

Влияние минеральных и органических удобрений на агрономические характеристики капусты пекинской

The effect of mineral and organic fertilizers on the agronomic characteristics of Chinese cabbage

Янченко Е.В., Мудреченко С.Л., Янченко А.В.,
Иванова М.И.

Yanchenko E. V., Mudrechenko S. L., Yanchenko A. V.,
Ivanova M. I.

Аннотация

Капуста пекинская – экономически значимая культура, набирающая популярность в нашей стране. Сокращение импорта капусты пекинской в Россию свидетельствует о росте внутреннего производства и обеспечении рынка отечественной продукцией. Выращивание капусты пекинской представляет собой перспективное направление с.-х. бизнеса благодаря высокой рыночной стоимости продукции, стабильному потребительскому спросу, высокой урожайности (до 60 т/га), а также возможности осуществлять двухразовую уборку урожая в течение года в открытом грунте. Тем не менее, существенная часть потребляемой в России капусты пекинской по-прежнему поступает из-за рубежа. Агрономические характеристики капусты пекинской существенно зависят от окружающей среды. В РФ урожайность кочанов капусты пекинской составляет 40–61 т/га. Высокие урожаи невозможны без сбалансированного питания растений. Вынос азота 1 т зеленой массы составляет 1,6–3,0 кг, фосфора – 1,0–1,4 кг, калия – 3,1–5,1 кг. Оптимальная норма органических удобрений под капусту пекинскую составляет 10–30 т/га. В кочанах содержится 4,6–5,9% сухого вещества, 17–26 мг% витамина С, 0,4–0,9% редуцирующих сахаров, 400–1100 мг/кг сырой массы нитратов. В период формирования кочана против краевого ожога листьев рекомендуется до 3-х подкормок в неделю 1,5%-ным раствором нитрата кальция. По сравнению с минеральными удобрениями, применение органических удобрений может значительно улучшить урожайность и товарный выход на 10,1% и 35,6% соответственно и увеличить содержание питательных веществ в почве. Внесение органических удобрений может значительно увеличить содержание витамина С (на 11,1%), растворимого сахара (на 19,2%) и растворимого белка (на 8,8%) и снизить содержание нитратов и нитритов со снижением до 19,0% и 20,9% соответственно.

Ключевые слова: капуста пекинская, *Brassica rapa* L. subsp. *pekinensis*, агрономические характеристики, урожайность, минеральные удобрения, органические удобрения, макро- и микроэлементы, пищевое качество.

Для цитирования: Влияние минеральных и органических удобрений на агрономические характеристики капусты пекинской / Е.В. Янченко, С.Л. Мудреченко, А.В. Янченко, М.И. Иванова // Картофель и овощи. №6. С. 30–35. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.26.84.002>

Abstract

Chinese cabbage is an economically significant crop that is gaining popularity in our country. The reduction in imports of Chinese cabbage to Russia indicates an increase in domestic production and the provision of domestic products to the market. The cultivation of Chinese cabbage is a promising area of agricultural business due to the high market value of products, stable consumer demand, high yields (up to 60 t/ha), as well as the ability to harvest twice a year in the open ground. Nevertheless, a significant part of the Chinese cabbage consumed in Russia still comes from abroad. The agronomic characteristics of Chinese cabbage depend significantly on the environment. In the Russian Federation, the yield of Chinese cabbage heads is 40–61 t/ha. High yields are impossible without balanced plant nutrition. Nitrogen removal of 1 ton of green mass is 1.6–3.0 kg, phosphorus – 1.0–1.4 kg, potassium – 3.1–5.1 kg. The optimal rate of organic fertilizers for Peking cabbage is 10–30 t/ha. The heads contain 4.6–5.9% of dry matter, 17–26 mg% of vitamin C, 0.4–0.9% of reducing sugars, 400–1100 mg / kg of crude weight of nitrates. During the period of head formation, up to 3 top dressing per week with a 1.5% solution of calcium nitrate is recommended against marginal leaf burn. Compared with mineral fertilizers, the use of organic fertilizers can significantly improve yields and commercial yields by 10.1% and 35.6%, respectively, and increase the nutrient content in the soil. The application of organic fertilizers can significantly increase the content of vitamin C (by 11.1%), soluble sugar (by 19.2%) and soluble protein (by 8.8%) and reduce the content of nitrates and nitrites with a decrease to 19.0% and 20.9%, respectively.

Key words: Chinese cabbage, *Brassica rapa* L. subsp. *pekinensis*, agronomic characteristics, yield, mineral fertilizers, organic fertilizers, macro- and microelements, nutritional quality.

For citing: The effect of mineral and organic fertilizers on the agronomic characteristics of Chinese cabbage. E.V. Yanchenko, S.L. Mudrechenko, A.V. Yanchenko, M.I. Ivanova. Potato and vegetables. No6. Pp. 30–35. <https://doi.org/10.25630/PAV.2025.26.84.002> (In Russ.).

Капуста пекинская (*Brassica rapa* L. subsp. *pekinensis*) – важнейший и широко потребляемый овощ в мире, особенно в Восточной Азии. На азиатский регион приходится около 70% мирового производства, что в весовых показателях превышает 50 млн т ежегодно. Высокие масштабы производства наблюдаются в Китае, где под эту культуру ежегодно отводится

колоссальная площадь — 2,67 млн га, что составляет 15% от всех площадей, занятых под овощные культуры в стране.

Производство капусты пекинской достаточно привлекательно для фермеров благодаря высокой рыночной стоимости продукции, стабильному потребительскому спросу, высокой урожайности (до 60 т/га), а также возможности осуществлять двух-

разовую уборку урожая в течение года в открытом грунте. В нашей стране в структуре оптовых закупок по итогам последних сезонов доля отечественных производителей капусты пекинской превысила 70%, стабильно прибавляя ежегодно 5–8%. Снижение зависимости от импорта из стран ЕАЭС и отдельных азиатских направлений позволило минимизировать логистические риски и быстрее реагировать на колебания спроса в регионах, включая Краснодарский край и Московскую область. Причиной стала одновременная поддержка отрасли в рамках национального проекта «Экспорт продукции АПК» и усиление государственного контроля за фитосанитарными стандартами. Средние отпускные цены между сезонами колеблются более чем на 25–40%, особенно в весенне-летний период. Такая динамика связана прежде всего с нестабильностью погодных условий и увеличением стоимости логистики на фоне всплеска спроса со стороны оптовиков и сервисов доставки готовой продукции. Все более востребованы премиальные гибриды капусты пекинской с повышенным содержанием сухих веществ, привлекательным внешним видом и определенными градациями по массе кочана, что позволяет формировать оптимальный ассортимент для широкого круга конечных потребителей. Объемы закупок такой продукции в общем объеме рынка уже превышают 30%, а прирост в этом сегменте оценивается экспертами в 10–12% ежегодно. Это ведет к активизации взаимодействия между производителями и поставщиками агротехнологических решений, позволяя разрабатывать индивидуальные программы питания и защиты растений для целевых сортов. Инновации в селекции и упаковке способствуют сохранению свежести кочанов даже при длительных транспортировках на направления Москва–Санкт-Петербург и другие крупные города. Уже сейчас на рынке появляются эксклюзивные гибриды с ярко-зелеными листьями или усиленным хрустом. Игроки рынка снижают время между сбором урожая и попаданием продукта на склад или полку до 48–72 ч. За последний год доля перевозок с использованием цифровых платформ отслеживания и температурного контроля увеличилась более чем на 15%, что позволило минимизировать потери при транспортировке и улучшить оборачиваемость запасов. Уже сейчас более 40% крупных сделок на рынке свежей капусты пекинской совершаются в рамках совместных программ, предполагающих коллективное инвестирование в инновации, совместное планирование закупок и обмен данными о спросе. Ожидается, что горизонтальная интеграция даст дополнительный импульс развитию новых видов продукции — например, готовых к употреблению салатных миксов на основе капусты пекинской или специализированных нарезок для индустрии общественного питания. Инновационным элементом становятся платформы для совместного доступа к складским мощностям и транспортным ресурсам, а также обмену агрономическими данными в режиме онлайн [1].

Тем не менее, существенная часть потребляемой в России капусты пекинской по-прежнему поступает из-за рубежа. В связи с этим особую актуальность приобретает задача производства отечественной продукции как важного шага к достижению продовольственной независимости и реа-

лизации политики импортозамещения. Внедрение адаптивных технологий за счет оптимизации использования ресурсов (удобрений, воды), своевременного проведения агротехнических мероприятий, минимизации использования средств защиты и улучшения состояния почвы может решить данную проблему. Предыдущие научные работы отечественных исследователей были направлены на изучение действия азотных, фосфорных и калийных удобрений на урожайность и качество капусты пекинской [2–8]. Практически отсутствует информация по применению органических удобрений под капусту пекинскую.

Цель исследования – оценить агрономические характеристики, роль минеральных и органических удобрений для повышения урожайности и качество капусты пекинской для решения проблем продовольственной безопасности.

Методика исследования

Создан пул литературы из всех соответствующих работ, связанных с областью обзора из отечественных авторитетных источников, таких как Elibrary.ru, КиберЛенинка, Библиотека РФФИ, Академия Google, PsyJournals и т.д. по таким ключевым словам, как капуста пекинская, агрономические характеристики, урожайность, минеральные удобрения, органические удобрения, макро- и микроэлементы, пищевое качество.

Агрономические характеристики

Капуста пекинская – холодостойкая овощная культура с оптимальной температурой 18–20°C на ранних стадиях роста и 15–18°C – на поздних. Формирование кочана во многом зависит от изгиба листьев, который определяется особенностями адаксиально-абаксиальной полярности листовых пластин, что существенно влияет на показатели урожайности.

Большинство сортов/гибридов не формируют кочаны, когда среднесуточная температура превышает 25°C. Воздействие температур выше 20°C может неблагоприятно повлиять на кочан и увеличить ее уязвимость к болезням и насекомым-вредителям, снижая количество и качество. Если температура выше 13°C держится более 7 дней, а затем резко повышается с увеличением продолжительности светового дня, у растений может наблюдаться преждевременное цветение. Это серьезное физиологическое нарушение, наблюдаемое преимущественно у весенних и летних сортов и снижающее ее коммерческую ценность.

Продолжительные осадки при оптимальных температурах могут привести к различным эпидемиям, таким как бактериальная мягкая гниль, вызываемая видами *Pectobacterium*. Более того, у капусты пекинской более низкая плотность внутриклеточной ткани, чем у других овощных культур, что делает ее уязвимой к разрушению тканей при воздействии переувлажненных условий. И наоборот, снижение влажности почвы в течение 2 недель или более может вызвать разрушение листовой ткани и привести к закрытию устьиц, что потенциально может привести к недостаточному поступлению углекислого газа в клетки. Урожайность кочанов, подвергавшейся длительной засухе более четырех недель, может снизиться на 34% по сравнению с капустой, которую правильно орошали.

Агрономические характеристики капусты пекинской существенно зависят от окружающей сре-

ды. Глянцевитость является важным признаком качества кочана, которая вызвана аномальным накоплением кутикулярного воска. Последний играет решающую роль в защите растений от стрессов. Глянцевый фенотип имеет решающее значение для повышения генетического разнообразия и создания ярких зеленых сортов/гибридов.

Окраска листьев имеет важное значение, характеризует содержание питательных веществ и витаминов. Кочаны бывают разных окрасок, например, бледно-зеленой, зеленой и оранжевой. Окраска листьев указывает на содержание индольных глюкозинолатов и пигментов, биомассу, биосинтез флавоноидов, растворимых сахаров и глюкозинолатов. В зеленых сортах выявлены более низкие уровни кверцетина, изорамнетина и цианидина, чем фиолетовый сорт, что иллюстрирует, что 3'-дигидроксилированные флавоноиды не преобладают в зеленом сорте.

Наиболее экономически значимые заболевания, поражающие капусту пекинскую - мягкая гниль, которая связана с присутствием *Pectobacterium carotovorum* (*P. carotovorum* subsp. *carotovorum*, *P. carotovorum* subsp. *brasiliense* и *P. carotovorum* subsp. *odoriferum*) и ложная мучнистая роса, вызываемая *Hyaloperonospora brassicae*.

Plasmidiophora brassicae Woronin является основной причиной килы, почвенного заболевания капусты пекинской. В РФ в Госреестре около 70 сортов и гибридов, и многие из них восприимчивы к киле, от которой гибнет до 60% урожая. Научными сотрудниками РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева созданы устойчивые к киле гибриды, в их числе позднеспелая F₁ Ника, среднеспелая F₁ Гидра и ультрараннеспелая F₁ Нежность, выделены гибридные комбинации, превосходящие стандарты по массе кочана не менее чем на 30%, а также продуктивный генотип с устойчивостью к болезням во время хранения и минимальной потерей массы [9].

Комплексная энтомологическая оценка гибридов капусты пекинской к капустной моли (*Plutella xylostella* (L.)) и капустной совки (*Mamestra brassicae* L.). выявила устойчивый гибрид F₁ Гидра, который можно рекомендовать для снижения пестицидной нагрузки на агроценоз и получения экологически безопасной продукции [10].

Ожог кончика листа чаще всего возникает на стадии розетки листьев, но может также возникать на стадии рассады, если среда выращивания не подходит или сорт имеет слабую устойчивость к заболеванию. Неспособность растений обеспечить достаточное количество кальция для быстрого развивающихся листьев является основной причиной ожогов кончиков листьев. Известная мера профилактики - обеспечение притока воздуха к внутренним поверхностям листьев. В период формирования кочана проводят до 3-х подкормок в неделю 1,5 %-ным раствором нитрата кальция.

Капусту пекинскую можно выращивать в высокогорных регионах с низкими летними температурами и меньшей численностью вредителей, но ожидается, что повышение температуры и водный стресс увеличат нагрузку на вредителей, что приведет к быстрому сокращению потенциальных площадей возделывания. В Республике Дагестан успешно выращивают капусту пекинскую, в том числе в Дербентском районе и в зимний период (уби-

рают урожай в январе) благодаря уникальным природно-климатическим условиям региона. Зимой на плантациях в этом регионе практически нет вредителей и болезней, что исключает необходимость использования химических средств защиты растений и гарантирует высокое качество продукции.

Наиболее пригодными почвами являются: аллювиальные почвы, черноземы и торфяники. Оптимальный севооборот — отсутствие крестоцветных культур четыре года. Хорошими предшественниками являются: зерновые и бобовые культуры, лук, томат, огурец и др. Если содержание органических веществ в почве менее 3%, то необходимо использовать органические удобрения: навоз, перегной, компост и т.д. Оптимальное содержание минеральных элементов следующее (мг/дм³): N – 110 - 130; P – 50 - 60; K – 160 - 180; Mg – 55 - 65; Ca – 1000–1500. Густота посадки растений в открытый грунт - от 65 000 до 100 000 растений на гектар. Чем больше растений на гектар, тем меньше проблем с сорными растениями. Важно помнить, что высокая густота ухудшает продуваемость растений в поле. В связи с этим, профилактическая работа фунгицидами очень важна. Оптимально кубик рассады должен возвышаться над землей на 1 – 2 см. Через три недели после посадки рассады используется 1/3 часть азотных удобрений (40 кг) для подкормки с последующей аэрацией (рыхлением) почвы.

Переросшее растение теряет свою товарность, существенно ухудшаются вкусовые качества, сокращается период хранения. Как результат — нет реализации. Лучшее время для уборки — как только начинает отходить внешний лист у сформировавшегося кочана. Уборку осуществляют вручную, готовые растения складывают в пластиковые ящики. Морозная погода ухудшает качество и время хранения продукции, особенно, если температура упадет ниже -3°C. Оптимальная температура хранения в камерах с газомодифицированной средой 0,5-2°C, CO₂ – 1,5% и O₂ – 1,5% или по 2,5%.

Оптимальная масса кочана для реализации находится в пределах 0,8-1,2 кг, реже до 2 кг. Обертывание в пленку перед продажей позволяет сохранить товарные качества кочана дольше. В холодильниках с контролируемой газомодифицированной средой удается сохранить кочаны до марта-апреля, а на других складах и в холодильниках, как правило, 2–4 месяца.

Минеральные удобрения

Внесение амидного азота значительно повышает биологическую и экономическую урожайность, а также выход товарной продукции. При внесении аммонийного азота значительно повышается содержание витамина С, аминокислот и флавоноидов фенольных кислот. Амидный азот является наиболее подходящей формой азотных удобрений для получения высокой урожайности капусты пекинской, в то время как обработка аммонийным азотом наиболее эффективна для улучшения качества пекинской капусты.

Доза азотного удобрения 250 кг/га позволяет значительно снизить норму внесения азота, сохранить урожайность, увеличить содержание растворимых сухих веществ в надземной части растения и усвоение азота, а также улучшить эффективность использования азота.

Для получения высоких урожаев капусты пекинской гибридов F_1 Ника и F_1 Нежность рекомендуется внесение перед посадкой (при выращивании рассадой) азофоски в количестве 1,2–1,5 ц/га [11].

На дерново-подзолистой тяжелосуглинистой высококультуренной почве (с высоким содержанием легкогидролизуемого азота (80–140 мг/кг) и очень высоким содержанием подвижных форм фосфора (710–840 мг/кг) и калия (340–390 мг/кг) применение 80 кг/га азота под капусту пекинскую гибрида F_1 Ника позволило получить в среднем урожайность кочанов 23 т/га, гибрида F_1 Нежность – 33 т/га. Суммарная продуктивность зеленой массы основной и побочной продукции при той же дозе азота составила 48–55 т/га. Увеличение дозы азота до 120 кг/га приводило к приросту урожая основной продукции в 1,3–1,4 раза, а суммарной зеленой массы – в 1,1–1,2 раза. Добавление K_{120} к N_{120} увеличило урожайность кочанов еще на четверть, до 40 т/га, а продуктивность зеленой массы – до 71 т/га. Наибольший урожай кочанов получен при внесении $N_{120}K_{720}$, что составило 49 т/га, а продуктивность зеленой массы составила 84 т/га [12].

Избыточное поступление в растение капусты пекинской калия тормозило поступление кальция и вызывало краевой ожог листьев [13]. При недостатке серы в почве у растений хуже развивается листовая аппарат, цвет молодых листьев бледно-зеленый или бледно-желтый, а корни отстают в развитии [14]. Отмечено положительное действие кобальта и молибдена на растения капусты пекинской. Двукратная подкормка 0,05% раствором борной кислоты в фазе формирования кочана не сказывалась положительно образом на снижении содержания нитратов и повышении урожайности кочанов, как и продуктивности зеленой массы. Под действием борных некорневых подкормок содержание сухого вещества снижалось в 1,2 раза [15].

Однократная внекорневая подкормка селеном натрия из расчета 200 г/га обеспечивало накопление селена в кочане без превышения ориентировочно допустимых концентраций, при этом не происходило снижения урожайности [16].

Добавление кремния в питательные растворы снижает токсичность аммония для капусты пекинской. Кремний связан с жесткостью клеточных стенок, тем самым представляя лучшую архитектуру листа с большей площадью и большим улавливанием света, что приводит к улучшению чистой фотосинтетической ассимиляции. Стоит отметить, что аморфный кремний, отложенный на эпидермисе листа, контролирует устьичную проводимость и приводит к снижению скорости транспирации, что также может способствовать фотосинтезу.

Органические удобрения

Для листовых овощных культур органические удобрения могут повысить содержание необходимых питательных веществ, таких как витамин С и хлорофилл, а также снизить накопление нитратов. Однако сложность, связанная с различными типами удобрений и их сочетаниями, а также с разной реакцией различных видов овощных культур на эти удобрения, затрудняет определение оптимальных методов использования органических удобрений. Кроме того, некоторые исследователи отмечают, что стойкие вещества (антибиотики, тяжелые металлы, пестициды и т.д.), содержащиеся в органи-

ческих удобрениях, могут попадать в почву, высвобождаться и переноситься на листья, ухудшая их качество. Специалисты в первую очередь связывают их появление (например, антибиотиков или тяжелых металлов) с экзогенными факторами, такими как внесение навоза, или с генными мутациями в результате совместного отбора, и потенциально они могут угрожать здоровью человека.

По сравнению со 100%-ным внесением минеральных удобрений, внесение органических удобрений может способствовать росту растений, повышению урожайности и определенному влиянию на качество кочанов. При этом оптимальное количество органических удобрений составляет 10–30 т/га, а урожайность повышается на 17,7%. Органические удобрения могут повышать содержание органических веществ в почве и увеличивать активность почвенных ферментов, что является эффективной мерой по обогащению почвы.

Применение органических удобрений может увеличить сырую массу, число листьев, поперечный диаметр, длину листа и развитие растений капусты пекинской с увеличением на 8,5, 6,6, 9,9, 8,4 и 10,0% соответственно. Между тем, органические удобрения могут значительно повысить урожайность и товарный выход кочанов, увеличив эти показатели на 10,1 и 35,6 % соответственно. Внесение органических удобрений может значительно увеличить в кочанах содержание витаминов С (на 11,1%), растворимого сахара (на 19,2%) и растворимого белка (на 8,8%) и снизить содержание нитратов и нитритов со снижением до 19,0 и 20,9% соответственно. По сравнению с углеродными удобрениями, внесение органических удобрений может значительно улучшить содержание органического вещества в почве, секвестрацию углерода в почве, поглощение азота и калия, увеличивая их на 12,7, 13,2, 7,9 и 7,4%, а также снижает электропроводность почвы и содержание доступного азота, уменьшая их на 36,8 и 38,8% соответственно. Внесение органических удобрений значительно увеличивает содержание уреазы и сахарозы в почве, увеличивая их на 9,4 и 17,2 % соответственно.

Совместное применение минеральных и органических удобрений

Комбинированное использование органических и минеральных удобрений эффективнее, чем применение только минеральных. Для раннеспелых сортов оптимальна схема 1/2 дозы органического навоза + минеральные удобрения, для позднеспелых – 1/4 органического удобрения + минеральное удобрение. Такой подход улучшает микробиологический состав почвы, повышает активность ферментов и качество урожая.

Применение 2/3 химического удобрения в сочетании с 1/3 органического удобрения способствует формированию высокой урожайности и выживаемости растений – 188,0 т/га и 90,7% соответственно, а также самую высокую агрономическую эффективность азотного удобрения и частичную продуктивность – 163,3 и 696,3 кг/кг соответственно.

Качество кочанов в зависимости от применения удобрений

Пищевая ценность определяется содержанием и соотношением распределения питательных веществ, таких как сырой белок, растворимый са-

хар, клетчатка, органические кислоты, аминокислоты и минеральные элементы, и связана со здоровьем человека. Существует сильная корреляция между питательными качествами кочанов и такими показателями, как витамин С, растворимый белок, растворимый сахар и массовая доля целлюлозы. Содержание растворимого сахара оказывает наибольшее влияние на качество сырой и приготовленной пищи из капусты пекинской, а растворимый сахар и растворимый белок - на органолептические качества, т.е. увеличение содержания растворимого сахара и растворимого белка способствуют формированию хорошего качества. В среднем в кочанах содержание глюкозы составляет 14,52 г/кг, фруктозы - 13,4 г/кг, витамина С - 255 мг/кг [17].

На дерново-подзолистых тяжелосуглинистых высококультуренных почвах с высоким содержанием легкогидролизуемого азота и очень высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия содержание сухого вещества составило 4,6–5,6%, аскорбиновой кислоты 8–20 мг%, редуцирующих сахаров 0,6–3,3%, нитратов 1100–4100 мг/кг сырой массы, на абсолютно сухую массу: азота 3,4–6,9%, фосфора 1,6–2,8% и калия 4,7–8,6%. Побочная продукция содержала: 5,4–9,2% сухого вещества, 3,3–5,7 % на абсолютно сухую массу азота, 1,5–2,0% фосфора и 4,1–8,6% калия. Вынос N (1,8–4,2 кг), P₂O₅ (0,9–1,5 кг), K₂O (2,4–5,6 кг) 1 т зеленой массы, коэффициенты использования азота легкогидролизуемого из почвы (22–29%), подвижных форм фосфора (2–3%) и калия (12–21%), коэффициенты использования азота (31–70%) и калия (до 20%) из минеральных удобрений [18].

Выводы

Агрономические характеристики капусты пекинской существенно зависят от окружающей среды. Колебания рекомендуемых доз основных элементов питания под капусту пекинскую очень значительны, что, видимо, связано с большим разнообразием почвенно-климатических условий, в которых проводились исследования и различной обеспеченности почв питательными элементами. Вопрос о том, как правильно сочетать две фор-

мы азота для получения высокоурожайной и в то же время высококачественной капусты пекинской, остается открытым. Соответствующие нормы внесения минеральных удобрений в каждый ключевой период роста имеют решающее значение для синхронизации поступления макро- и микроэлементов в почву и спроса на него растениями, а также для достижения высокой урожайности и эффективности использования их. Вынос азота 1 т зеленой массы составляет 1,6–3,0 кг, фосфора – 1,0–1,4 кг, калия – 3,1–5,1 кг. Внедрение технологий капельного орошения и фертигации позволяет значительно снизить издержки и получить стабильный, высокий урожай, что стимулирует отечественное производство. Кальциевые удобрения для капусты пекинской могут включать нитрат кальция и хлорид кальция. Разные сорта имеют разную потребность в кальции, поэтому внесение удобрений следует оптимизировать для конкретных сортов и условий их выращивания, чтобы повысить питательную ценность и предотвратить ожог кончиков листьев. В период формирования кочана проводят до 3-х подкормок в неделю 1,5 %-ным раствором нитрата кальция. Оптимальная норма органических удобрений под капусту пекинскую составляет 10–30 т/га.

В целом, проведенные исследования создают научную основу для дальнейшей разработки комплексных методов оптимизации, позволяющих использовать преимущества органических и минеральных удобрений и повышать урожайность и качество капусты пекинской. Тема новых исследований - как лучше комбинировать разные виды азотных удобрений, чтобы получить не только богатый урожай, но и качественную капусту пекинскую. Проведенные исследования уже заложили фундамент для создания новых эффективных методов использования органических удобрений. Теперь важно продолжить работу в двух направлениях: определить точные нормы внесения органических удобрений и понять, как именно эти удобрения помогают увеличить урожай. Такая работа поможет сделать выращивание капусты пекинской более эффективным и прибыльным.

Библиографический список

1. Пекинская капуста в России: пять трендов, меняющих всю отрасль [Электронный ресурс] URL: <https://tebiz.ru/pekinskaya-kapusta-v-rossii-trendov-menyayushchih-vsyu-otrasl> Дата обращения: 03.09.25.
2. Жукова Г.Ф., Кудряшова Л.А., Муравин Э.А. Влияние уровня азотного питания на урожайность овощных культур семейства капустные, содержание нитратов и N-нитрозаминов в продукции // Оптимизация питания растений в условиях химизации земледелия. Сборник научных трудов. М., 1987. С. 36–41 с.
3. Андреев Ю.М., Осипова А.В. Пекинская капуста // Новый сад-овод и фермер. 2004. №6. С. 18–19 с.
4. Папонов А.Н., Игнатова А.Н. Влияние уровня минерального питания на продуктивность и накопление нитратов пекинской капустой // Адаптивные технологии в растениеводстве. Материалы научно-практической конференции. Ижевск, 2005. С. 291–293.
5. Голиков Г. В. Применение удобрений под кочанный салат и пекинскую капусту в защищенном грунте: специальность 06.01.04 «Агрохимия»: автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук. Москва, 1991. 24 с. EDN ZJQLFN.
6. Шаповал И.Е., Демин В.А., Родионов В.А. Минеральное питание, урожай и качество пекинской капусты // Картофель и

овощи. 2012. №1. С. 13–14 с.

7. Кузина Л.Б. К вопросу о технологиях выращивания и оптимальных дозах минеральной подкормки пекинской капусты на дерново-подзолистых почвах средней полосы (на примере отечественного гибрида F₁ «Нежность») // Бюллетень науки и практики. 2016. №4(5). С. 136–144. DOI:10.5281/zenodo.54022
8. Демин В.А., Родионов В.А. Урожайность и показатели качества пекинской капусты (*Brassica pekinensis* Skeels) при различных дозах минеральных удобрений // Известия ТСХА. 2018. №1. С. 5–17. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-1-5-17.
9. Заставнюк А.Д., Монахос Г.Ф., Монахос С.Г. Оценка продуктивности и пригодности к длительному хранению CR-гибридов капусты пекинской // Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2025. Т. 17. №1. С. 205–228.
10. Багров Р.А., Денискина Н.Ф., Костенко Г.А. Результаты оценки белокочанной и пекинской капусты на устойчивость к капустной моли и капустной совке // Картофель и овощи. 2020. №7. С. 37–40.
11. Монахос Г.Ф., Монахос С.Г. Капуста пекинская *Brassica rapa* L. Em. Metz. ssp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt. Биологические особенности, генетика, селекция и семеноводство. М.: Изд-во РГАУ — МСХА имени К.А. Тимирязева, 2009. 182 с.
12. Демин В.А., Родионов В.А. Обоснование совместного применения калийных и азотных удобрений под гибриды пекинской капусты // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной

ной академии. 2020. №1. С. 20–32. DOI 10.26897/0021-342X-2020-1-20-32. EDN VJZHQU

13. Келеуридзе Д.Н. Продуктивность пекинской кочанной капусты в теплицах Подмосковья. Селекция, семеноводство и агротехника овощных культур. М., 1982. С. 67–69.

14. Смирнов Н.А. Увеличить производство зеленных овощей (обзор). Плодоовощное хозяйство. 1985. №6. С. 13–14.

15. Родионов В.А., Дёмин В.А., Ларченкова И.В. Изучение предполагаемого действия микроэлементов бора и цинка на урожайность, содержание нитратов и другие показатели качества пекинской капусты. Инновационные научные исследования в современном мире: теория, методология, практика: Сборник научных статей по материалам XIV Международной научно-практической конференции, Уфа, 12 апреля 2024 года. Уфа: Общество с ограниченной ответственностью «Научно-издательский центр «Вестник науки», 2024. С. 45–67. EDN WONVRP.

16. Сычёв В.Г., Чупахин Д.А., Орлова В.А. Содержание селена в капусте пекинской в зависимости от количества применяемого селената натрия // Плодородие. 2009. №3(48). С. 50–52.

17. Дёмин В.А., Родионов В.А. Урожайность и показатели качества пекинской капусты (*Brassica pekinensis* Skeels) при различных дозах минеральных удобрений // Известия ТСХА. 2018. №1. С. 5–17. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-1-5-17.

18. Демин В.А., Родионов В.А. Удобрение пекинской капусты // Картофель и овощи. 2016. №4. С. 19–20.

References

1. Peking cabbage in Russia: five trends changing the entire industry [Web resource] URL: <https://tebiz.ru/pekinskaya-kapusta-v-rossii-pyat-trendov-menyayushchih-vsyu-otrasl> Access date: 03.09.25 (In Russ.).

2. Zhukova G.F., Kudryashova L.A., Muravin E.A. Influence of nitrogen nutrition level on the yield of cabbage family vegetable crops, the content of nitrates and N-nitrosoamines in the products. Optimization of plant nutrition under conditions of chemical farming. Collection of scientific papers. Moscow. 1987. Pp. 36–41 p. (In Russ.).

3. Andreev Yu.M., Osipova A.V. Chinese cabbage. New Gardener and Farmer. 2004. No6. Pp. 18–19 p. (In Russ.).

4. Paponov A.N., Ignatova A.N. Influence of the level of mineral nutrition on the productivity and accumulation of nitrates by Chinese cabbage. Adaptive technologies in crop production. Materials of the scientific and practical conference. Izhevsk. 2005. Pp. 291–293. (In Russ.).

5. Golikov G. V. Application of fertilizers for head lettuce and Chinese cabbage in protected soil: specialty 06.01.04 «Agrochemistry»: abstract of a thesis for the degree of Candidate of Agricultural Sciences. Moscow. 1991. 24 p. EDN ZJQLFN. (In Russ.).

6. Shapoval I.E., Dyomin V.A., Rodionov V.A. Mineral Nutrition, Yield, and Quality of Chinese Cabbage. Potatoes and vegetables. 2012. No1. Pp. 13–14 p. (In Russ.).

7. Kuzina L.B. On the issue of cultivation technologies and optimal doses of mineral fertilization for Chinese cabbage on sod-podzolic soils in the middle zone (based on the domestic hybrid F₁, «Nezhnost»). Bulletin of Science and Practice. 2016. No4(5). Pp. 136–144. DOI: 10.5281/zenodo.54022 (In Russ.).

8. Demin V.A., Rodionov V.A. Yield and quality indicators of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* Skeels) at different doses of mineral fertilizers. Izvestiya of the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy. 2018. No1. Pp. 5–17. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-1-5-17. (In Russ.).

9. Zastavnyuk A.D., Monakhos G.F., Monakhos S.G. Evaluation of productivity and suitability for long-term storage of CR-hybrids of Peking cabbage. Siberian Journal of Life Sciences and Agriculture. 2025. Vol. 17. No1. Pp. 205–228. (In Russ.).

10. Bagrov R.A., Deniskina N.F., Kostenko G.A. Results of assessing white cabbage and Chinese cabbage for resistance to cabbage moth and cabbage weevil. Potato and Vegetables. 2020. No7. Pp. 37–40. (In Russ.).

11. Monakhos G.F., Monakhos S.G. Peking cabbage *Brassica rapa* L. Em. Metzg. ssp. *pekinensis* (Lour.) Hanelt. Publishing house of the Russian State Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev. 2009. 182 p. (In Russ.).

12. Demin V.A., Rodionov V.A. Justification of the combined use of potassium and nitrogen fertilizers for hybrid Chinese cabbage. Izvestiya of the Timiryazev Agricultural Academy. 2020. No1. Pp. 20–32. DOI 10.26897/0021-342X-2020-1-Pp. 20–32. EDN VJZHQU. (In Russ.).

13. Keleuirdze D.N. Productivity of Chinese cabbage in greenhouses in the Moscow region. Selection, seed production, and agricultural techniques for vegetable crops. Moscow. 1982. Pp. 67–69. (In Russ.).

14. Smirnov N.A. Increase the production of green vegetables (review). Fruit and Vegetable Farming. 1985. No6. Pp. 13–14. (In Russ.).

15. Rodionov V.A., Demin V.A., Larchenkova I.V. Study of the effect of boron and zinc micronutrients on the yield, nitrate content, and other quality indicators of Chinese cabbage. Innovative Scientific Research in the Modern World: Theory, Methodology, and Practice: Collection of Scientific Articles Based on the Materials of the XIV International Scientific and Practical Conference, Ufa, April 12, 2024. Ufa. Scientific and Publishing Center «Vestnik Nauki» LLC. 2024. Pp. 45–67. EDN WONVRP. (In Russ.).

16. Sychov V.G., Chupahin D.A., Orlova V.A. Selenium content in Chinese cabbage depending on the amount of sodium selenate used. Fertility. 2009. No3(48). Pp. 50–52. (In Russ.).

17. Demin V.A., Rodionov V.A. Yield and quality indicators of Chinese cabbage (*Brassica pekinensis* Skeels) at different doses of mineral fertilizers. Izvestiya of the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy. 2018. No1. Pp. 5–17 p. DOI: 10.26897/0021-342X-2018-1-5-17. (In Russ.).

18. Demin V.A., Rodionov V.A. Fertilizing Chinese cabbage. Potato and vegetables. 2016. No4. Pp. 19–20. (In Russ.).

Об авторах

Янченко Елена Валерьевна, канд. с.-х. наук, в.н.с. E-mail: elena_0881@mail.ru

Мудреченко Сергей Леонович, н.с. E-mail: msl70@mail.ru

Янченко Алексей Владимирович, канд. с.-х. наук, в.н.с. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru

Иванова Мария Ивановна, доктор с.-х. наук, профессор РАН, г.н.с. E-mail: ivanova_170@mail.ru

Всероссийский НИИ овощеводства – филиал ФГБНУ Федеральный научный центр овощеводства (ВНИИО – филиал ФГБНУ ФНЦО)

Author details

Yanchenko E.V., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow. E-mail: elena_0881@mail.ru

Mudrenchenko S.L., research. E-mail: msl70@mail.ru

Yanchenko A.V., Cand. Sci. (Agr.), leading research fellow. E-mail: laboratoria2008@yandex.ru

Ivanova M.I., Dr. Sci. (Agr.), professor of RAS, chief research fellow. E-mail: ivanova_170@mail.ru

All-Russian research institute of vegetable growing – branch of FSBSI Federal scientific center of vegetables (ARRIVG – branch of FSBSI FSCV)