7. Тишанинов К.Н. Теоретическое обоснование эффективности процесса пневмосепарирования зерна // Наука в центральной России. – 2020. №2(44). – С. 52 - 58.

References

1. F.D. Braterskij, S.A. Karabanov. Posleuborochnaya obrabotka zerna – M.:Agropromizdat, 1986.
2. Tarasenko A. P. Sovershenstvovanie posleuborochnoj obrabotki semyan zernovykh kul'tur / A. P. Tarasenko, V. I. Orobinskij, M. E. Merchalova // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. - 1999. - № 12. - S. 27-28.
3. Kosilov N.I., Piven' V.V. Tekhnologicheskie vozmozhnosti modernizacii i sozdaniya perspektivnykh potochnykh linij dlya posleuborochnoj obrabotki zerna // Vestnik CHelyabinskogo GAU.- 2000. - T.31. - S. 28 - 31.
4. Ryabuhina N.V., Nuzhdina M.V. Znachenie posleuborochnoj obrabotki zerna// Azimut nauchnykh issledovanij: ekonomika i upravlenie.-2015. №1(10).- S.112-113.
5. Tishaninov K.N. Obosnovanie konstruktivno-tekhnologicheskoy skhemy frakcionnoj vozdušno-reshejnoj mashiny // Nauka v central'noj Rossii. – 2018. №1(31). - S. 5-14.
6. Tishaninov K.N. Issledovanie predel'noj skorosti resheta s pomoshch'yu komp'yuternoj modeli grohota // Nauka v central'noj Rossii. – 2017. №5(29). - S. 12 - 21.
7. Tishaninov K.N. Teoreticheskoe obosnovanie effektivnosti processa pnevmoseparirovaniya zerna // Nauka v central'noj Rossii. – 2020. №2(44).- S. 52 - 58.

Сведения об авторах

Принадлежность к организации

Тишанинов Константин Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г. Тамбов, e-mail: TishaninovKN@rambler.ru.

Author credentials

Affiliations

Tishaninov Konstantin – Candidate of Technical Sciences, Senior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution “All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”, Russia, Tambov, e-mail: TishaninovKN@rambler.ru.

Поступила в редакцию (Received): 16.07.2021 Принята к публикации (Accepted): 12.08.2021

УДК 636.087

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-4-17-25

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ – ОСНОВА УРОЖАЕВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

¹Капустин Василий Петрович

¹Родионов Юрий Викторович

¹Скоморохова Анастасия Игоревна

¹ФГБОУ ВО «Тамбовский государственный технический университет»

Реферат. В статье дана современная характеристика почвы. Описано влияние, которое оказывает содержание гумуса, на ее плодородие. Приведен состав чернозема, благодаря которому данный вид почвы обладает высоким плодородием, имеет хорошие водно-воздушные качества и нейтральную кислотность, реже – слабощелочную. Для улучшения качества почвы и повышения плодородия, а значит обеспечения высоких урожаев, необходимо регулярно вносить удобрения. Практически все питательные вещества, необходимые выращиваемым культурам, присутствуют в органических удобрениях. Их применение наиболее предпочтительно, так как такие удобрения поддерживают и накапливают гумус в почве, активизируют микрофлору и создают благоприятные условия для выращивания растений. Одним из предлагаемых средств обогащения почвы является создание органических удобрений на базе коровьего навоза или птичьего помета. В работе представлен примерный химический состав навоза и помета.

Описаны наиболее распространенные методы их переработки. Отмечено, что наиболее перспективным среди новых способов получения органических удобрений является термическая обработка навоза и помета с последующим гранулированием. Предложено создание пеллет и пудрет из куриного помета при помощи двухступенчатой конвективно-вакуумной сушки с применением озонирования, разработанной в ФГБОУ ВО «ТГТУ». Первая ступень сушильной установки осуществляется конвективной сушкой во взвешенном слое; на второй материал высушивается конвективным вакуумно-импульсным способом. Уменьшение температуры сушки, а также сокращение времени, затрачиваемого на процесс, достигается путем внедрения жидкостнокольцевого вакуум-насоса с возможностью изменения размеров нагнетательного окна. Разработанная технологическая схема переработки также включает накопитель, предусмотренный с целью предварительного уменьшения влагосодержания сырья. Это достигается за счет добавления сухой пыли, полученной как отходы переработки. Предлагаемое оборудование отвечает требованием повышения энергоэффективности процесса переработки, а предлагаемая технология обеспечивает безотходность производства.

Ключевые слова: почва, гумус, навоз, птичий помет, компостирование, озонирование, двухступенчатая конвективно-вакуумная сушка.

IMPROVING THE QUALITY OF ORGANIC FERTILIZERS - THE BASIS OF HARVESTS AGRICULTURAL CROPS

¹Kapustin Vasily

¹Rodionov Yuri

¹Polushin Ivan

¹Skomorokhova Anastasia

¹ FSBEI HE «Tambov State Technical University»

Abstract. The article presents the modern characteristics of the soil. The influence of the humus content on its fertility is described. The composition of humus is given, due to which this type of soil has high fertility, has good water-air qualities and neutral acidity, less often slightly alkaline. To improve the quality of the soil and increase fertility, which means ensuring high yields, it is necessary to regularly apply fertilizers. Almost all of the nutrients needed by the crops grown are present in organic fertilizers. Their use is most preferable, since such fertilizers maintain and accumulate humus in the soil, activate the microflora and create favorable conditions for growing plants. One of the proposed means of soil enrichment is the creation of organic fertilizers based on cow manure or poultry manure. The paper presents the approximate chemical composition of manure and droppings. The most common methods of their processing are described. It is noted that the most promising among the new methods of obtaining organic fertilizers is heat treatment of manure and dung followed by granulation. It is proposed to create pellets and powder from chicken droppings using a two-stage convective-vacuum drying with ozonation, developed at FSBEI HE "TSTU". The first stage of the drying unit is carried out by convective drying in a suspended bed; the second material is dried by convective vacuum-pulse method. Reducing the drying temperature, as well as reducing the time spent on the process, is achieved by introducing a liquid ring vacuum pump with the ability to change the dimensions of the discharge port. The developed technological scheme of processing also includes a storage device provided for the purpose of preliminary reduction of the moisture content of raw materials. This is achieved by adding dry dust from recycling waste. The proposed equipment meets the requirement to increase the energy efficiency of the processing process, and the proposed technology ensures waste-free production.

Keywords: soil, humus, manure, bird droppings, composting, ozonation, two-stage convective-vacuum drying.

Введение. Почвой называется верхний слой земной коры, образующийся и развивающийся при совместном воздействии факторов почвообразования (климат, рельеф, горные породы, организмы и время). Основное органическое вещество почвы – гумус, представляющий собой состав различных химических соединений, получающийся в результате разложения и гумификации органических веществ. Совокупность методов, направленных на увеличение плодородия почвы, определяется применением органических удобрений. Так как именно они позволяют максимально обогатить пахотный слой всеми питательными веществами, улучшить

качество почвы и условия минерального питания растений. Разные виды почв включают в себя определенное количество гумуса, который распределен по профилю и содержит гулиновые кислоты и фульвокислоты. В среднем содержание гумуса в пахотных дерново-подзолистых супесчаных почвах составляет 1,0-1,3%, в суглинистых – 1,5-2,5 %, серых лесных – 2,5-5,0 %, черноземе – 6-8%, торфяных почвах – 40-60% [1]. Входящий в состав чернозема гумус дает высокое плодородие, что делает данный вид почвы уникальным и наиболее благоприятным для выращивания сельскохозяйственной продукции.

Помимо гумуса, чернозем содержит около 70% кальция и до 20% магния от всех минеральных веществ, в меньшем количестве присутствуют такие вещества как азот, железо, фосфор, сера и другие. Все это придает чернозему хорошие водно-воздушные качества и нейтральную кислотность, реже – слабощелочную.

Для улучшения качества почвы, повышения ее плодородия, обеспечения высоких и устойчивых урожаев применяются различные удобрения. Наибольшее предпочтение необходимо отдавать органическим удобрениям, в которых содержатся практически все виды минеральных веществ, необходимых для полноценного питания растений. Они поддерживают и накапливают гумус в почве, активизируют микрофлору и создают благоприятные условия для произрастания сельскохозяйственных культур.

В настоящее время с целью увеличения прибыли выращивают монокультуры, применяя минеральные удобрения и пестициды, которые впоследствии делают почву непригодной. Получаемый в итоге урожай содержит огромное количество нитритов, нитратов и других вредных веществ. Также нарушается закон сохранения веществ в природе, который утверждает «сколько питательных веществ изъято из почвы с урожаем, столько должно быть возвращено». Для сохранения плодородия земли необходимо вносить питательных веществ на 15%-20% больше, чем забрали.

Материалы и методы. Применяемые органические удобрения положительно влияют на сохранение плодородия почвы. В то время как использование минеральных удобрений для повышения урожайности и поддержания почвенного плодородия не является эффективным. Они содержат элементы, вынесенные из почвы урожаем, но их действие краткосрочно и эти удобрения не способствуют образованию гумуса, что делает их применение невыгодным по сравнению с навозом крупнорогатого скота и птичьим пометом. Навоз и помет обеспечивают почву важными биологически активными веществами (БАВ) для развития растений. По определению навоз является сплошной полидисперсной многофазовой системой, состоящей из твердых, жидких и газообразных веществ, количество и состав которых определяется видом животных, их возрастной характеристикой, интенсивностью кормления, используемыми кормами и др. Влага составляет основную часть навоза, существенно влияет на его физико-механические и химические свойства. Влажность консистенции зависит от способа содержания животных, количества и вида применяемой подстилки, а также от вида уборки (гидравлический или механический).

Навоз в процессе перегнивания образует различные питательные вещества во время периода вегетации. Он также не способствует увеличению концентрации солей в почве. Компоненты, входящие в химический состав свежего подстильного (солома) навоза представлены в таблице 1[2].

Таблица 1 – Содержание различных компонентов в свежем навозе

Компоненты	Процентное содержание компонента в навозе			
	крупного рогатого скота	конском	овечьем	свином
Азот общий	0,45	0,58	0,83	0,45
Вода	77,3	71,3	64,6	72,4
Известь	0,40	0,21	0,33	0,18
Калий	0,50	0,63	0,67	0,60
Магний	0,11	0,14	0,18	0,09
Органическое вещество	20,3	25,4	31,8	25,0
Серная кислота	0,06	0,07	0,15	0,08
Фосфор	0,28	0,28	0,23	0,19
Хлор	0,10	0,04	0,17	0,17

Химический состав навоза, приведенный в таблице 1, показывает, что содержание воды составляет от 64,6 до 77,3%; органических веществ от 20,3 до 31,8%; азота – от 0,45 до 0,83%; извести – от 0,18 до 0,40%; магния – от 0,09 до 0,18%; фосфора от 0,19 до 0,28%; серной кислоты – от 0,06 до 0,15%; хлора – от 0,04 до 0,17%; калия – от 0,50 до 0,67%.

Помет – продукт жизнедеятельности птиц. Наиболее часто как удобрение применяют помет уток, гусей, кур и голубей, причем голубиный – является максимально эффективным. По своим качествам, влияющим на удобрительные свойства, птичий помет превосходит навоз [3], а по скорости действия сопоставим с минеральными удобрениями, таблица 2 [4].

Таблица 2 – Содержание различных компонентов в птичьём помете (в % на сырое вещество)

Вид птиц	Вода	Азот, N	Фосфор, P ₂ O ₅	Калий, K ₂ O	Кальций, CaO	Магний, MgO	Сера, SO ₃
Куры	56	0,7–1,9	1,5–2,0	0,8–1	2,4	0,7	0,4
Утки	57	0,8	1,5	0,4	1,7	0,3	0,3
Гуси	82	0,6	0,5	1,1	0,6	0,3	1,1
Голуби	52	1,2–2,4	1,7–2,2	1,0–2,2	–	–	–

Использовать навоз животных и помет птиц можно после их переработки. Существуют следующие основные способы.

Одним из наиболее распространенных и перспективных способов является компостирование. Его преимущества состоят в малых затратах, простоте проведения работ и универсальности. Компостирование можно применять ко всем видам отходов: птичьим, коровьим, свиным, овечьим и др. [5]. Процесс разложения органических веществ происходит с разогревом при определенных условиях до 60°C. Примерно через год образовывается перегной хорошего качества.

Свойства разных видов отходов значительно отличаются друг от друга. Так, коровий навоз по своей структуре обладает достаточно высокой плотностью, имеет в своем составе большое количество полезных веществ. При компостировании такой навоз следует смешивать со стружкой и опилками, которые выполняют функцию разрыхлителей. У свежих свиных отходов достаточно жидкая консистенция поэтому в них также добавляются опилки но уже для того чтобы повысить плотность.

Другим названием компостирования является рыхло-плотный способ хранения перегноя. Он осуществляется в несколько этапов. Вначале отходы животных и птиц размещаются свободно, и происходит естественное разложение массы с постепенным повышением температуры. На втором этапе перепревший компост складывают плотнее для сохранения азота. Здесь используется торф или опилки, посредством которых перекрывается доступ кислорода к компостной массе. В таких условиях начинается процесс брожения. При данном виде переработки навоз становится перегноем в течение двух-трех месяцев.

Более быстрое разложение навоза обеспечивает метод вермикомпостирования. Он заключается в использовании дождевых червей для получения биогумуса. Такое удобрение содержит множество полезных микроорганизмов, способствующих повышению плодородия почвы.

Компостирование считается наиболее распространенным традиционным методом получения органических удобрений. Значительное развитие отраслей сельского хозяйства послужило возникновению новых, более эффективных технологий получения удобрений из отходов животных и птиц. К ним относятся сушка навозной массы, гранулирование и брикетирование навоза, переработка в биореакторной установке.

В больших сельскохозяйственных предприятиях продуктивнее использовать новый метод, заключающийся в сушке и гранулировании, ввиду потерь полезных площадей из-за постоянного увеличения компостных ям, занимающих много места. Для реализации данного метода необходимо применение специального оборудования – сушильных камер, в которых производится сушка под воздействием высокой температуры. Получаемые в результате сухие гранулы обладают длительным сроком хранения и при правильной обработке не имеют неприятного запаха. Их можно использовать непосредственно в качестве органических удобрений или применять как

кормовую добавку сельскохозяйственным животным и птицам. Из подстилочного навоза таким способом изготавливают брикеты для отопления помещений.

Сушка осуществляется до 12% влажности, а затем продукт подвергается измельчению и гранулированию.

Преимущества таких удобрений:

- отсутствие вредных микроорганизмов;
- сбалансированность содержания минеральных веществ;
- длительный срок хранения;
- удобство внесения удобрений в почву механизированным способом.

Биологическое удобрение, в составе которого присутствует необходимое количество полезных веществ, получают с помощью специальных бактерий для переработки навоза и помета. Технология данного вида переработки предполагает ее использование непосредственно на животноводческих комплексах, оснащенных системами смыва отходов водой. В зависимости от вида отходов применяют различные бактерии. Например, желательно использовать бактерии, сохраняющие азот. При размещении отходов свиней в достаточно больших (2-4 метровых) буртах следует для переработки выбирать бактерии, приводящие к разложению целлюлозы и лигнина.

Переработка навоза и помета с использованием биореактора дает на выходе биогаз и концентрат удобрения. Полученный биогаз применяется как сырье для отопления жилых помещений и хозяйственных построек или для работы газового оборудования.

Обеззараживание отходов сельскохозяйственных животных и птиц реализуется посредством биологических способов, использования химических реагентов, термической обработки. Каждый из них имеет свои особенности и недостатки. С точки зрения борьбы с гельминтами биологическая очистка в аэротенках является одним из самых дорогих и менее эффективных способов. Применение формалина не обеспечивает уничтожение всех яиц и личинок гельминтов, находящихся в навозе. Наиболее эффективна термическая обработка навоза, так как при температуре 50°C происходит сворачивание белка.

Использование жидкого навоза в качестве органического удобрения должно сопровождаться обеззараживанием с максимальным сохранением N, P, K и созданием условий, исключающих сброс навозных стоков в водоемы. В осенне-зимний период в отстойниках выживают свыше 80% яиц гельминтов в течение 6 месяцев. При поливе яйца сохраняются на глубине пахотного слоя до 1 года. Биотермическое обеззараживание обеспечивает уничтожение яиц и личинок гельминтов в летне-осенний период через 10-15 дней, зимой – через месяц. После разделения в жидкой фракции в течение 4-х суток происходит осаждение яиц и личинок гельминтов, причем 96% осаждаются за первые часы, а отдельные экземпляры удерживаются на взвешенных частичках.

Результаты и их обсуждение. На предприятии Госплемптица «Арженка» Рассказовского района Тамбовской области была разработана технологическая линия для производства минерального органического удобрения и органического продукта – «пудрета» для добавки в корма животным из куриного помета с использованием технологии ускоренной сушки [6]. Было определено, что переработка куриного помета при высоких температурах позволяет использовать получаемый продукт, как добавку в корм животных и не становится причиной загрязнения окружающей среды. При этом необходимо учитывать, что при превышении определенного значения температуры начинается разрушение ряда важных органических веществ, что особенно нежелательно при производстве пудрета. Это обусловлено тем, что многие вещества, входящие в состав помета термолабильны.

Разработанная технологическая линия переработки куриного помета (рис. 1) позволяет производить обработку при различных режимных параметрах, которые выбираются в зависимости от требуемых характеристик конечного продукта. Так производство пеллет, предназначенных для сжигания в качестве топлива, сопровождается более высокими температурами по сравнению с созданием пудрета, которое необходимо осуществлять при щадящих режимах с максимальным сохранением присутствующих питательных веществ.

1 – накопитель; 2 – питатель; 3 – измельчитель; 4 – конвейер; 5 – двухступенчатая конвективная вакуумно-импульсная сушилка с закрученным слоем; 6 – озонатор; 7 – источник тепла; 8 – нагнетатель; 9 – жидкостнокольцевой вакуум-насос; 10 – циклон; 11 – дезодоратор

Рисунок 1 – Технологическая схема переработки куриного помета

При организации переработки по предлагаемой технологической схеме исключается неприятный запах в производственном помещении и достигается высокая автоматизация процесса. Технология осуществляется следующим образом. Сырье подается в накопитель 1, где происходит предварительное уменьшение влажности посредством добавления сухой пыли, полученной как отходы от переработки, вследствие чего достигается снижение адгезионных свойств помета. В днище накопителя располагается шнек. Из накопителя перерабатываемое сырье поступает в питатель 2, после чего попадает в измельчитель 3. Измельченный помет конвейером 4 транспортируется в двухступенчатую конвективную вакуумно-импульсную сушильную установку 5 [7-10].

Процесс высушивания сырья, согласно разработанной технологии, состоит из конвективной сушки во взвешенном слое и последующей конвективной вакуумно-импульсной сушкой. Параллельно с процессом сушки осуществляется подача озона озонатором 6 [11] для обеззараживания органического материала. Озонирование производится на этапе прогрева проточным способом. Она необходима для получения пудрета, пригодного в качестве добавки к корму сельскохозяйственных животных и птиц. Теплоносителем при сушке выступает нагретый теплогенератором 7 воздух. Его возможная температура может достигать 150°C. Нагнетатель 8 необходим для обеспечения лучшего взвешенного слоя. Отработанный теплоноситель подается в измельчитель 3 и направляется в дезодоратор 11 через циклон 10. Из дезодоратора он выбрасывается в атмосферу.

К сушильной установке подключен одноступенчатый жидкостнокольцевой вакуумный насос с возможностью изменения размеров нагнетательного окна 9 (ЖВН РНО) [12, 13]. Он необходим

для создания вакуума на этапе досушки, чтобы производить процесс при пониженных температурах и минимальном времени высушивания. Высушенный материал со второй ступени сушки перемещается пневмотранспортом.

Куриный помет перед сушкой в сушильной установке имел влагосодержание 60...75%. Его высушивали до конечного влагосодержания 8...12%. На выходе фракции сухого помета составляли от 0,1 до 30 мм. Частицы, размер которых превышал 15 мм, отправляли на дополнительное измельчение.

Предлагаемая технология позволяет добиться снижения энергозатрат на процесс высушивания благодаря подаче нагретого воздуха из сушильной установки 5 в измельчитель 3, что обеспечивает предварительный нагрев перемешиваемого куриного помета. Для снижения потерь тепла и дальнейшего увеличения энергоэффективности в сушильную установку внедряется тепловой аккумулятор [14, 15].

Вывод. Обосновано применение органического удобрения в виде навоза и помета для повышения плодородия почвы и, как следствие, увеличения урожаев и качества возделываемых сельскохозяйственных культур. Рассмотрены различные способы и средства переработки навоза и помета с их последующим обеззараживанием. Установлено, что наиболее перспективным способом переработки навоза и помета, хорошо уничтожающим яйца и личинки гельминтов, является термическая обработка. Предложена технологическая линия переработки куриного помета с применением разработанной двухступенчатой конвективной вакуумно-импульсной сушильной установки. Посредством данной технологии можно производить органические удобрения высокого качества, пеллеты и пудреты, пригодные для использования в качестве добавки в корм сельскохозяйственным животным и птицам.

Список литературы

1. Васильев В.А., Филиппова Н.В. Справочник по органическим удобрениям. – М.: Росагропромиздат, 1988. – 255 с.
2. Губейдуллин Х.Х., Шигапов И.И., Кафиятуллова А.А. Химический состав свежего навоза // Научный вестник технологического института – филиала ФГБОУ ВПО Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина, 2014. – № 13. – С. 152-159.
3. Биология термофильных микроорганизмов / АН СССР. Ин-т микробиологии; Отв. Ред. А. А. Имшенецкий. – М.: Наука, 1986. – 271 с.: ил
4. Артюшин А.М., Державин Л.М. Краткий справочник по удобрениям – 2-е изд. перераб. и доп. – М.: Колос, 1984. – 208 с.
5. Лысенко В.П. Перспективные технологии и оборудование для реконструкции и технического перевооружения в птицеводстве. – М.: ФГНУ «Росинфор-магротех», 2002. – 540 с.
6. Капустин В.П., Гриднев П.И. Технология приготовления корма для животных из птичьего помета // Информационный листок № 250-85. ЦНТИ. – Тамбов, 1985. – 4 с.
7. Патент РФ № 2560116 МПК F26B 17/10, F26B 5/04. Конвективно-вакуумная сушилка / Щегольков А.В., Родионов Ю.В., Гришин С.О., Калинин В.Ф. – опубл. 20.08.2015.
8. Патент РФ № 2492359 МПК F04C 7/00, F04C 14/10, F04C 19/00, F04C 28/10. Жидкостно-кольцевая машина / Горбачёв Р.Ю., Гутенёв М.Д., Никитин Д.В., Преображенский В.А., Родионов Ю.В. – опубл. 10.09.2013.
9. Родионов Ю.В., Капустин В.П., Протасов Д.Н. и др. Исследование и выбор режимных параметров процесса сушки хмеле-тыквенной закваски // Наука в центральной России, 2016. – № 3 (21). – С. 15-24.
10. Родионов Ю.В., Однолько В.Г., Попова И.В. Обоснование выбора вакуумных насосов для конвективной вакуумной ступени сушки растительных материалов // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В.И. Вернадского, 2009. – № 6 (20). – С. 106-110.
11. Мыскин В.А., В.П. Капустин, Ю.В. Родионов и др. Универсальная безотходная технология и средства переработки птичьего помета в органическое удобрение и добавки в корм животным // Наука в центральной России, 2018. – № 3 (33). – С. 57-64.
12. Патент РФ № 2303166 МПК F04C 15/00. Жидкостно-кольцевая машина с автоматическим регулированием проходного сечения нагнетательного окна / Волков А.В., Воробьев Ю.В., Никитин Д.В. – опубл. 20.07.2007.

13. Родионов Ю.В., Гутенев М.Д., Максимов В.А. и др. Жидкостнокольцевой вакуум-насос с изменяющимися размерами нагнетательного окна // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета, 2008. – №1. – С.65-72.

14. Щегольков А.В., Зорин А.С., Родионов Ю.В. и др. Повышение энергоэффективности двухступенчатой КВИС растительного сырья // Сборник научных трудов Международного научно-технического семинара, посвященного 75-летию со дня рождения К.А. Тимирязева. – М.: Перо, 2018. – С. 181-185.

15. Щегольков А.В., Дьяконов А.А., Родионов Ю.В. и др. Применение тепловых аккумуляторов для создания энергоэффективных систем переработки АПК // Импортозамещающие технологии и оборудование для глубокой комплексной переработки сельскохозяйственного сырья: материалы I Всероссийской конференции с международным участием, Тамбов 24-25 мая 2019. ТГТУ. – Тамбов, 2019. – С. 103-110.

References

1. Vasil'ev V.A., Filippova N.V. Spravochnik po organicheskim udobreniyam. – M.: Rosagropromizdat, 1988. – 255 s.

2. Gubeidullin Kh.Kh., Shigapov I.I., Kafiyatullova A.A. Khimicheskii sostav svezhego navoza // Nauchnyi vestnik tekhnologicheskogo instituta – filiala FGBOU VPO Ul'yanovskaya GSKhA im. P.A. Stolypina, 2014. – № 13. – S. 152-159.

3. Biologiya termofil'nykh mikroorganizmov / AN SSSR. In-t mikrobiologii; Otv. Red. A. A. Imshenetskii. – M.: Nauka, 1986. – 271 s.: il

4. Artyushin A.M., Derzhavin L.M. Kratkii spravochnik po udobreniyam – 2-e izd. pererab. i dop. – M.: Kolos, 1984. – 208 s.

5. Lysenko V.P. Perspektivnye tekhnologii i oborudovanie dlya rekonstruktsii i tekhnicheskogo perevooruzheniya v ptitsevodstve. – M.: FGNU «Rosinfor-magrotekh», 2002. – 540 s.

6. Kapustin V.P., Gridnev P.I. Tekhnologiya prigotovleniya korma dlya zhivotnykh iz ptich'ego pometa // Informatsionnyi listok № 250-85. TsNTI. – Tambov, 1985. – 4 s.

7. Patent RF. № 2560116 MPK F26B 17/10, F26B 5/04. Konvektivno-vakuumnaya sushilka / Shchegol'kov A.V., Rodionov Yu.V., Grishin S.O., Kalinin V.F. – opubl. 20.08.2015.

8. Patent RF № 2492359 MPK F04C 7/00, F04C 14/10, F04C 19/00, F04C 28/10. Zhidkostno-kol'tsevaya mashina / Gorbachev R.Yu., Gutenev M.D., Nikitin D.V., Preobrazhenskii V.A., Rodionov Yu.V. – opubl. 10.09.2013.

9. Rodionov Yu.V., Kapustin V.P., Protasov D.N. i dr. Issledovanie i vybor rezhimnykh parametrov protsessa sushki khmele-tykvennoi zakvaski // Nauka v tsentral'noi Rossii, 2016. – № 3 (21). – S. 15-24.

10. Rodionov Yu.V., Odnol'ko V.G., Popova I.V. Obosnovanie vybora vakuumnykh nasosov dlya konvektivnoi vakuumnoi stupeni sushki rastitel'nykh materialov // Voprosy sovremennoi nauki i praktiki. Universitet im. V.I. Vernadskogo, 2009. – № 6 (20). – S. 106-110.

11. Myskin V.A., V.P. Kapustin, Yu.V. Rodionov i dr. Universal'naya bezotkhodnaya tekhnologiya i sredstva pererabotki ptich'ego pometa v organicheskoe udobrenie i dobavki v korm zhivotnym // Nauka v tsentral'noi Rossii, 2018. – № 3 (33). – S. 57-64.

12. Patent RF № 2303166 MPK F04C 15/00. Zhidkostno-kol'tsevaya mashina s avtomaticheskimi regulirovaniem prokhodnogo secheniya nagnetatel'nogo okna / Volkov A.V., Vorob'ev Yu.V., Nikitin D.V. – opubl. 20.07.2007.

13. Rodionov Yu.V., Gutenev M.D., Maksimov V.A. i dr. Zhidkostnokol'tsevoi vakuum-nasos s izmenyayushchimisya razmerami nagnetatel'nogo okna // Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2008. – №1. – S.65-72.

14. Shchegol'kov A.V., Zorin A.S., Rodionov Yu.V. i dr. Povyshenie energoeffektivnosti dvukhstupenchatoi KVIS rastitel'nogo syr'ya // Sbornik nauchnykh trudov Mezhdunarodnogo nauchno-tekhnicheskogo seminar, posvyashchennogo 75-letiyu so dnya rozhdeniya K.A. Timiryazeva. – M.: Pero, 2018. – S. 181-185.

15. Shchegol'kov A.V., D'yakonov A.A., Rodionov Yu.V. i dr. Primenenie teplovykh akkumulyatorov dlya sozdaniya energoeffektivnykh sistem pererabotki APK // Importozameshchayushchie tekhnologii i oborudovanie dlya glubokoi kompleksnoi pererabotki sel'skokhozyaystvennogo syr'ya: materialy I Vserossiiskoi konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem, Tambov 24-25 maya 2019. TGTU. – Tambov, 2019. – S. 103-110.

Сведения об авторах**Принадлежность к организации**

Капустин Василий Петрович – доктор технических наук, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовского государственного технического университета», Россия, г. Тамбов, e-mail: vp.kapustin@mail.ru.

Родионов Юрий Викторович – доктор технических наук, профессор Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовского государственного технического университета», Россия, г. Тамбов, e-mail: rodionow.u.w@rambler.ru.

Скоморохова Анастасия Игоревна – магистрант Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Тамбовского государственного технического университета», Россия, г. Тамбов, e-mail: nasta373@mail.ru.

Author credentials**Affiliations**

Vasily Petrovich Kapustin – Doctor of Technical Sciences, Professor of Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “Tambov State Technical University”, Russia, Tambov, e-mail: vp.kapustin@mail.ru.

Rodionov Yuri Viktorovich – Doctor of Technical Sciences, Professor of Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “Tambov State Technical University”, Russia, Tambov, e-mail: rodionow.u.w@rambler.ru.

Skomorokhova Anastasia Igorevna – Undergraduate of Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education “Tambov State Technical University”, Russia, Tambov, e-mail: nasta373@mail.ru

Поступила в редакцию (Received): 02.07.2021 Принята к публикации (Accepted): 03.08.2021

УДК 631.331

DOI: 10.35887/2305-2538-2021-4-25-31

**ОБОСНОВАНИЕ РАССТОЯНИЯ ОТ ПЛОСКОСТИ ОТВЕРСТИЯ
НАПРАВЛЕТЕЛЯ СЕМЯН ДО ВЕРТИКАЛЬНОЙ ОСИ СИММЕТРИИ КАТКА**

¹Зубарев Андрей Геннадиевич

¹Ларюшин Николай Петрович

¹Шуков Александр Васильевич

¹ФГБОУ ВО «Пензенский государственный аграрный университет»

Реферат. В работе проанализированы основные недостатки двухдисковых сошников. У них при выбросе семян в след за сошником в образованную бороздку, семена раскладываются хаотично по борозде, при этом нарушается послойное распределение семян в борозде по глубине и по длине их раскладки, что негативно сказывается на урожайности возделываемой культуры и увеличении общих затрат на её производство. В Пензенском ГАУ для решения этой проблемы разработано устройство для сошника в виде криволинейной трубы прямоугольного сечения, которая направляет семена в борозду и при этом рыхлит почву, а так же устройства для снижения скорости семян, выполненного в форме колеса. В результате применения для сошника данных устройств в виде криволинейной трубы прямоугольного сечения, которое направляет семена в борозду и рыхлит почву, а так же устройства для снижения скорости семян, выполненного в форме колеса получен следующий результат: плавный, без разрывной, сплошной поток семян, без отсутствия скопления семян в трубе; плотное ровное дно борозды, без засыпания семян во время их раскладки по дну борозды; семена раскладываются по дну борозды без их раскатывания. Всё это обеспечивает появление равномерных дружных всходов. В результате проведенных исследований было определено расстояние вылета семян от плоскости отверстия направителя семян до вертикальной оси симметрии катка (0,050 м). Отмечено, что угол вылета семян из отверстия семян направителя необходимо принять минимальным в пределах