и агротехнических мероприятий в период вегетации.

Принципы современной экологически ориентированной агротехнологии требуют внедрения методов выращивания моркови, направленных на биологизацию производства, повышение урожайности и получение экологически безопасной продукции. Несмотря на многочисленные исследования, подтверждающие эффективность применения биоорганических удобрений, технологии возделывания моркови в Казахстане по прежнему основаны преимущественно на традиционных агротехнологиях с интенсивным использованием минеральных удобрений. В то же время эффективность комплексного применения биогумуса и жидких биологических стимуляторов при выращивании моркови в почвенно-климатических условиях юго-востока Казахстана остается не изученным, что и послужило основанием для проведения данных исследований.

Материалы и методы

Исследования были проведены на базе РФ «Кайнар» КазНИИПО, расположенной в предгорной зоне юго-востока Казахстана, на северном склоне Заилийского Алатау на высоте 1000–1050 м над уровнем моря в период 2024–2025 гг. Регион характеризуется резко континентальным климатом: средняя температура в июле составляет 24–26 °C, а в январе – от –8 до –12 °C. Годовое количество осадков колеблется от 350 до 600 мм, из которых 120–300 мм выпадает в течение вегетационного периода. Сумма активных температур составляет примерно 3100–3400 °C, что обеспечивает благоприятный тепловой режим для выращивания овощных культур при орошении.

Почва опытного участка классифицируется как тёмно-каштановая, со среднесуглинистым гранулометрическим составом и слабо выраженной структурой. В верхнем слое (0–20 см) содержится 2,27% гумуса, доступный азот – 61,6 мг/кг, фосфор – 38 мг/кг, калий – 240 мг/кг. Почва имеет слабощелочную реакцию среды (pH 8,36–8,37) и содержание карбонатов кальция ($CaCO_3$) – 1,23% в верхнем слое, уменьшаясь до 1,14% на глубине 20–40 см. Плотность сложения варьируется от 1,1 до 1,2 г/см³, а минимальная полевлагозарядная способность составляет 26,6%. Из-за слабой агрегатной структуры почва склонна к образованию поверхностной корки и уплотнению при поливе или выпадении осадков. В механическом составе горизонта 0–20 см преобладают частицы размером 0,05–0,01 мм (41,41%) и мелкодисперсные (<0,001 мм – 18,68%), тогда как в подпочвенном горизонте (20–40 см) увеличивается доля более крупных частиц.

Схема опыта включала пять вариантов (Т1–Т5), направленных на оценку эффективности биоудобрений:

Т1 – Контроль (без обработки);

Т2 – Биогумус, 5 т/га + Целобацирин, состоит из целлюлолитических бактерий, микро-мезо элементов в хелатном соединении, титр не менее КОЕ/мл – 9×109, для листовой обработки – 1,5 л на 1 га, с расходом рабочей жидкости 200 л/га, 3-кратно с интервалами 14 суток + Фосфобацирин-С, норма расхода для предпосевной обработки семян – 2,0 мл/л, 1-кратно (Республика Казахстан);

Т3 – Биогумус, 5 т/га + БиоСок Энерджи, состоит из азота (N): 2.5%, фосфора (P2O5): 1,2%, калия (K_2O): 3,5%, кальция (Ca): 1,5%, магния (Mg): 0,8%, органических веществ – 15%, микроэлементы (железо, цинк, медь, марганец и другие) – 0,3%, pH: 6.0–7.0. Применялся в норме 6,0 л/га, путем листовой подкормки, 5-кратно, с интервалами 7–10 суток начиная с фазы 6–8 листьев (Республика Казахстан);

Т4 – Биогумус, 5 т/га + Scudo, состоит из 9% водорастворимой формы меди, 11% серы, 3,5% органического азота, 9% аминокислот и пептидов, 38% органических веществ, pH равен 9. Применялся в норме 3,0 л/га, путем листовой обработки, 3-кратно, с интервалами 20 суток, начиная с фазы – 6–8 листьев (Италия).

Т5 – Биогумус, 5 т/га + Фитолаза, состоит из энзимов, элиситоров, липо- и гликопротеинов, полипептидов, олигосахаридов, органических кислот и витаминов, применялся в норме 300 мл/га, с начиная с фазы 6-8 листьев с интервалами – 10–14 суток, общее количество обработок – 5 + Нано Сера, состоящая на 40% из нано частиц серы, применялся в норме 6,0 л/га, 1-кратно, начиная с фазы активного вегетативного роста, с расходом рабочей жидкости – 250 л/га (Республика Казахстан).

Агротехника овощных культур, в опытах общепринятая, осуществлялась в соответствии с рекомендациями РФ «Кайнар» КазНИИПО [16].

В опытах использовали сорт моркови Алау, официально рекомендованный для возделывания в данной зоне. Посев семян осуществляли 29 и 30 апреля в вегетационные периоды 2024 и 2025 гг. соответственно. Опыт был заложен по рендомизированной схеме в четырехкратной повторности, площадь учетной делянки составляла 25 м². Посев производили по схеме 70 см, 3-х строчно. Предшественником культуры был картофель. Минеральные удобрения вносились в дозе N90P90K60, орошение проводили пять раз с оросительной нормой 500-550 $м^3 \bullet га^{-1}$. Агротехнические мероприятия осуществляли в соответствии с зональными рекомендациями и включали зяблевую вспашку (27–29 см), весеннюю обработку почвы, двукратное боронование, междурядные рыхления, окучивание, орошение, а также меры защиты растений от вредителей, болезней и сорняков.

Фенологические и биометрические наблюдения опытных растений моркови в полевых условиях были проведены на стадиях: единичные всходы (BBCH 10–15), массовые всходы (BBCH 19–24), формирование 3–5 настоящих листьев (BBCH 32–39), начало формирования корнеплодов (BBCH 52–58), интенсивный рост корнеплодов (BBCH 75–81), техническая спелость корнеплодов (BBCH 109–118) [17].

Описание морфологических характеристик культуры моркови проводились на двух ключевых этапах: (I) интенсивный рост корнеплодов, (II) интенсивное формирование корнеплодов. Для этих наблюдений случайным образом выбирались десять модельных растений из каждого опытного варианта. На каждом из указанных этапов регистрировались данные по массе растений, числу листьев, длине наибольшего листа, дополнительно в репродуктивную фазу – товарная масса корнеплодов, их длина и диаметр [18, 19].

В период полной зрелости проводился учёт урожая путём уборки всей площади каждого из четырёх повторов в каждом варианте опыта. Общая товарная урожайность корнеплодов рассчитывалась и выражалась в тоннах на гектар (т/га). На основе этих данных определялись прирост урожая и процентное увеличение по сравнению с контролем (Т1) для оценки агрономической эффективности опытных вариантов (Т2–Т5).

Для определения сухих растворимых веществ использовали рефрактометрический метод в соответствии с ГОСТ 28562-90 [20]. Общее содержание сахаров анализировали по ГОСТ 8756.13-87 [21], концентрацию витамина С – по ГОСТ 24556-89 [22]. Определение содержания каротина проводилось спектрофотометрическим методом по ГОСТ ISO 6558 2 2019 [23]. Содержание нитратов в корнеплодах определяли потенциометрическим методом согласно ГОСТ 29270-95 [24].

Статистический анализ. Для сравнения средних значений каждого измеряемого показателя между пятью вариантами опыта (Т1–Т5) использовался однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA). При выявлении значимых различий ($p \leq 0,05$) проводились пост-хок сравнения с использованием теста честной значимой разницы Тьюки (Tukey HSD). Все статистические анализы и визуализация данных выполнялись с использованием программного обеспечения R версии 4.2.1 и STATISTICA 10. Также рассчитывались значения наименьшей значимой разницы (LSD) на уровне доверия 95% для поддержки интерпретации влияния вариантов опыта.

Результаты

Анализ биометрических показателей растений моркови за 2024–2025 гг. показал положительное влияние применения биоорганических удобрений на рост растений в фазу интенсивного роста вегетативной части по сравнению с контролем (Т1). Наиболее высокие

значения массы растений сформировались на вариантах Т5 и Т3 – 254,71 и 247,75 г соответственно, тогда как на контроле (Т1) данный показатель составил 167,00 г.

Увеличение массы сопровождалось формированием более развитого листового аппарата. Среднее число листьев в вариантах Т3 и Т5 достигало 15,62 –16,00 шт. против 12,13 шт. на контроле, а длина наибольшего листа увеличивалась до 58,19 – 60,55 см при 49,20 см (Т1) (таблица 1). В варианте Т2 также отмечены высокие значения изучаемых показателей: масса растения – 251,33 г, число листьев – 15,88 шт., длина наибольшего листа – 60,55 см. В варианте Т4 средняя масса растения составила 235,72 г, число листьев – 14,00 шт., длина наибольшего листа – 55,27 см.

Таблица 1. Влияние биоорганических удобрений на биометрические показатели культуры моркови (среднее за 2024–2025 гг.), фаза – интенсивный рост вегетативной части

Варианты опыта	Годы исследований	Масса растения, грамм	Среднее	Число листьев, штук	Среднее	Длина наибольшего листа, см	Среднее
Т1	2024	165,70 ± 2,51	167,00	11,00 ± 0,82	12,13	48,95 ± 1,76	49,20
	2025	168,30 ± 5,46		13,25 ± 0,25		49,45 ± 1,91	
Т2	2024	250,53 ± 5,72	251,33	16,00 ± 1,08	15,88	61,68 ± 2,60	60,55
	2025	252,13 ± 7,30		15,75 ± 1,48		59,43 ± 3,10	
Т3	2024	239,38 ± 6,98	247,75	15,25 ± 1,03	15,62	57,95 ± 2,42	58,19
	2025	256,13 ± 8,50		16,00 ± 1,22		58,43 ± 3,69	
Т4	2024	238,33 ± 6,77	235,72	14,50 ± 1,04	14,00	57,95 ± 2,31	55,27
	2025	233,13 ± 5,87		13,50 ± 1,04		52,60 ± 2,45	
Т5	2024	259,23 ± 11,48	254,71	15,75 ± 1,70	16,00	60,03 ± 3,85	59,41
	2025	250,20 ± 7,76		16,25 ± 1,38		58,80 ± 2,01	

В фазу интенсивного формирования корнеплодов применение биоорганических удобрений способствовало увеличению товарной массы, длины и диаметра корнеплодов во всех обработанных вариантах (Т2-Т5) по сравнению с контролем (Т1). Средняя минимальная товарная масса корнеплодов в вариантах Т2-Т5 составляла от 139,25 до 158,12 г против 100,75 г в контроле. Наибольшая средняя максимальная товарная масса отмечена в варианте Т3 – 230,75 г, что превышало контроль на 94,75 г или 69,12% (136,00 г). Вариант Т2 характеризовался наибольшей минимальной длиной корнеплодов – 10,86 см, тогда как максимальная длина отмечена в Т5 – 13,57 см. По диаметру корнеплодов наиболее высокие значения получены в Т3 – 3,76 см. В вариантах Т2, Т4 и Т5 данный показатель составил 3,65, 3,60 и 3,69 см соответственно, против 2,94 см в контроле (таблица 2).

Таблица 2. Влияние биоорганических удобрений на биометрические показатели культуры моркови (среднее за 2024–2025 гг.), (фаза – интенсивное формирование корнеплодов)

Варианты опыта	Годы иссле-дований	Товарная масса корнеплодов, грамм		Длина корнеплода, см		Диаметр корнеплода, см	
		min	max	min	max	min	max
Т1	2024	97,00±10,17	130,75±16,56	7,85 ± 0,58	10,53 ± 0,56	2,23 ± 0,34	3,03 ± 0,30
	2025	104,50 ±16,03	141,25±21,72	7,68 ± 0,61	10,15 ± 0,84	2,30 ± 0,37	2,85 ± 0,18
	Среднее	100,75	136,00	7,76	10,33	2,26	2,94
Т2	2024	156,75 ±19,40	208,75 ±27,90	11,13 ±1,16	13,75 ± 1,65	2,93 ± 0,39	3,85 ± 0,34
	2025	159,50 ±20,98	216,00 ±21,04	10,60 ± 0,68	13,08 ± 0,65	2,93 ± 0,34	3,45 ± 0,38
	Среднее	158,12	212,37	10,86	13,41	2,92	3,65
Т3	2024	145,50 ± 13,82	245,75 ± 25,50	10,18 ± 0,57	12,88 ± 2,09	2,78 ± 0,40	3,83 ± 0,46
	2025	154,75 ±24,62	215,75 ±24,61	10,20 ± 0,70	13,05 ± 1,59	2,93 ± 0,34	3,70 ± 0,22
	Среднее	150,12	230,75	10,19	12,96	2,85	3,76

Продолжение таблицы 2

Т4	2024	140,50 ± 14,06	208,25 ± 21,55	9,73 ± 0,83	12,55 ± 1,44	2,63 ± 0,34	3,55 ± 0,26
	2025	138,00 ± 9,13	190,75 ± 20,73	10,13 ± 0,60	12,55 ± 1,28	2,75 ± 0,50	3,65 ± 0,34
	Среднее	139,25	199,62	9,92	12,55	2,69	3,60
Т5	2024	158,25 ± 22,41	221,25 ± 31,76	10,45 ± 0,79	13,23 ± 1,08	2,83 ± 0,32	3,83 ± 0,46
	2025	149,75 ± 18,93	222,50 ± 20,58	10,45 ± 0,54	13,92 ± 1,07	2,73 ± 0,31	3,55 ± 0,44
	Среднее	154,00	221,87	10,45	13,57	2,77	3,69

Биохимический анализ корнеплодов показал различия по содержанию основных компонентов химического состава корнеплодов в зависимости от применяемого варианта биоорганических удобрений (таблица 3). Наиболее высокое содержание сухого вещества (16,38%) и общего сахара (13,54%) отмечено в варианте Т3, где данные показатели превышали контроль на 3,32 и 1,44% соответственно. Высокое содержание сухого вещества также отмечено в вариантах Т2 (16,10%) и Т4 (15,86%), тогда как в контроле его содержание составляло 13,06%. Наибольшее содержание витамина С зафиксировано в варианте Т4 (8,74 мг%), что на 2,20 мг% выше контроля (6,54 мг%). В вариантах Т2, Т3 и Т5 содержание аскорбиновой кислоты составило 8,15, 7,60 и 7,32 мг% соответственно. Максимальное содержание каротина отмечено в варианте Т2 (8,96 мг%), что превышало контрольный показатель на 20,27% (7,45 мг%).

Содержание нитратов варьировало от 96,4 мг/кг сырой массы в варианте Т4 до 222,6 мг/кг в Т3. В контрольном варианте (Т1) содержание нитратов составило 118,4 мг/кг.

Таблица 3. Влияние биоорганических удобрений на биохимические показатели культуры моркови (среднее за 2024–2025 гг.)

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Витамин «С», мг%	Каротин мг%	Нитраты, мг/кг
Т1	13,06 ± 0,22	12,10 ± 0,22	6,54 ± 0,16	7,45 ± 0,24	118,4 ± 6,1
Т2	16,10 ± 0,20	13,12 ± 0,31	8,15 ± 0,18	8,96 ± 0,27	157,8 ± 7,5
Т3	16,38 ± 0,19	13,54 ± 0,28	7,60 ± 0,15	8,18 ± 0,25	222,6 ± 9,3
Т4	15,86 ± 0,17	12,42 ± 0,26	8,74 ± 0,17	7,84 ± 0,22	96,4 ± 7,1
Т5	14,82 ± 0,18	13,36 ± 0,34	7,32 ± 0,19	8,32 ± 0,28	193,5 ± 8,8

Сравнительный анализ урожайности показал увеличение продуктивности корнеплодов в вариантах с применением биоорганических удобрений в сравнении с контролем (таблица 4). Средняя урожайность в контрольном варианте (Т1) составила 21,44 т/га, тогда как в обработанных вариантах данный показатель увеличивался до 27,65-30,09 т/га. Наиболее высокая урожайность отмечена в варианте Т3 – 30,09 т/га, что обеспечило дополнительную прибавку урожая – 8,65 т/га или 40,34% к необработанному контролю. Вариант Т5 также характеризовался высокой продуктивностью – 29,70 т/га, с прибавкой 8,26 т/га (38,53%). В вариантах Т2 и Т4 было получено 6,70 и 6,21 т/га дополнительного урожая к варианту Т1 соответственно.

Результаты дисперсионного анализа подтвердили статистически значимое влияние изучаемых вариантов на урожайность моркови ($F = 39,05$; $p < 0,001$; $W = 0,99$). При значении $LSD_{0.05} = 1,71$ т/га прибавка урожая во всех обработанных вариантах относительно контроля (Т1) превышала величину наименьшей существенной разницы, что свидетельствует о достоверном повышении урожайности под влиянием биоорганических удобрений.

Таблица 4. Влияние биоорганических удобрений на урожайность культуры моркови (среднее за 2024–2025 гг.)

Варианты опыта	Повторности, т/га				Средний урожай, т/га	Дополнительный урожай корнеплодов	
	I	II	III	IV		т/га	%
T1	22,25	21,60	19,70	22,20	21,44	-	-
T2	26,95	30,05	27,80	27,75	28,14	6,70	31,25
T3	28,95	31,55	29,85	30,00	30,09	8,65	40,34
T4	26,85	26,55	28,60	28,60	27,65	6,21	28,96
T5	29,85	30,75	29,30	28,90	29,70	8,26	38,53
Точность опытов (m%):					2,02		
Наименьшая существенная разница ($LSD_{0.05}$):					1,71		
LSD (p<0.05) ANOVA results: F = 39,05; W: 0.99; p-value: < 0.001							

Обсуждение

Полученные результаты показали, что применение биоорганических удобрений способствовало улучшению ростовых процессов растений моркови и формированию более развитого листового аппарата. Увеличение массы растений и числа листьев в обработанных вариантах, особенно Т2, Т3 и Т5 указывает на более интенсивное формирование ассимиляционной поверхности по сравнению с контролем. Более развитый листовой аппарат потенциально создает благоприятные условия для накопления и последующей транслокации фотоассимилятов в формирующиеся корнеплоды.

Выраженное увеличение размеров и массы корнеплодов в вариантах Т2–Т5 согласуется с результатами исследований других авторов [26], которые отмечали положительное влияние обогащенных органических удобрений и биостимуляторов на рост и продуктивность моркови при их комплексном применении. В приведенном исследовании применение биоорганических удобрений обеспечивало формирование растений высотой до 38,40 см, с числом листьев 14,33 шт., массой корнеплода 103,39 г и урожайностью 26,88 т/га. При менее эффективном варианте соответствующие показатели составили 27,10 см, 11,50 шт., 59,52 г и 14,30 т/га.

Полученные нами результаты в целом подтверждают тенденцию к улучшению ростовых и продуктивных характеристик моркови при использовании биоорганических удобрений. Более высокая масса и размеры корнеплодов в обработанных вариантах могут быть связаны с усилением фотосинтетической активности растений и увеличением поступления ассимилянтов в корнеплоды. Некоторые авторы отмечают [27], что увеличение листовой площади и общей биомассы растений способствует повышению фотосинтетического потенциала и эффективности распределения продуктов ассимиляции, что непосредственно связано с формированием урожая корнеплодных культур.

Изменения биохимического состава корнеплодов также свидетельствуют о положительном влиянии биоорганических удобрений на качество продукции. Наиболее выраженное содержание сухого вещества и общего сахара отмечено в варианте Т3, тогда как максимальное содержание витамина С наблюдалось в Т4, а каротина – в Т2. Таким образом, различные варианты биоорганических удобрений оказывали неодинаковое влияние на отдельные показатели качества, что может быть обусловлено различиями в составе и направленности действия применяемых препаратов. Полученные результаты по содержанию аскорбиновой кислоты и нитратов в корнеплодах согласуются с данными 4-летних исследований, в котором при органической системе возделывания моркови содержание витамина С было на 10% выше, а содержание нитратов на 14% ниже по сравнению с традиционной системой возделывания. Вместе с тем, наши данные показывают, что реакция моркови на биоорганические удобрения зависит от конкретного варианта обработки: максимальное содержание витамина С и низкий уровень нитратов отмечены в варианте Т4.

Наиболее выраженный эффект по урожайности был отмечен в вариантах Т3 и Т5, варианты Т2 и Т4 также обеспечивали достоверное повышение продуктивности относительно контроля (Т1).

В целом, результаты показывают, что комплексное применение биоорганических удобрений при возделывании культуры моркови способствовало повышению продуктивности, улучшению биометрических показателей и качества корнеплодов.

Заключение

По результатам двухлетних (2024–2025 гг.) исследований установлено положительное влияние комплексного применения биоорганических удобрений на ростовые параметры, продуктивность и качество культуры моркови. Внесение биогумуса в твердой форме в сочетании с жидкими формами биологических удобрений способствовало существенному повышение продуктивности культуры. Как наиболее эффективный, был выделен вариант Т3, где урожайность корнеплодов достигала 30,09 т/га, при прибавке дополнительного урожая - 8,65 т/га (40,34%) к контролю (Т1).

Улучшение основных показателей роста и продуктивности культуры в сравнении с контролем (Т1) отмечено в вариантах Т3 и Т5, где масса растений превышала контроль на 48,4 и 52,5% соответственно, а число листьев – на 28,7–31,9%. Максимальная товарная масса корнеплодов сформировалась в варианте Т3 и составила 230,75 г, что выше контроля на 69,70%.

Биохимический анализ корнеплодов показал улучшение основных показателей качества при применении биоорганических удобрений. Наибольшее содержание сухого вещества и общего сахара отмечено в варианте Т3 – 16,38 и 13,54% соответственно, витамина С – Т4 (8,74 мг%), каротина – Т2 (8,96 мг%). Содержание нитратов варьировало от 96,4 до 222,6 мг/кг сырой массы и оставалась в предельно-допустимой концентрации, что свидетельствует о безопасности полученной продукции.

Дисперсионный анализ подтвердил достоверное влияние вариантов опыта на урожайность моркови ($F = 39,05$; $p < 0,001$; $LSD_{0.05} = 1,71$ т/га).

Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности и значительном потенциале комплексного применения биогумуса и жидких биологических удобрений в системе органического производства моркови для повышения продуктивности и улучшения качества корнеплодов в условиях предгорной зоны юго-востока Казахстана. Учитывая биологическое происхождение применяемых удобрений, их комплексное применение может быть рекомендовано как для органического, так и традиционного производства моркови.

Вклад авторов

АА: разработка научной концепции исследований, формулирование целей и задач, разработка методического подхода, обобщение и научная интерпретация полученных результатов, редактирование и литературная корректировка, взаимодействие с редакцией журнала. ТА: координация исследовательской работы, организационное сопровождение и обеспечение эксперимента, участие в подготовке рукописи, финальная проверка рукописи. ЛБ: проведение биохимических анализов, сбор и обобщение результатов лабораторных исследований. БЗ: проведение лабораторных и полевых наблюдений, сбор, обобщение и анализ экспериментальных данных. УМ: сбор экспериментальных данных, обработка и анализ первичных данных, проведение статистического анализа полученных результатов.

Информация о финансировании

Исследование выполнено в рамках программно-целевого финансирования по программе BR22885418 «Научное обеспечение технологического развития органического производства сельскохозяйственной продукции в Республике Казахстан» на 2024–2026 годы, финансируемого Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан.

Список литературы

1 Jaenicke, E.C., Carlson, A.C. (2015). Estimating and Investigating Organic Premiums for Retail-Level Food Products. *Agribusiness*, 31, 453–471. DOI:10.1002/agr.21413.

2 Volpato, S., Masoero, G., Giovannetti, G., Nuti, M. (2020). Arbuscular mycorrhizal biofertilizers sources in the potato (Solanum tuberosum) plant show interactions with cultivars on yield and litter bags spectral features. *J. Agron. Res.*, 2(4), 9–17. DOI: 10.14302/issn.2639-3166.jar-20-3185.

3 Van Oosten, M.J., Pepe. O., De Pascale, S., Silletti, S., Maggio, A. (2017). The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants., *Chem. and Biolog.l Technol. in Agric*., 4, 12. DOI:10.1186/s40538-017-0089-5.

4 Abdelkader, M. (2021). The Influence of Biostimulants on Tomato Plants Cultivated under Hydroponic Systems. *J. Horticul. Res*., 29(2), 107-116. DOI:10.2478/johr-2021-0012.

5 Kundu, S., Karak, S., Hansda, N.N., Thapa, U., Rahaman, A.O. (2023). Assessing the Effects of Biostimulant on Tomato Growth, Yield and Quality in Open Field Condition. *Intern. J. of Environ. and Climat. Chan*., 13(12), 1177–1187. DOI:1 .9734/ijecc/2023/ v13i123782.

6 Soppelsa, S., Kelderer, M., Casera, C., Bassi, M., Robatscher, P., Matteazzi, A., Andreotti, C. (2019). Foliar Applications of Biostimulants Promote Growth, Yield and Fruit Quality of Strawberry Plants Grown under Nutrient Limitation. *Agronomy*, 9, 483. DOI:10.3390/agronomy 9090483.

7 Mannino, G., Campobenedetto, C., Vigliante, I., Contartese, V., Gentile, C., Bertea, C.M. (2020). The Application of a Plant Biostimulant Based on Seaweed and Yeast Extract Improved Tomato Fruit Development and Quality. *Biomolecules*, 10, 1662. DOI:10.3390/biom10121662.

8 Liava, V., Chaski, C., Añibarro-Ortega, M., Pereira, A., Pinela, J., Barros, L., Petropoulos, S.A. (2023). The Effect of Biostimulants on Fruit Quality of Processing Tomato Grown under Deficit Irrigation. *Horticulturae*, 9, 1184. DOI:10.3390/horticulturae 9111184.

9 Ride, R.S., Ahmed, S., Monami, S.A., Sarkar, M.D. (2024). Improvement in growth, yield, and fruit quality of tomato by foliar application of humic and salicylic acids. *Notul. Scien. Biol.*, 16(4), 12189. DOI:10.55779/nsb16412189.

10 Wang, W., Vinocur, B., Altman, A. (2003). Plant responses to drought, salinity and extreme temperatures: towards genetic engineering for stress tolerance. *Planta*, 218, 1–14. DOI: 10.1007/ s00425-003-1105-5.

11 Rouphael, Y., Spíchal, L., Panzarová, K., Casa, R., Colla, G. (2018). High-throughput plant phenotyping for developing novel biostimulants: from lab to field or from field to lab. *Front. Plant Sci.*, 9,1197. DOI: 10.3389/fpls.2018.01197.

12 Rouphael, Y., Colla, G. (2018). Synergistic biostimulatory action: designing the next generation of plant biostimulants for sustainable agriculture. *Front. Plant Sci.*, 9, 1655. DOI: 10.3389/fpls.2018.01655.

13 Paparella, A., Kongala, P.R., Serio, A., Rossi, C., Shaltiel-Harpaza, L., Husaini, A.M., Ibdah, M. (2024). Challenges and Opportunities in the Sustainable Improvement of Carrot Production. *Plants,* 28, 13(15), 2092. DOI: 10.3390/plants13152092.

14 Muhie, S.H., Demir, İ. (2023). The effect of solid matrix priming with biostimulants on seed germination and seedling quality of carrot (Daucuscarota L.) under abiotic stress conditions. *Eur. J.Hortic.Sci.*, 88(2). DOI:10.17660/eJHS.2023/007.

15 Poberezny, J., Szczepanek, M., Wszelaczyńska, E., Prus, P. (2020). The quality of carrot after field biostimulant application and after storage. *Sustainability*, 12(4), 1386. DOI:10.3390/su12041386.

16 Aitbaev, T.E., Amirov, B.M., Babaev, S.A., Dzhantasov, S.K., Mamyrbekov, Zh.Zh. (2018). *Tekhnologiya vozdelyvaniya kartofelya i ovoshchebakhevykh kul'tur na yugo-vostoke Kazakhstana. Rekomendatsii* [*Technology of growing potatoes and vegetable crops in the southeast of Kazakhstan. Recommendations*]. Almaty: Taugul'-Print, 113.

17 Meier, U. (2018). *Growth stages of mono- and dicotyledonous plants. BBCH Monograph.* Julius KühnInstitut, Federal Research Centre for Cultivated Plants, Quedlinburg, Germany: 204.

18 Dospekhov, B.A. (1980). *Metodika polevogo opyta* [*Field experience methodology*]. Moskva: Kolos, 169-184.

19 Litvinov, S.S. (2011). *Metodika polevogo opyta v ovoshchevodstve* [*Methodology of field experiments in vegetable growing*]. Moskva: Vserossiiskii nauchno-issledovatel'skii institut ovoshchevodstva RASKHN, 648.

20 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 28562-90 - Produkty pererabotki plodov i ovoshhei. Refraktometricheskii metod opredeleniya soderzhaniya rastvorimyh suhih veshhestv [Fruit and vegetable products. Refractometric method for determination of soluble dry substances content]. (2010). Moskva: Standartinform.

21 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 8756.13-87 - Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metody opredeleniya saharov [Fruit and vegetable products. Methods for determination of sugars]. (2010). Moskva: Standartinform.

22 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 24556-89 - Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metody opredeleniya vitamina S [Products of fruits and vegetables processing. Methods for determination of vitamin C]. (2002). Moskva: IPK Izdatel''stvo standartov.

23 Mezhgosudarstvennyi standart GOST ISO 6558-2-2019 - Frukty, ovoshchi i produkty ikh pererabotki. Opredelenie soderzhaniya karotina spektrofotometricheskim metodom [Fruits, vegetables and derived products. Determination of carotene content. Spectrophotometric method]. (2020). Moskva: Standartinform.

24 Mezhgosudarstvennyi standart GOST 29270-95 - Produkty pererabotki plodov i ovoshchei. Metody opredeleniya nitratov [Fruit and vegetable products. Methods for determination of nitrates]. (2010). Moskva: Standartinform.

25 Das, K., Das, S., Ghoshal C., Chatterjee, R. (2025). Potential of different enriched organic manures and bio-stimulants on growth, yield and quality of organic carrot. *Intern. J. of Res. in Agron.,* 8, 5, 355-360. DOI: 10.33545/2618060X.2025.v8.i5e.2917.

26 Reid, J.B. (2019). Modelling growth and dry matter partitioning in root crops: a case study with carrot (Daucuscarota L.). *J. Crop Hortic. Sci.,* 47(2), 99-124. DOI:10.1080/01140671.2019.1588134.

27 Bender, I., Edesi, L., Hiiesalu, I., Ingver, A., Kaart, T., Kaldmäe, H., Talve, T., Tamm, I., Luik, A. (2020). Organic Carrot (Daucus carota L.) Production Has an Advantage over Conventional in Quantity as Well as in Quality. *Agronomy*, 10(9), 1420. DOI:10.3390/agronomy10091420.

Қазақстанның оңтүстік-шығысы жағдайында биоорганикалық тыңайтқыштардың сәбіз дақылының (*Daucus carota* L.) өсу параметрлеріне, өнімділігіне және сапасына әсері

Айтбаев Т.Е.[1], Айтбаева А.Т.[2], Бурибаева Л.Ә.[2], Зоржанов Б.Д.[2], Манабаева Ұ.А.[2]

[1]«Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Алматы, Қазақстан
[2]«Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» өңірлік филиалы, Алматы облысы, Қарасай ауданы, Қайнар а., Қазақстан

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Сәбіз (*Daucus carota* L.) тағамдық құндылығы жоғары болуына байланысты тұтынушылық сұранысының жоғарылығымен сипатталатын аса маңызды көкөніс дақылдарының қатарына жатады. Органикалық ауыл шаруашылығын дамыту жағдайында химиялық жүктемені төмендете отырып, өнімділік пен өнім сапасын арттыруды қамтамасыз ететін тиімді биоорганикалық қоректендіру жүйелерін әзірлеудің маңызы зор. Зерттеудің мақсаты – Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы топырақ-климаттық жағдайларда органикалық сәбіз өсіру кезінде биоорганикалық тыңайтқыштарды кешенді қолданудың тиімділігін анықтау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеулер 2024–2025 жылдары Қазақстанның оңтүстік-шығысы тау бөктері аймағында орналасқан «Қазақ жеміс-көкөніс шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС «Қайнар» Өңірлік филиалы базасында жүргізілді (ҚЖКШҒЗИ «Қайнар» ӨФ). Тәжірибеде осы аймаққа аудандастырылған сәбіздің Алау сұрыбы пайдаланылды. Тәжірибе бақылау нұсқасын (Т1) және биоорганикалық тыңайтқыштарды қолданудың төрт нұсқасын (Т2–Т5) қамтып, төрт қайталанымда жүргізілді. Өсімдіктер мен тамыржемістердің биометриялық көрсеткіштері, өнімділігі, құрғақ зат, жалпы қант, С дәрумені, каротин және нитраттар деңгейі анықталды. Алынған деректерді статистикалық өңдеу $p \leq 0,05$ мәнділік деңгейінде бір факторлы дисперсиялық талдау (ANOVA) әдісімен жүргізілді.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижелері биоорганикалық тыңайтқыштарды қолдану сәбіздің өсуіне, дамуына және өнімділігіне оң әсер етіп, жапырақ аппараттарының жақсы қалыптасуына

және тамыржемістердің ірі болып өсуіне ықпал еткенін көрсетті. Өсу үрдістерінің жақсаруы тамыржемістердің тауарлық массасының, мөлшерінің және дақыл өнімділігінің артуымен қатар жүреді. Ең жоғары өнімділік Т3 нұсқасында белгіленіп, 30,09 т/га құрады. Бұл, бақылау нұсқасынан (Т1) 40,34% жоғары болды. Биоорганикалық тыңайтқыштарды қолдану тамыржемістердің биохимиялық көрсеткіштерінің жақсаруына да ықпал етті. Бұл ретте тәжірибенің барлық нұсқаларында тамыржемістердегі нитраттар мөлшері шекті рұқсат етілген концентрациядан аспады, бұл алынған өнімнің қауіпсіздігін көрсетеді. Статистикалық талдау нәтижелері тәжірибе нұсқалары (Т1–Т5) арасында өнімділік бойынша айырмашылықтардың статистикалық тұрғыдан маңызды екенін растады.

Қорытынды. Биоорганикалық тыңайтқыштарды қолдану Қазақстанның оңтүстік-шығысы жағдайында сәбіздің өнімділігі мен сапасын арттырудың тиімді агротехнологиялық тәсілі болып табылады. Алынған нәтижелер экологиялық бағытталған өнідіріс жағдайында жоғары өнімді және сапалы тамыржемістерді қалыптастыру үшін биогумус пен сұйық формадағы биологиялық тыңайтқыштарды кешенді қолданудың тиімділігін көрсетеді.

Кілт сөздер: сәбіз (*Daucus carota L.*); биоорганикалық тыңайтқыштар; биометриялық көрсеткіштер; өнімділік; биохимиялық көрсеткіштер; Қазақстанның оңтүстік-шығысы.

Effect of bioorganic fertilizers on the growth parameters, productivity, and quality of carrot (*Daucus carota L.*) under the foothill conditions of Southeastern Kazakhstan

Temirzhan Ye. Aitbayev[1], Akbope T. Aitbayeva[2], Laura A. Buribayeva[2], Berik D. Zorzhanov[2]
Ulbolsyn A. Manabayeva[2]

[1]LLP “Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing”, Almaty Region, Karasay District, Kainar settlement, Kazakhstan
[2]LLP “Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing” Almaty, Kazakhstan Regional Branch “Kainar”

Abstract

Background and Aim. Carrot (*Daucus carota L.*) is one of the most widely consumed vegetable crops due to its high nutritional value and strong consumer demand. With the development of organic agriculture, the development of effective bioorganic nutrient management systems is of particular importance for increasing crop productivity and quality while reducing the chemical load on agroecosystems. The objective of this study was to evaluate the effectiveness of the integrated application of bioorganic fertilizers for organic carrot production under the soil and climatic conditions of southeastern Kazakhstan.

Materials and Methods. The study was conducted in 2024–2025 at the Kainar Regional Branch of the Kazakh Research Institute of Fruit and Vegetable Growing in the foothill zone of southeastern Kazakhstan. The mid-season carrot cultivar Alau, adapted to local growing conditions, was used in the experiment. The experiment included a control treatment (T1) and four treatments with different bioorganic fertilizers (T2-T5), arranged in four replications. The biometric characteristics of plants and roots, yield, dry matter, total sugar, vitamin C, carotene, and nitrate content were evaluated. The data were statistically analyzed using one-way analysis of variance (ANOVA) at a significance level of $p \leq 0.05$.

Results. The results demonstrated that the application of bioorganic fertilizers had a positive effect on the growth, development, and productivity of carrot plants, contributing to the formation of a more developed leaf apparatus and larger roots. Improved vegetative growth was accompanied by increases in marketable root weight, root dimensions, and crop yield. The highest yield was recorded in treatment T3, reaching 30.09 t ha^{-1}, which was 40.34% higher than that of the control treatment (T1). The application of bioorganic fertilizers also improved the biochemical characteristics of carrot roots. At the same time, nitrate concentrations in the roots in all experimental treatments remained below the maximum permissible level, confirming the safety of the obtained produce. Statistical analysis confirmed significant differences in yield among the experimental treatments (T1-T5).

Conclusion. The application of bioorganic fertilizers is an effective approach to increasing carrot productivity and quality under the conditions of southeastern Kazakhstan. The results demonstrate the potential of the integrated application of vermicompost and liquid biological fertilizers for producing highly productive and high-quality carrot roots within environmentally oriented production systems.

Keywords: carrot (*Daucus carota* L.); bioorganic fertilizers; biometric characteristics; productivity; biochemical characteristics; southeastern Kazakhstan.