15. Santos O. F., Cunha F. F., Taira T. L. Increase in pea productivity associated with irrigation management // *Horticultura Brasileira*. 2018. V. 36. I. 2. P. 178-183.

16. Yang Q., Huang X., Tang Q. Irrigation cooling effect on land surface temperature across China based on satellite observations // *Science of the total environment*. 2020. V. 705. N 135984.

Author's information

Dubenok Nikolai Nikolaevich - Academician of the Russian Academy of Sciences, Professor, Head of the Department of Forestry and Land Reclamation of the Russian State Agricultural University - Moscow Agricultural Academy K. A. Timiryazeva (RF127550 Moscow st. Timiryazevskaya 49, Doctor of Agricultural Sciences, ORKID: <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023>, phone: 89857544488, Email: dubenok@mail.ru.

Mayer Alexander Vladimirovich - Senior Researcher of the Federal State Budgetary Scientific Institution of the All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Melioration named after A. N. Kostyukova, (Russian Federation 127750 Moscow, Bolshaya Akademicheskaya St. 44, building 2), Candidate of Agricultural Sciences, ORKID: <https://orcid.org/1000-0002-0065-8916>, phone 89053378678, Email: vkovniigim@yandex.ru

Информация об авторах

Дубенок Николай Николаевич, академик РАН, профессор, заведующий кафедрой «Лесоводство и мелиорация ландшафтов» Российского государственного агроуниверситета – Московской сельскохозяйственной академии им. К. А. Тимирязева (РФ 127550 г. Москва ул. Тимирязевская 49, доктор сельскохозяйственных наук, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9059-9023> т. 89857544488 э/п: dubenok@mail.ru.

Майер Александр Владимирович – старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения Всероссийского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации им. А. Н. Костюкова (РФ 127750 г. Москва ул. Большая академическая, 44, корпус 2, кандидат сельскохозяйственных наук, ORCID: <https://orcid.org/1000-0002-0065-8916> т.89053378678 э/п: vkovniigim@yandex.ru

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-33

MODULAR SOIL TILLAGE TOOL

I.B. Borisenko, D.V. Skripkin, M. V. Meznikova, D.V. Bobrikov

Volgograd State Agrarian University, Volgograd, Russia

Received 14.06.2021

Submitted 20.08.2021

Abstract

Introduction. Ensuring the stability of yields, high quality products and rational use of material resources is possible with the completeness and balance of farming, the use of modern technologies, technical equipment, taking into account the peculiarities for this climatic zone. In the conditions of arid agriculture any technology of cultivation must provide the saving of soil and environmental resources of nature at the expense of the use of multipurpose equipment, adapted to the conditions of work in this area. Under the described conditions, the requirements to the systems of tillage and soil protection from erosion are paramount. **Object.** The object of research is the modular tillage tool being developed. **Materials and methods.** When carrying out technological operations for tillage, a large number of soil tillage equipment differing from each other is used. Its availability in production forces agricultural enterprises to make economic expenditures on its purchase. However, this machine can be used in the technology of cultivation only one day, and the rest of the time it is idle, causing material damage to its owners. With the purpose of increasing the effectiveness of tillage machines and reducing depreciation by reducing idle time in the unused season, the modular tillage tool is offered which allows you to use a universal frame and mounted on it exchangeable tillage tools with the ability to apply mineral fertilizers at different depths and in different periods of the soil treatment. **Results and conclusions.** Presented is the design of a modular tillage tool allowing for surface tillage as well as basic cheesecloth or slot tillage. The design uses the universal frame on which it is possible to place interchangeable working parts and auxiliary equipment. Assembly and/or replacement of the working parts are carried out before the necessary technological operation on the soil is carried out. At

the same time the tool has a possibility to introduce mineral fertilizers into the cultivated zone with the necessary distribution of fertilizers by depth. This scheme of using the universal frame of the proposed modular tillage tool, allows you to increase the time of use of the tool frame in the technologies of cultivation of crops and reduce both the economic and production costs of the enterprise.

Key words: *modular soil tillage tool, tillage, mineral fertilizer application, chisel tillage, strip tillage, cultivation.*

Citation. Borisenko I.B., Skripkin D.V., Meznikova M. V., Bobrikov D.V. Modular soil tillage tool. *Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2021. 3 (63). 318-327 (in Russian). DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-33.

Author's contribution. All authors of this research study were directly involved in the development, planning and analysis of the obtained data. All authors have read and approved the received version of the article.

Conflict of interest. The authors declare no conflicts of interest.

УДК 631.31

МОДУЛЬНОЕ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩЕЕ ОРУДИЕ

И. Б. Борисенко, доктор технических наук, профессор

Д. В. Скрипкин, кандидат технических наук

М. В. Мезникова, кандидат технических наук

Д. В. Бобриков, аспирант

Волгоградский государственный аграрный университет, г. Волгоград

Дата поступления в редакцию 14.06.2021г.

Дата принятия к печати 20.08.2021

Актуальность. Обеспечение стабильности урожаев, получение высокого качества продукции и рационального использования материальных ресурсов возможно при комплектности и сбалансированности ведения сельского хозяйства, использовании современных технологий, технического оснащения с учетом особенностей для данной климатической зоны. В условиях засушливого земледелия любая технология возделывания должна обеспечивать экономию почвенных и экологических ресурсов природы за счет использования многооперационной техники, приспособленной к условиям работы в этой местности. При описанных условиях первостепенными являются требования к системам обработки и защите почв от эрозии. **Объект.** Объектом исследований является разрабатываемое модульное почвообрабатывающее орудие. **Материалы и методы.** При выполнении технологических операций по обработке почвы используется большое количество отличающейся друг от друга почвообрабатывающей техники. Наличие ее в производстве заставляет сельскохозяйственные предприятия осуществлять экономические затраты на ее приобретение. Однако данная машина может быть применена в технологии возделывания всего только один день, а остальное время простаивать, нанося материальный урон своим владельцам. С целью увеличения эффективности применения почвообрабатывающих машин и снижения амортизации за счет сокращения простоя в неиспользуемое время сезона предложено почвообрабатывающее модульное орудие, позволяющее использовать универсальную раму и монтируемые на неё сменные почвообрабатывающие рабочие органы с возможностью внесения минеральных удобрений на различных глубинах и в различные периоды проводимой обработки почвы. **Результаты и выводы** Представлена конструкция модульного почвообрабатывающего орудия, позволяющего проводить обработку почвы как поверхностную, так и основную чизельную или щелевую. В конструкции используется универсальная рама, на которой возможно размещать сменные рабочие органы и вспомогательное оборудование. Монтаж и/или замена рабочих органов проводится перед проведением необходимой технологической операции по обработке почвы. Одновременно орудие обладает возможностью вносить минеральные удобрения в обрабатываемую зону с необходимым распределением их по глубине. Данная схема использования универсальной рамы предлагаемого модульного почвообрабатывающего орудия позволяет увеличить время использования рамы орудия в технологиях возделывания сельскохозяйственных культур и снижать как экономические, так и производственные затраты предприятия.

Ключевые слова: модульные почвообрабатывающие орудия, обработка почвы, внесение минеральных удобрений, чизельная обработка почвы, полосовая обработка почвы, культивация.

Цитирование. Борисенко И. Б., Скрипкин Д. В., Мезникова М. В., Бобриков. Д. В. Модульное почвообрабатывающее орудие. *Известия НВ АУК*. 2021. 3(63). 318-327. DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-33.

Авторский вклад. Все авторы настоящего исследования принимали непосредственное участие в планировании, выполнении или анализе данного исследования. Все авторы настоящей статьи ознакомились и одобрили представленный окончательный вариант.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Введение. Наиболее благоприятный выбор технологии обработки почвы может зависеть от большого количества применяемых операций: от отвальной обработки до обработки почвы по системе No-till с широким использованием всевозможных методов безотвальной обработки почвы с целью уменьшения энергетических затрат. Применение технологий по обработке почвы обусловлено почвенно-климатическим состоянием обрабатываемых участков, требованиями к возделываемой культуре и степенью развития сельскохозяйственного производства, наличием питательных веществ в почве, а также средствами механизации и грамотностью специалистов [3, 4].

Кратность перемещения сельскохозяйственных машин по почве сильно зависит от количества выполненных технологических операций при возделывании культур. Это провоцирует истирание почвы в пыль, увеличивает плотность почвы, а также снижает влагопроницаемость и капиллярность данного участка. Отсюда и значительное снижение урожайности возделываемых культур [1, 11].

Использование в системе обработки почвы многооперационных сельскохозяйственных машин ведет к снижению отрицательного влияния на почву, при этом снижается время проведения операций, а качество работы и производительность повышаются с одновременным уменьшением производственных затрат. Они включают набор рабочих органов, обеспечивающих выполнение технологических операций по обработке почвы, которые позволяют совмещать их по агротехнологии, срокам и качеству работ [2, 9].

Материалы и методы. Рассмотрим несколько моделей таких машин. Многооперационная сельскохозяйственная машина (рисунок 1), выполняющая операции по поверхностной и подготовительной к посеву обработке почвы. На раме рассматриваемой машины совмещены рабочие органы, такие как сферические диски, работающие на глубину 0,06...0,1 м, плоскорежущие рабочие органы, рыхлящие почву на глубину до 0,21 м, а также выравнивание и уплотнение обработанной почвы выравнивающими катками.

Рисунок 1 – Агрегат комбинированный многоцелевой АКМ-3,6

Figure 1 – Multi-purpose combined AKM-3.6

Почвообрабатывающий комбинированный агрегат (рисунок 2) АКП-6 осуществляет следующие виды работ: обработку почвы за один проход на глубину 0,16 м; лушение стерни; обработку и уход за парами; измельчение остатков стеблей и рыхление почвы после уборки кукурузы и корнеплодов; весеннюю обработку почвы с заделкой различных видов минеральных удобрений; проведение работ по предпосевной обработке почвы как для яровых, так и для озимых культур.

Рисунок 2 – Универсальный комбинированный почвообрабатывающий агрегат АКП-6

Figure 2 – Universal combined tillage machine AKP-6

Агрегат многооперационный почвообрабатывающий АМП-4 (рисунок 3) применяется для ухода за парами, подготовки почвы под посев яровых и озимых культур и поверхностное рыхление без оборота пласта. АМП-4 при перемещении по поверхности поля своими рабочими органами осуществляет рыхление почвы на глубину до 0,18 м, разрушение крупных комьев почвы, подрезание корневой системы сорняков и выравнивание обрабатываемой полосы.

Рисунок 3 – Многооперационный почвообрабатывающий агрегат АМП-4

Figure 3 – Multi-tillage machine AMP-4

Результаты и обсуждение. Рассматривая представленные комбинированные орудия, можно сделать вывод, что их применение при возделывании сельскохозяйственных культур сокращает сроки проведения работ, а также позволяет совмещать

технологические операции обработки почвы. Это влияет на снижение затрат как финансовых, так и энергетических при получении урожая. Однако данный тип машин не способен решать полностью все поставленные задачи по проведению как поверхностной обработки почвы для посева и ухода за парами, так и основной обработки почвы. Применение комбинированных машин не освобождает предприятия АПК от необходимости приобретения однооперационной почвообрабатывающей машины, необходимой в технологии и применяемой для проведения конкретной технологической операции по обработке почвы. И эта машина может использоваться всего несколько дней в сезоне работы, а стоимость её может составлять значительные суммы [8, 10]. При этом стоимость данной техники складывается из цены материала, из которого она выполнена, затраченного энергетического ресурса и заработной платы специалистов, которые её изготовили. На основании приведенных ранее затрат, стоимость самой машины можно разделить на стоимость рамы машины и её рабочих органов. При этом основную стоимость данной машины (около 60-70 %) составляет её несущая рама, а прочую оставшуюся часть составляет цена рабочих органов и расходных материалов [2, 7].

Отсюда возникает вопрос, возможно ли создать универсальную модульную раму, на которой можно размещать съёмные модули различного почвообрабатывающего оборудования с возможностью одновременного внесения минеральных удобрений. Данная разработка позволит эксплуатировать её длительный период сезона на работах, связанных с обработкой почвы, осуществляя лишь смену модулей с рабочими органами в необходимый период сезона. Такая конструкция рамы позволит снизить стоимость будущей машины из-за своей универсальности и увеличит эффективность её применения в агротехнологиях возделывания сельскохозяйственных культур [4, 5-7].

На основании вышеописанных проблем коллективом авторов были проведены исследования в данном направлении, в результате которых была разработана конструкция модульного почвообрабатывающего орудия.

Предлагаемую модульную почвообрабатывающую машину (рисунок 4) можно использовать на операциях, связанных с глубокой полосовой щелевой, чизельной, безотвальной обработкой почвы, поверхностной обработкой, на всех стадиях работ с возможностью внесения минеральных удобрений.

Данная конструкция модульной почвообрабатывающей машины может комплектоваться сменными модулями, состоящими из отдельных наборов рабочих органов: щелерезов, чизельных стоек, культиваторных секций, дисковых батарей и катков различного профиля, а также оборудования для внесения минеральных удобрений. При необходимости рабочие органы можно устанавливать комбинированно.

Возможные схемы комплектования модульного почвообрабатывающего орудия представлены на рисунке 4. Комплектование орудия можно осуществлять следующим образом:

1. Установка на раму модуля с рабочими органами щелереза для основной полосовой обработки почвы или чизеля с оборудованием для внесения минеральных удобрений на заданную глубину обработки с необходимым распределением и нормой.

2. Монтаж модуля с рабочими органами, необходимыми для проведения междурядной обработки с применением оборудования для подкормки растений минеральными удобрениями. При этом на раму можно установить рабочие органы для проведения сплошной культивации, а также дискования для проведения работ по подготовке почвы к посеву или борьбы с сорной растительностью на парах.

Рисунок 4 – Схема сменных модулей почвообрабатывающей машины:

- а – схема полосовой обработки почвы с возможным внесением минеральных удобрений;
- б – схема междурядной обработки почвы с внесением мелиорантов;
- в – схема сплошной культивации; г – схема дискования почвы

Figure 4 – Scheme of interchangeable modules of tillage machine:

- a – scheme of strip-tillage with possible application of mineral fertilizers;
- b – scheme of inter-row tillage with the application of ameliorants;
- c – scheme of continuous tillage; d – scheme of soil disking

Процесс сборки машины следующий: на универсальную раму монтируются, в соответствии со схемой проведения работы, модули с рабочими органами и, по необходимости, бункеры туковысевающих аппаратов для минеральных удобрений с приводными редукторами. Далее устанавливают опорно-приводные колеса и осуществляют регулировку глубины хода рабочих органов. После сборки машины её агрегируют с трактором и производят регулировку на площадке, и далее она отправляется в поле на выполнение полевых работ.

Данная модульная почвообрабатывающая машина со сменными модулями рабочих органов способна выполнять комплекс технологических операций как по поверхностной обработке, так и по основной обработке на глубину до 0,35 м с возможностью внесения минеральных удобрений. При необходимости на раму можно устанавливать два модуля рабочих органов для совмещения нескольких операций обработки почвы. Это даёт возможность сельскохозяйственным предприятиям использовать универсальную модульную раму модульной машины на протяжении всего сезона работ с почвой. Такая схема избавит хозяйства от приобретения сложной почвообрабатывающей техники специализированного назначения с периодом работы в несколько дней в сезон и позволит

снизить экономические, а также технологические затраты сельскохозяйственного предприятия за счет использования модульной почвообрабатывающей машины на операциях по обработке почвы с применением оборудования для внесения удобрений и мелиорантов в технологических операциях возделывания сельскохозяйственных культур.

Рассмотрим работу модульного почвообрабатывающего орудия, собранного для проведения мелиоративной чизельной обработки почвы с одновременным внесением мелиорантов с возможностью распределения их нормы по глубине.

Предложенное нами орудие направлено на достижение следующих задач: рыхление почвы на глубину отзывчивости растений с внесением в корнеобитаемый слой почвы мелиорантов и удобрений с одновременным улучшением плодородного слоя почвы, а также увеличение урожайности возделываемых культур.

Этот результат достигается тем, что разработанное нами орудие для чизельной обработки почвы с возможным внесением удобрений и мелиорантов состоит из комбинированной клинообразной стойки с установленными в задней её части тукораспределителями. На носке башмака стойки установлено сменное долото, при этом по осевой линии задней стороны стойки выполнены резьбовые отверстия через равное расстояние, определяющее распределение туков, к которым крепятся лево- и правосторонние захваты туков в виде пластин, направленных под углом $15...25^\circ$ к боковой стенке борозды, которая образуется клинообразной стойкой. При этом длина пластины определяется зоной смыкания почвы.

На рисунке 5 изображен рабочий орган орудия для мелиоративной чизельной обработки почвы с одновременным внесением мелиорантов и возможностью распределения нормы по глубине, вид сбоку; вид А – сверху; вид В – вид сзади.

Рисунок 5 – Рабочий орган орудия для мелиоративной чизельной обработки почвы с одновременным внесением мелиорантов и возможностью распределения нормы по глубине

Figure 5 – Working body of the tool for reclamation tillage with simultaneous application of ameliorants and the possibility of distributing the rate by depth

Орудие для мелиоративной чизельной обработки почвы с одновременным внесением мелиорантов с возможностью распределения нормы по глубине состоит из комбинированной клинообразной стойки 1, на задней её части находится тукопровод 2. В нижней части стойки 1 на башмаке установлено сменное долото 3, выполненное из твердой износостойкой стали. В задней части стойки 1 по осевой её линии реализованы резьбовые отверстия 4 через равные расстояния. В резьбовых отверстиях на болтах установлены лево- и правосторонние захваты туков 5 в виде пластин, направленных под углом $15...25^\circ$ к боковой стенке борозды, образуемой клинообразной стойкой 1. Длина пластины определяется зоной смыкания почвы. Расстояние между захватами туков 5 задается требуемым распределением удобрений в пахотном слое, с учетом шага S между отверстиями 4.

Орудие для мелиоративной чизельной обработки почвы с одновременным внесением мелиорантов и возможностью распределения нормы по глубине работает следующим образом.

При подготовке агрегата к работе осуществляют проверку его технического состояния, регулировку глубины обработки и внесения удобрений, а также заправку бункеров мелиорантами или минеральными удобрениями в зависимости от проводимой операции. После этого проводят регулировку туковысевающих аппаратов на заданную норму внесения. Далее орудие направляется в поле, где при перемещении в заглубленном виде долотом 3, установленном на носке стойки 1, прорезает обрабатываемый пласт почвы в вертикальной плоскости и смещает его в стороны. Образующая зона рыхления после прохождения рабочего органа через определенный промежуток времени сомкнется. Одновременно при движении рабочего органа в почве по закрепленному тукопроводу 2 мелиоранты или вносимые минеральные удобрения под воздействием силы гравитации подаются к установленным в задней части стойки 1 лево- и правосторонним захватам 5 и попадают под воздействие смыкающихся боковых стенок, насыщая собой подвергшийся обработке участок почвы. Наклон захватов 5 под углом $15-25^\circ$ обеспечивает скатывание отсеченного удобрения от основного потока к боковым стенкам борозды, образованной клиновидной стойкой 1, с последующим смещением и заделкой релаксирующей почвой. Применение лево- и правосторонних захватов 5 с возможностью перемещения по отверстиям 4, выполненным вдоль осевой линии задней стороны стойки с шагом S , обеспечивает требуемое расположение и распределение вносимого в корнеобитаемый слой почвы гранулированных минеральных удобрений и мелиорантов, повышающих урожайность возделываемых сельскохозяйственных культур.

Выводы. Применение спроектированного орудия для мелиоративной чизельной обработки почвы с одновременным внесением мелиорантов с возможностью распределения нормы по глубине обеспечивает насыщение пахотного корнеобитаемого горизонта необходимыми удобрениями или мелиорантами, что способствует созданию хороших условий для роста и развития растений, а также увеличивает урожайность возделываемой культуры. Предложенная схема модульной почвообрабатывающей машины позволит сельскохозяйственным предприятиям увеличить производительность используемых агрегатов для обработки почвы и расширить область её использования в различных технологиях возделывания за счет единовременного приобретения универсальной рамы и сменных модулей с необходимым набором рабочих органов и оборудования.

Библиографический список

1. Божко И. В., Пархоменко Г. Г., Камбулов С. И. Совершенствование конструкции рабочего органа для послепослойной бзотвальной обработки почвы // *Тракторы и сельхозмашины*. 2018. № 5. С. 26-31.
2. Борисенко И. Б., Мезникова М. В. Обоснование конструктивных параметров орудий для выполнения полосовой обработки почвы в энергосберегающей системе земледелия // *Вестник аграрной науки Дона*. 2020. № 4 (52). С. 19-27.

3. Медведев Г. А., Екатериничева Н. Г., Ткаченко А. В. Эффективность инновационных систем возделывания подсолнечника на южных черноземах Волгоградской области // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2020. № 3 (59). С. 116-124.

4. Повышение уровня функционирования сельскохозяйственных почвообрабатывающих машин путем обоснования параметров стойки рабочего органа / С. И. Камбулов, В. Б. Рыков, И. В. Божко, В. В. Колесник // Тракторы и сельхозмашины. 2018. № 1. С. 9-16.

5. Canales E., Bergtold J., Williams J. Modeling the choice of tillage used for dryland corn, wheat and soybean production by farmers in Kansas // Agricultural and Resource Economics Review. 2018. № 47 (1). P. 90-117.

6. Energy and agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler / A. S. Ovchinnikov // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. V. 12(24). P. 7150-7160. www.scopus.com

7. Ghasemzadeh H. R., Humburg D. Using fan nozzles with adjustable spray angle on long rods // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2016. Vol. 18. P. 80-92.

8. Methods and applications of new technologies used for reducing of chemical usage and controlling of pests (a review) / M. A. Ebrahimi, M. H. Khoshtaghaza1, S. Minaei1, B. Jamshidi // Agricultural Engineering International: CIGR Journal. 2018. Vol. 20. No. 2. P. 144-154.

9. Resource-saving method of chemical treatment of tilled crops / I. B. Borisenko, A. S. Ovchinnikov, M. V. Meznikova, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, A. F. Rogachev, E. I. Ulybina // Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2019. V. 341. 012092.

10. Strip-till technology – a method for uniformity in the emergence and plant growth of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) in different environmental conditions of Northern Poland / I. Jaskulska, L. Gałżewski, M. Piekarczyk, D. Jaskulski // Italian Journal of Agronomy. 2018. № 13 (3). P. 194-199.

11. The ways to reduce chemical fertilizer input and increase fertilizer use efficiency in Maize in Northeast China / M. Hua [et al.] // Scientia Agricultura Sinica. 2018. № 51(14). P. 2758-2770.

Conclusion. Application of the designed tool for meliorative tillage with simultaneous application of ameliorants with the possibility of depth distribution of the norm provides saturation of the arable root zone with necessary fertilizers or ameliorants, which helps to create good conditions for plant growth and development and also increases the yield of the cultivated crop. The proposed scheme of the modular tillage machine will allow agricultural enterprises to increase the productivity of the used units for tillage and expand the area of its use in various cultivation technologies due to the simultaneous acquisition of a universal frame and interchangeable modules with the necessary set of working tools and equipment.

References

1. Bozhko I. V., Parkhomenko G. G., Kambulov S. I. Improvement of the design of the working body for dust-b-LA non-dump truck of salt // Tractors and agricultural machines. 2018. N. 5. P. 26-31.

2. Borisenko I. B., Meznikova M. V. Justification of design parameters of implements for strip-tillage in energy-saving farming system // Bulletin of the Don Agrarian Science. 2020. № 4 (52). P. 19-27.

3. Medvedev G. A., Ekaterinicheva N. G., Tkachenko A. V. Effectiveness of innovative sunflower cultivation systems on southern black soils of Volgograd Region // Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp. 2020. № 3 (59). P. 116-124.

4. Raising the level of functioning of agricultural tillage machines by substantiating the parameters of the working body rack / S. I. Kambulov, V. B. Rykov, I. V. Bozhko, V. V. Kolesnik // Tractors and agricultural machines. 2018. No. 1. P. 9-16.

5. Canales E., Bergtold J., Williams J. Modeling the choice of tillage used for dryland corn, wheat and soybean production by farmers in Kansas // Agricultural and Resource Economics Review. 2018. № 47 (1). P. 90-117.

6. Energy and agrotechnical indicators in the testing of machine-tractor units with subsoiler / A. S. Ovchinnikov // ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences. 2017. V. 12(24). P. 7150-7160. www.scopus.com

7. Ghasemzadeh H. R., Humburg D. Using fan nozzles with adjustable spray angle on long rods // *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 2016. Vol. 18. P. 80-92.

8. Methods and applications of new technologies used for reducing of chemical usage and controlling of pests (a review) / M. A. Ebrahimi, M. H. Khoshtaghazal, S. Minaei, B. Jamshidi // *Agricultural Engineering International: CIGR Journal*. 2018. Vol. 20. No. 2. P. 144-154.

9. Resource-saving method of chemical treatment of tilled crops / I. B. Borisenko, A. S. Ovchinnikov, M. V. Meznikova, S. D. Fomin, V. S. Bocharnikov, A. F. Rogachev, E. I. Ulybina // *Conference on Innovations in Agricultural and Rural development IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*. 2019. V. 341. 012092.

10. Strip-till technology – a method for uniformity in the emergence and plant growth of winter rapeseed (*Brassica napus* L.) in different environmental conditions of Northern Poland / I. Jaskulska, L. Gałęzewski, M. Piekarczyk, D. Jaskulski // *Italian Journal of Agronomy*. 2018. № 13 (3). P. 194-199.

11. The ways to reduce chemical fertilizer input and increase fertilizer use efficiency in Maize in Northeast China / M. Hua [et al.] // *Scientia Agricultura Sinica*. 2018. № 51(14). P. 2758-2770.

Author's information

Borisenko Ivan Borisovich - Honored inventor of the Russian Federation, Dr. of Technical Sciences, Senior Research Scientist of the Department "Farming and Agrochemistry" of FSBEI HE Volgograd SAU. (400002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), Chief Researcher, Professor, tel. +7 (8442) 41-12-48. E-mail: borisenivan@yandex.ru

Skripkin Dmitry Vladimirovich, researcher of "Research Institute for Advanced Innovation and Research in the Agroindustrial Complex" of the FSBEI HE Volgograd SAU, (400002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), Candidate of Technical Sciences, tel. +7(8442) 41-15-10. E-mail: umka525@mail.ru

Meznikova Marina Viktorovna, Senior Researcher of "Research Institute for Advanced Innovations and Research in the Agroindustrial Complex" of the of the FSBEI HE Volgograd SAU, (400002, Volgograd, Universitetsky Avenue, 26), Candidate of Technical Sciences, tel. +7 (8442) 41-12-48.

Bobrikov Dmitry Vladimirovich, Graduate student of the department "Farming and agrochemistry" FSBEI HE Volgograd SAU, (400002, Volgograd, 26 Universitetsky Avenue)

Информация об авторах

Борисенко Иван Борисович, Заслуженный изобретатель РФ, д-р техн. наук, ст. науч. сотрудник кафедры «Земледелие и агрохимия» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26), главный научный сотрудник, Профессор, тел. +7 (8442) 41-12-48. E-mail: borisenivan@yandex.ru

Скрипкин Дмитрий Владимирович, научный сотрудник «НИИ перспективных инноваций и исследований в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26), кандидат технических наук, тел. +7(8442) 41-15-10. E-mail: umka525@mail.ru

Мезникова Марина Викторовна, старший научный сотрудник «НИИ перспективных инноваций и исследований в АПК» ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, Университетский проспект, 26), кандидат технических наук тел. +7 (8442) 41-12-48.

Бобриков Дмитрий Владимирович, аспирант кафедры "Земледелие и агрохимия" ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный аграрный университет» (400002, г. Волгоград, пр-т Университетский, 26).

DOI: 10.32786/2071-9485-2021-03-34

STUDY OF THE EFFECT OF CARBON DIOXIDE ON REDUCING MOISTURE LOSS DURING COLD STORAGE OF SMOKED FISH

E.N. Neverov, I.A. Korotkiy, P.S. Korotkih,
O.A. Neverova, L.A. Proskuryakova

Kemerovo State University, Kemerovo

Received 23.06.2021

Submitted 25.08.2021

Abstract

Introduction. When storing smoked fish, there is a loss of mass, the so-called «shrinkage» or «shrinkage», which occurs due to the loss of moisture in the product, which leads to significant weight losses of fish and fish products during trade. **Object.** The purpose of this work is to study the effect of carbon