

7. Ob utverzhdenii Metodicheskikh ukazanii o gosudarstvennoi kadaastrovoi otsenke: prikaz Rosreestra ot 04.08.2021 № P/0336 // Spravochno-pravovaya sistema «Konsul'tant Plyus». URL: <http://www.consultant.ru>

8. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke kachestva i klassifikatsii zemel' po ikh prigodnosti dlya ispol'zovaniya v sel'skom khozyaistve (so spravochnymi materialami) / A.K. Ogleznev, T.A. Kupriyan, T.E. Norkina [i dr.] / FGUP «Roszemkadastr»emka» – VISKhAGI. M., 2003. 169 s.

9. Zubarev P.A., Shakarov O.V. Ratsional'noe ispol'zovanie estestvennykh pastbishch dlya razvitiya ovtsevodstva i myasnogo skotovodstva v polupustynnykh Povolzh'ya // Sostoyanie i problemy ovtsevodstva i kozovodstva: materialy nauch.-prakt. konf. Stavropol': VNIIOK, 2000. S. 59–62.

10. Tarbaev V.A., Yanyuk V.M., Tarasenko P.V. Proektnaya urozhainnost' v sisteme otsenki agroproduzhitel'noi sposobnosti oroshaemykh zemel' // Melioratsiya i vodnoe khozyaistvo. 2025. № 1. S. 25–31.

11. Informatsiya o srednikh tsenakh proizvoditelei sel'skokhozyaistvennoi produktsii. <https://www.fedstat.ru/indicator/57693> 2025

12. Spravochnik ekonomista agrarnogo proizvodstva / Pod red. E.F. Zavorotina. Saratov: Saratovskii istochnik, 2015. 384 s.

Тарбаев Владимир Александрович, канд. с.-х. наук, зав. кафедрой; **Янюк Вячеслав Михайлович**, доктор с.-х. наук, профессор, кафедра «Землеустройство и кадастры», tarbaev1@mail.ru, (Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии имени Н.И. Вавилова, г. Саратов, Россия).

УДК 631.674.5; 631.171

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-6-38-41

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОРОШЕНИЯ РАССАДНЫХ ТЕПЛИЦ

А.В. ГРУШИН, С.А. ГЖИБОВСКИЙ, А.В. КОЛОМЕЕЦ

Ключевые слова: теплица, рассадка, орошение, микродождевание, автоматизация.

Keywords: greenhouse, seedlings, irrigation, micro-drizzle, automation.

Аннотация. В статье анализируется текущее состояние и тенденции производства капусты в России, основанные на данных Росстата, а также рассмотрены основные аспекты совершенствования устройства автоматизированной установки для полива рассады капусты при кассетной технологии выращивания в теплице, так как данный способ выращивания позволяет отслеживать прорастание корневой системы в субстрате или почве, обеспечивая равномерное орошение и внесение удобрений. Отмечается, что потребление капусты на душу населения значительно ниже рекомендованных норм, что подчеркивает необходимость увеличения производства для поставки на российские рынки. В результате выполненных работ усовершенствована конструкция тележек с учетом устранения недостатков жесткой конструкции, не позволяющей компенсировать неровности направляющих и боковое смещение от асимметричности точки приложения усилий на перемещение, а также улучшен механизм натяжения питающего шланга и приводного троса, с учетом компенсации температурных деформаций.

Abstract. This article analyzes the current state and trends of cabbage production in Russia, based on Rosstat data for [year missing]. It also examines key aspects of improving the design of an automated irrigation system for cabbage seedlings grown in a greenhouse using a cassette cultivation method. This method allows for monitoring the root system's growth in the substrate or soil, ensuring uniform irrigation and fertilization. It is noted that per capita cabbage consumption is significantly lower than recommended standards, highlighting the need to increase production to supply Russian markets. As a result of the work performed, the design of the trolleys was improved, eliminating the shortcomings of the rigid structure, which does not compensate for uneven guides and lateral displacement due to the asymmetry of the application point of the movement forces. The tensioning mechanism of the feed hose and drive cable was also improved, accounting for temperature deformations.

Введение. По данным Росстата, в 2023 г. посевные площади капусты всех видов в России в хозяйствах всех категорий составили 76,8 тыс. га, в том числе 46,5 тыс. га в хозяйствах населения (60,5 %) и 30,3 тыс. га в промышленных сельхозпредприятиях (39,5 %).

В 2024 г. сбор капусты всех видов составил 2,3 млн т. На каждого жителя приходится по 15,7 кг в год. Тогда как в 1990 г. производство капусты было на уровне 3 млн т. В отличие от многих других стран в России производство капусты сокращается, причем весьма заметно — около 30,3 % за 10 лет [1].

Из условий медицинских норм потребления на одного человека в год должно приходиться около 40 кг капусты, по другим источникам — от 73 до 110 кг в год.

Из условий того, что большая часть посевных площадей капусты выращивается через рассадку, с забегом в 35...55 дней, возникает необходимость в тепличных площадях для ее производства.

Для выращивания рассады капусты в тепличном хозяйстве важно создание и поддержание постоянного микроклимата, который достигается благодаря соблюдению температурного режима, питания, влажности и освещения.

Температурный режим для рассады капусты — оптимальная температура при прорастания семян от 17 до 20 °С, в вегетационный период, в вегетационный период от 15 до 18 °С. Продолжительное воздействие высоких температур, особенно при отсутствии влаги, может замедлить рост растения. За 12...15 дней до высадки рассады в грунт температуру в теплице снижают до 10...12 °С днем и до 6...8 °С ночью, проветривая помещение. Постепенно температуру выравнивают до уличной, открывая боковые стенки теплицы.

Процент влажности для рассады капусты находится в диапазоне от 80...90 % влажности воздуха. Для поддержания этого диапазона, важно соблюдать частоту проведения поливов. Поливы должны быть равномерными, нельзя допускать пересыхания почвы или, наоборот.

Капуста требовательна к освещению, поэтому ее не рекомендуется выращивать в затененных местах. Для большинства сортов капусты продолжительность светового дня длится от 15 до 16 ч. В этот период рассада активно потребляет необходимые питательные элементы важные для дальнейшего формирования растения [2, 3].

При выращивании кассетной рассады капусты большую роль играет водно-химический баланс, который включает в себя такие параметры как: влажность почвы (субстрата), кислотность (рН), наличие питательных элементов в почве и дезинфекция.

Оптимальная влажность субстрата кассетной рассады 35...40 %, но в период посева составляет 80...90 %. Некоторые тепличные хозяйства практикуют укрытие поверхности кассет вермикулитом слоем до 3 мм для уменьшения испарения и теплоизоляции. Кислотность субстрата составляет 6,5 до 6,8 рН. Необходимо соблюдать сбалансированное соотношение неотъемлемых компонентов, таких как азот, фосфор и калий и других, так как дефицит и переизбыток компонентов влияют отрицательно, а также важно проводить регулярную дезинфекцию и замену субстрата, чтобы избежать накопления возбудителей болезни капусты [3–5].

По данным ассоциации «Теплицы России» к началу 2017 г. общая площадь теплиц в стране достигла около 2,3 тыс. га. Из них 600 га построены за последние пять лет, в том числе 300 га – со светокulturой. Площади теплиц в России по данным Росстат медленно, но неуклонно увеличиваются. В 2023 г. ассоциация «Теплицы России» прогнозировала, что к 2025 г. площадь теплиц в России увеличится до 3,4 тыс. га, но по итогам 2024 г., по информации вице-президента ассоциации Андрея Медведева, общая площадь теплиц в РФ составила 3,35 тыс. га, что на 2,1 % больше, чем в 2023 г. [1]. Развитие тепличного овощеводства является одним из основных приоритетов государственной политики в сельском хозяйстве, поддерживаемого концепцией продовольственной безопасности. Производство рассадных отделений теплиц, также должно повышаться на основе увеличения механизации, автоматизации процессов производства и удешевления себестоимости продукции.

Учитывая полученные статистические данные ФГБНУ ВНИИ «Радуга» предложена разработка стационарного комплекта автоматизированной системы микродождевания рассады в теплице для создания благоприятных условий кассетной рассады. Отличительной чертой стала подвешенная конструкция к каркасу теплицы перемещающаяся по направляющим, что позволяет проводить полив многократно малыми нормами создавая необходимый микроклимат, благодаря которому достигается развитие рассады [2]. Устройство состоит из направляющих, по которым перемещаются посредством тросовой системы привода две тележки, на одной из которых имеется устройство для образования петли питающего шланга, а на другой поливная штанга, с форсунками для микро- и мелкодисперсного дождевания [3].

Цель. Совершенствование конструкции автоматизированной установки орошения кассетной рассады для тепличных хозяйств, поддерживающих микроклимат и водно-химический баланс почвы (субстрата).

Результаты и их обсуждение. Объектом исследований является автоматизированный многофункциональный комплект микродождевания кассет с рассадой в теплицах. Выращивание рассады для открытого грунта предусматривает оборудование пленочной теплицы системой автоматической вентиляции и мелкодисперсного орошения, совмещенную с системой внесения растворов макро- и микроудобрений и химвеществ для борьбы с болезнями и вредителями растений. Выращивание рассады в кассетах имеет свои особенности [3, 4]. Кассетная технология позволяет получить

качественную не травмированную рассаду практически со 100 %-й приживаемостью при уменьшении трудозатрат и себестоимости продукции на 15...20 %. Потребность в субстрате снижается в 10 раз, а плотность посадки увеличивается в 3...4 раза, что позволяет увеличить выход с единицы площади рассады цветной капусты в 1,5 раза, белокочанной – в 2,7 раза по сравнению с горшечной [6, 9]. При этом кассетная рассада в 2...2,5 раза меньше поражается черной ножкой. Для выращивания рассады капусты в промышленных теплицах обычно используют пластиковые кассеты, многократного применения, из которых самая популярная и экономная с конусовидными ячейками и дренажным отверстием для отвода лишней влаги. Средний выход рассады при кассетной технологии выращивания составляет 500...550 шт./м², а в кассетах с мелкими ячейками – до 864 шт./м². Это позволяет уменьшить необходимые площади рассадных отделений теплиц. Так для обеспечения одного гектара открытого грунта рассадой ранних сортов капусты понадобится 52...82 м² теплицы, а для средних и поздних сортов – 40...63 м².

В условиях теплицы рассаду в кассетах необходимо поливать часто, соблюдая температурно-влажностный режим по требованиям РД-АПК 1.10.09.01–14 [7]. На стадии получения всходов субстрат в кассетах должен быть постоянно влажным. Капли дождя должны быть настолько мелкими, до спрея, чтобы не выбивать частички легкого субстрата из ячеек кассет, так как объем субстрата в ячейках очень мал – 28...35 мл. Малый объем субстрата диктует необходимость постоянного полива. Норма разового полива не превышает 2 л/м². В солнечные жаркие дни полив обычно проводят 2...3 раза, в пасмурные – 1 раз. Относительная влажность воздуха должна поддерживаться на уровне 60...70 %. Также рассаде требуется подкормка и обработка по защите от вредителей и болезней. Исходя из этих условий, устройство для полива рассады в кассетах должно иметь возможность дождевания регулируемые малыми нормами: микродождевания и мелкодисперсного дождевания, а также проводить полив с подкормкой макро- и микроудобрениями или инсектицидами и иными препаратами. Иметь качественное распределение дождя по площади орошения ($K_{зф} > 0,7$).

В 2023 г. ВНИИ «Радуга» предложена разработка стационарного комплекта автоматизированной системы микродождевания рассады в теплице, с подвешенными к каркасу теплицы направляющими, по которым перемещается поливной модуль [8]. Устройство состоит из направляющих, по которым перемещаются посредством тросовой системы привода две тележки, на одной из которых имеется устройство для образования петли питающего шланга, а на другой поливная штанга, с форсунками для микро- и мелкодисперсного дождевания (рис. 1).

Верхнее крепление устройства позволяет оптимально использовать всю полезную площадь теплицы, не затеняя растения и позволяя беспрепятственно проводить все виды агротехнических работ. Высота установки поливных штанг регулируется с помощью телескопических кронштейнов с шагом 100 мм. Полив

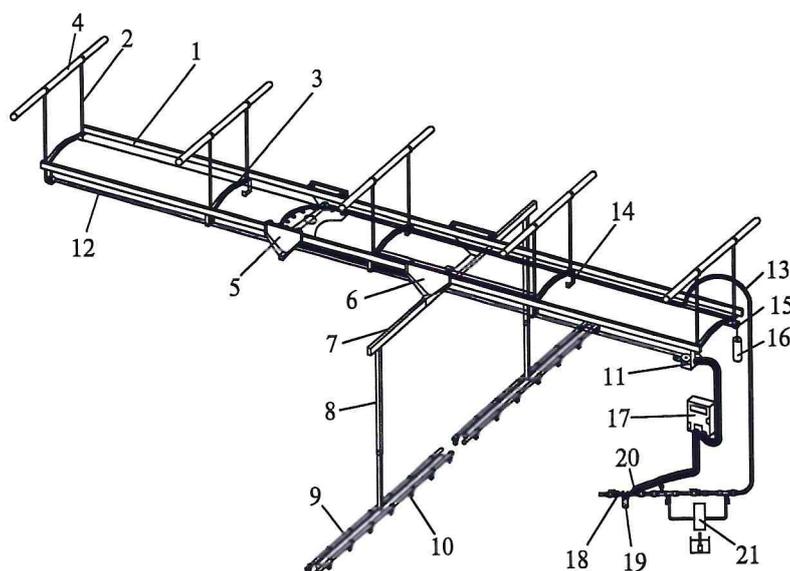


Рис. 1. Устройство автоматизированного микроождения рассады в теплице:

- 1 — двухрельсовая направляющая; 2 — подвесные кронштейны; 3 — траверсы; 4 — каркас теплицы; 5 — каретка петлеобразователя; 6 — каретка поливная; 7 — балка поперечная; 8 — кронштейны телескопические; 9 — открылки; 10 — форсунки; 11 — мотор-редуктор; 12 — тросовая система; 13 — трубопровод питающий; 14 — кронштейны поддержки трубопровода питающего и троса; 15 — блок; 16 — груз; 17 — пульт управления; 18 — кран; 19 — фильтр; 20 — клапан электромагнитный; 21 — узел удобрительный

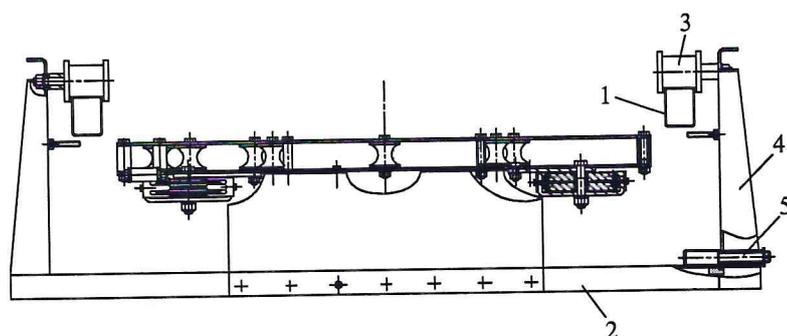


Рис. 2. Тележка петлеобразователя:

- 1 — рельс; 2 — тележка; 3 — каток; 4 — торец; 5 — ось

ные штанги имеют два ряда форсунок для комбинированной работы: полив или увлажнительный полив с обработкой (внесением удобрений, химпрепаратов).

Направляющие оснащены системой подвеса питающего шланга и тросовой системы привода. Поливная норма регулируется плавным изменением скорости движения поливной тележки в диапазоне от 1 до 16 м/мин. Предусмотрена автоматическая остановка тележек и питания водой при достижении конечной точки полива. Установка оснащена фильтрующим элементом, узлом ввода растворов удобрений и препаратов и блоком программирования и регулировки.

У аналогичных конструкций, применяемых для полива рассады в теплицах, есть некоторые недостатки. Так как регулировка натяжения троса и шланга производится при монтаже установки при определенной температуре, а колебания температуры в теплице

могут быть очень существенными, натяжение троса и шланга может меняться и приводить к провисанию, что ведет к возникновению рывков при движении, следствием чего может быть некачественное распределение дождя и преждевременный износ оборудования.

Также жесткая конструкция тележек в аналогичных устройствах не позволяет опорным каткам копировать поверхность направляющих во всех четырех точках. Постоянная опора происходит только на два катка. К тому же в результате перемещения шланга на тележку петлеобразователя оказывается неравномерное усилие из-за разности двух его ветвей, также на поливной тележке закрепление шланга и троса ассиметрично центра тележки, то есть на обеих тележках возникают усилия, разворачивающие их в горизонтальной плоскости. Реборды катков трутся о направляющие рельсы, что ведет к тем же последствиям — рывкам, увеличению усилия на перемещение, ухудшению равномерности полива и износу оборудования.

Для достижения цели совершенствования устройства катки тележек выполнены шарнирными в горизонтальной плоскости с ограниченной свободой вращения, позволяющей компенсировать неровности перемещения и обеспечивать постоянный контакт всех опорных катков с направляющими рельсами (рис. 2), что позволяет компенсировать все неровности сборки и изготовления, а также неравномерную нагрузку из-за ассиметричного крепления шланга и троса. Натяжение же питающего шланга производится грузом с гибкой связью через горизонтальный блок вращения, находящегося на конце направляющего рельса (см. рис. 1), позволяющему компенсировать его температурные изменения длины. Для этого использованы технические решения по заявке на изобретение № 2025100256/20(000715).

Предложенные технические решения позволили повысить надежность технологического процесса работы устройства, уменьшить усилия на перемещение тележек и износ оборудования, повысить равномерность распределения дождя по площади орошения.

Выводы и рекомендации

1. При выращивании кассетной рассады в теплице с целью оптимизации водного и пищевого режима целесообразно использовать средство автоматизированного микроождения теплиц на основе программируемого полива.

2. Автоматизированное устройство микроождения в теплице позволяет повысить процесс механизации выращивания рассады, сократить до минимума использование ручного труда и привести к снижению себестоимости рассады и капусты.

3. Шарнирная конструкция рамы опорных катков тележек позволяет равномерно распределить нагрузку на все четыре катка и способствовать плавному и рав-

номерному движению тележек по направляющим, что способствует повышению качества распределения дождя, снятия точечных нагрузок и уменьшения нагрузки крутящего момента от ассиметричного присоединения питающего шланга и троса.

4. Использование в качестве натяжителя питающего шланга свободно висящего груза, взаимодействующего с ним через трос, проходящий через блок, с силой равной натяжению, позволяет в постоянном режиме компенсировать возникающие температурные деформации.

5. Устройство позволяет проводить регулируемое орошение рассады всех культур верхнего полива, а также полив зеленых культур и выгонки лука на перо.

ЛИТЕРАТУРА

1. Теплицы России // АГРОИНВЕСТ: ПРО Растениеводство. URL: <https://www.agroinvestor.ru/analytics/news/25317-ploshchad-teplits-v-strane-dostignet-2-3/> Дата обращения 01.10.2025
2. Грушин А.В., Гжибовский С.А., Коломеец А.В. Теоретический расчет механизма привода автоматизированной системы орошения рассадных теплиц // Мелиорация и водное хозяйство. 2025. № 5. С. 20–22.
3. Сафонов Д.А., Шупелькова Т. П. Технология выращивания рассады капусты брокколи кассетным способом // Горинские чтения. Инновационные решения для АПК: материалы Международной научной конференции. 2023. С. 342.
4. Учебно-практическое пособие для агрономических специальностей / Н.В. Коцарева, О.Н. Шабета, А.С. Шульпеков, А.Н. Крючков. Белгород: ФГБОУ ВО «Белгородский государственный аграрный университет имени В.Я. Горина». 2020. С. 257.
5. Грушин А.В., Коломеец А.В. Верификация гидравлического расчета при строительстве систем капельного орошения // Наука и мир. 2025. № 6. С. 31–35.
6. Работа по теме: ответы по овощеводству. Глава: 64. Технология выращивания рассады капусты (в кассетах). Вуз: КрасГАУ. URL: <https://studfile.net/preview/2906003/page:32/> Дата публикации: 10.04.2015.
7. РД-АПК 1.10.09.01–14. Методические рекомендации по технологическому проектированию теплиц и тепличных комбинатов для выращивания овощей и рассады: утв. и введ. в действие 13 августа 2014 г. взамен НТП 10–95. М.: ФГБНУ «Росинформатрех». 2014. 109 с.
8. Грушин А.В., Гжибовский С.А., Коломеец А.В. Актуальность развития тепличного комплекса // Вестник мелиоративной науки. 2024. № 1. С. 62–66.

9. Лунёв Д.В. Совершенствование элементов технологии выращивания рассады капусты белокочанной кассетным способом: автореферат ... канд. с.-х. наук. М., 2006. 24 с.

REFERENCES

1. Greenhouses of Russia // АГРОИНВЕСТ: PRO Plant Growing. URL: <https://interagro.info/news/smi-o-nas/interagro-v-zhurnale-apk-news/> Accessed on 01.10.2025.
2. Grushin A.V., Gzhibovsky S.A., Kolomeets A.V. Theoretical calculation of the drive mechanism of an automated irrigation system for seedling greenhouses // Land reclamation and water management. 2025. No. 5. Pp. 20–22.
3. Safonov D.A., Shupelkova T.P. Technology of growing broccoli seedlings using the cassette method // Gorin Readings. Innovative Solutions for the AIC. Proceedings of the International Scientific Conference. 2023. P. 342.
4. Educational and practical manual for agronomic specialties / N.V. Kotsareva, O.N. Shabeta, A.S. Shulpekova, A.N. Kryuchkov. Belgorod: Belgorod State Agrarian University named after V.Ya. Gorin. 2020. P. 257.
5. Grushin A.V., Kolomeets A.V. Verification of hydraulic calculations in the construction of drip irrigation systems // Science and the World. 2025. № 6. P. 31–35.
6. Work on the topic: answers on vegetable growing. Chapter: 64. Technology of growing cabbage seedlings (in cassettes). University: KrasGAU. URL: <https://studfile.net/preview/2906003/page:32/> Published on: 10.04.2015.
7. RD-APK 1.10.09.01–14. Methodological recommendations for technological design of greenhouses and greenhouse complexes for growing vegetables and seedlings. Approved and put into effect by A.A. Velmatov, Acting Director of the Department of Scientific and Technical Policy and Education of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation, on August 13, 2014.
8. Grushin A.V., Gzhibovsky S.A., Kolomeets A.V. The relevance of the development of the greenhouse complex // Bulletin of Land Reclamation Science. 2024. No. 1. Pp. 62–66.
9. Lunev D.V. Improvement of the elements of the technology for growing white cabbage seedlings using a cassette method.

Грушин Алексей Владимирович, науч. сотрудник, *gav.vniiraduga@yandex.ru*, AuthorID: 914880; **Гжибовский Сергей Александрович**, ст. науч. сотрудник, *gsa@vniiraduga.ru*, SPIN-код: 4219-9236, AuthorID: 549400, Orcid: 0000-0001-6742-2417; **Коломеец Анастасия Валерьевна**, мл. науч. сотрудник, *kolomeec.n@bk.ru*, SPIN-код: 1610-2385, AuthorID: 1046655, отдел техники и технологии микроорошения (ВНИИ систем орошения и сельхозводоснабжения «Радуга», г. Коломна, Россия).

УДК 631.559:635.34

DOI: 10.32962/0235-2524-2025-6-41-42

РЕЗУЛЬТАТЫ ОЦЕНКИ ИНДЕКСОВ NDVI И УРОЖАЙНОСТИ БЕЛОКОЧАННОЙ КАПУСТЫ

М.С. ЗВЕРЬКОВ, С.С. СМЕЛОВА, Т.Г. СТЕПАНОВА

Ключевые слова: урожайность, капуста белокочанная, NDVI.

Keywords: yield, white cabbage, NDVI.

Аннотация. В статье показаны результаты оценки возможной хозяйственно полезной урожайности белокочанной капусты (*Brassica oleracea* L.). Методика может быть полезной сельскохозяйственным товаропроизводителям при уточнении прогноза урожайности методами дистанционного зондирования Земли. Ошибка результатов прогноза находится в пределах 0,8...9,8%.

Abstract. The results of assessing the possible useful yield of white cabbage (*Brassica oleracea* L.) is showed in the article. The technique can be useful for agricultural producers when clarifying the yield forecast using Earth remote sensing methods. The error of the forecast results is within 0,8...9,8%.

Введение. В последнее время фокус многих исследований направлен на оценку продуктивности сельскохозяйственных культур. Многие авторы отмечают

важность оценки продуктивности в целях оптимизации севооборотов и менеджмента ресурсов [1]. Ряд работ посвящен оценке эффективности возделывания культур в различных природных условиях и вариантах агротехники [2, 3]. Оценка урожайности также требуется при обосновании рентабельности производства. Для органов власти агропромышленного комплекса прогноз урожайности позволяет оценивать достижимость целей экономического развития [4]. Поэтому пристальное внимание уделяется совершенствованию методов оценки состояния сельхозкультур с помощью различных вегетационных индексов. Среди них наибольшее распространение получил нормализованный разностный индекс NDVI, который представляет со-