

УДК 631.6.02

UDC 631.6.02

4.3.1 - Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса

4.3.1 - Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex

АНАЛИЗ ПОЛУАВТОМАТИЧЕСКИХ ПОСАДОЧНЫХ МАШИН ДЛЯ РИЗОМ МИСКАНТУСА

ANALYSIS OF SEMI-AUTOMATIC PLANTING MACHINES FOR MISCANTHUS

Иванов Юрий Григорьевич
доктор технических наук, профессор
Author ID: 744496
SPIN – код: 2490-7588
ORCID: 0000-0002-4766-9532
Scopus ID: 59348766000
Researcher ID: AAE-4366-2022
iy.electro@mail.ru

Ivanov Yuri Grigorievich
Doctor of Technical Sciences, Professor
Author ID: 744496
SPIN – code: 2490-7588
ORCID: 0000-0002-4766-9532
Scopus ID: 59348766000
Researcher ID: AAE-4366-2022
iy.electro@mail.ru

Луханин Владимир Александрович
канд. техн. наук, доцент,
Author ID: 544146
SPIN – код: 9717-8340
ORCID ID: 0009-0009-1668-800X
Scopus ID: 58040493700
Researcher ID: OAJ-0635-2025
Luhinin_Vladimir@mail.ru

Lukhanin Vladimir Aleksandrovich
Candidate in Engineering, associate professor,
Author ID: 544146
SPIN – code: 9717-8340
ORCID ID: 0009-0009-1668-800X
Scopus ID: 58040493700
Researcher ID: OAJ-0635-2025
Luhinin_Vladimir@mail.ru

Толстоухова Татьяна Николаевна
канд. тех. наук, доцент,
Author ID: 452820
SPIN – код: 7579-2083
ORCID ID: 0000-0003-3095-7316
Scopus ID: 57201057169
Researcher ID: T-8013-2017
t.tolstouhova@rgau-msha.ru

Tolstoukhova Tatyana Nikolaevna
Candidate in Engineering, associate professor,
Author ID: 452820
SPIN – code: 7579-2083
ORCID ID: 0000-0003-3095-7316
Scopus ID: 57201057169
Researcher ID: KUT-9923-2024
t.tolstouhova@rgau-msha.ru

Михайличенко Станислав Михайлович
канд. техн. наук, доцент
Author ID: 956376
SPIN – код: 3367-9348
ORCID ID: 0000-0002-2305-2909
Scopus ID: 57212648359
Researcher ID: IQW-4878-2023
S.M.Mikhailichenko@yandex.ru

Mikhailichenko Stanislav Mikhailovich
Candidate in Engineering, associate professor
Author ID: 956376
SPIN – code: 3367-9348
ORCID ID: 0000-0002-2305-2909
Scopus ID: 57212648359
Researcher ID: IQW-4878-2023
S.M.Mikhailichenko@yandex.ru

Лавров Александр Владимирович
канд. техн. наук, доцент,
Author ID: 705591
SPIN – код: 3198-2929
ORCID ID: 0000-0002-9070-206X
Scopus ID: 56522662600
Researcher ID: T-8013-2017
vimlavrov@mail.ru
ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», Москва, Россия

Lavrov Aleksandr Vladimirovich
Candidate in Engineering, associate professor,
Author ID: 705591
SPIN – code: 3198-2929
ORCID ID: 0000-0002-9070-206X
Scopus ID: 56522662600
Researcher ID: T-8013-2017
vimlavrov@mail.ru
FSBEI HE Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia

Работа посвящена проблеме механизации технологии производства мискантуса, в частности посадки ризом мискантуса, с заданными требованиями к ка-

The work is devoted to the problem of mechanization of the technology of miscanthus production, in particular, planting of miscanthus rhizomes, with specified

честву. Даны общие сведения о развитии производства мискантуса в России, указана проблема отсутствия специализированных полуавтоматических посадочных машин для работ в питомниках, а также обозначен один из путей решения данной проблемы. Цель исследования - провести обзор и анализ полуавтоматических посадочных машин на соответствие их конструкции агротехническим требованиям посадки ризом мискантуса. В качестве объекта исследования рассмотрены полуавтоматические посадочные машины. В работе используется аналитический метод исследования функциональных свойств технических средств. Представлен анализ технических характеристик автоматических посадочных машин как российского, так и зарубежного производства. Рассмотрены их достоинства и недостатки. Предложены исходные технические требования на полуавтоматическую посадочную машину для посадки ризом мискантуса. Приводятся выводы по результатам проведенного анализа, а также перспективы создания машины для посадки ризом мискантуса

Ключевые слова: РИЗОМЫ МИСКАНТУСА, ПОСАДКА, ИСХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ, ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

quality requirements. The article provides general information about the development of miscanthus production in Russia, highlights the lack of specialized semi-automatic planting machines for nursery work, and suggests a solution to this problem. The purpose is review and analyze semi-automatic planting machines to determine whether their design meets the agronomic requirements for planting Miscanthus. Semi-automatic planting machines are considered as the object of research. The work uses an analytical method of studying the functional properties of technical means. The article presents an analysis of the technical characteristics of automatic planting machines produced both in Russia and abroad. It discusses their advantages and disadvantages and proposes initial technical requirements for a semi-automatic planting machine for planting miscanthus rhizomes. The article presents the results of the analysis and the prospects for creating a machine for planting miscanthus rhizomes

Keywords: MISCANTHUS RHIZOMES, PLANTING, INITIAL REQUIREMENTS, AND TECHNICAL SPECIFICATIONS

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-212-017>

Введение.

Биоэкономика сегодня уже занимает важное место в формировании ВВП в ведущих странах. Остро встает необходимость поиска и селекции новых перспективных культур.

С позиций глобальной экологии и сокращения вырубки лесов, приоритетную значимость приобретают культуры, снижающие парниковый эффект и тормозящие эрозию почвы. Комплексные сравнительные исследования европейских ученых с рядом древесных, кустарниковых и многолетних травянистых растений показали, что одной из перспективных биоэнергетических культур на сегодняшний день является Мискантус – многолетнее травянистое корневищное растение.

Сегодня мискантус рассматривают как одну из наиболее перспективных культур для производства лигнино-целлюлозной биомассы для ис-

пользования в качестве возобновляемого источника целлюлозы и композитных материалов (заменителей дерева и пластмасс).

Размножение данной культуры в питомниках производится путем посадки ризом в почву их развития в ней и дальнейшей выкопке.

Основные проблемы для широкого внедрения мискантуса в России связаны с отсутствием высокопроизводительной специализированной техники для заготовки посадочного материала для формирования промышленных плантаций [1].

Ризомы мискантуса имеют сложную форму, что затрудняет процесс их качественной посадки и уборки [2].

На сегодняшний день для обеспечения посадки ризом мискантуса используются полуавтоматические картофельные сажалки, а для уборки картофелеуборочные комбайны как российского, так и зарубежного производства непредназначенные для данной культуры, что снижает качество и производительность технологического процесса посадки и уборки и, как следствие, снижает эффективность производства [3].

Для посадки и уборки мискантуса не существует специализированных отечественных машин, а зарубежные машины имеют высокую стоимость.

Цель – провести обзор и анализ полуавтоматических посадочных машин на соответствие их конструкции агротехническим требованиям посадки ризом мискантуса.

Материалы и методы.

В качестве объекта исследования рассмотрены полуавтоматические посадочные машины, представленные как на отечественном, так на зарубежном рынке. Поиск проводился в открытых источниках данных, таких как сайты производителей и дилеров сельскохозяйственной техники, базы данных сельскохозяйственной техники, научные электронные базы данных.

В работе используется аналитический метод исследования функциональных свойств технических средств, а также сравнительный анализ полученных данных.

Результаты и их обсуждение.

В результате проведенного анализа машин для полуавтоматической посадки выявлены как отечественные, так и зарубежные машины.

Известна полуавтоматическая картофелесажалка PPS-2F итальянской фирмы ИМАС. Картофелесажалка предназначена для посадки пророщенных или обычных семян картофеля как целыми клубнями, так и разрезанными. Высаживающий аппарат револьверного типа состоит из барабана с ячейками, в которые посадочный материал вручную подаются оператором, и сошника для открытия борозды. Каждый ряд обслуживается одним оператором. Сзади машины устанавливаются диски для образования гребня.

Картофелесажалка PPS-2F имеет ряд недостатков:

- расположение бункера в хвостовой части сажалки создаёт большой опрокидывающий момент трактору, что ограничивает объём загрузки либо требует агрегатирование сажалки с более мощным трактором;
- возможно зависание клубней в бункере. (Размер щели для выхода клубней из бункера меньше 3 Ø клубня и отсутствие встряхивателей способствуют сводообразованию);
- неудобное и опасное, для работы сажальщиков, расположение высаживающих аппаратов под бункером. Имеется высокая степень вероятности попадания руки сажальщика между бункером и высаживающим аппаратом;
- расположение сидений спинкой в сторону движения агрегата затрудняет работу сажальщиков (не каждый человек во время работы выдерживает перемещение спиной вперёд);

- тело сажальщика во время работы находится в неудобной позе, опора для ног выполнена в виде прутка, при этом ступня ноги не защищена от вращающегося диска;

- опасное размещение сажальщиков между трактором и сажалкой, в случае падения сажальщик попадёт под сажалку;

- низкая технологическая надёжность привода высаживающих аппаратов. (При незначительном увеличении сопротивления вращению высаживающих аппаратов приводное колесо данной конструкции на рыхлой почве может проскальзывать, что вызовет изменение шага посадки и пропуски);

- жёсткое соединение сошников с рамой сажалки не позволяет копировать рельеф поля, что приведёт к неравномерной глубине посадки.

Технические характеристики картофелесажалки PPS-2F:

- количество рядов – 2;
- ширина междурядий, 50-90 см;
- шаг посадки, 14-28 см;
- глубина посадки, 6-10 см;
- вместимость бункера (загрузочной платформы), 150 кг;
- рабочая скорость, до 1,5 км/ч;
- производительность, до 0,2 га/ч.

Известна полуавтоматическая картофелесажалка финской фирмы JUKO. Картофелесажалка предназначена для бережной посадки пророщенного картофеля даже с длинными ростками. На раме предусмотрено место для четырёх семенных ящиков. Ростки не обламываются, так как пророщенные в ящиках клубни не перекалываются, а устанавливаются вместе с ящиками на машину. Клубни укладываются вручную в пластмассовые чашечки, прикреплённые к транспортной ленте. Из чашечек клубни мягко подаются в борозды.

Недостатками картофелесажалки JUKO являются:

- мало места для размещения посадочного материала, из-за частых остановок, связанных с дозагрузкой сажалки, снижается технологическая производительность;

- вертикальное расположение транспортерно-чашечных высаживающих аппаратов, в отличие от дисковых с вертикальной осью вращения, снижает производительность сажальщиков при закладке клубней в чашечки, в результате рабочая скорость агрегата едва достигает 0,7 км/ч;

- небезопасное расположение опоры для ног вблизи заделывающих рабочих органов сажалки;

- бороздооткрывающие и заделывающие рабочие органы закреплены жёстко к раме сажалки, что не позволяет копировать неровности поля;

- низкая технологическая надёжность привода высаживающих аппаратов.

Технические характеристики картофелесажалки ЈUKO:

- количество рядов – 2;
- ширина междурядий, 70-80 см;
- шаг посадки, 20-30 см;
- глубина посадки, 6-10 см;
- вместимость бункера (загрузочной платформы), 32 кг;
- рабочая скорость, до 0,7 км/ч;
- производительность, до 0,1 га/ч.

Известна полуавтоматическая четырёхрядная картофелесажалка СПК-4 Техмаш Беларусь.

Картофелесажалка предназначена для посадки пророщенных и не пророщенных клубней картофеля с междурядьем 70 см. с одновременным внесением минеральных удобрений.

Агрегатируется картофелесажалка СПК-4 с тракторами класса 1,4 кН (MT3-80/82, MT3-100/102), с гидроходоуменьшителем, а также с тракторами класса 2кН (Т-70). Обязательное использование на тракторе противо-

веса (весом 250 кг). Привод картофелесажалки СПК-4 осуществляется от опорноприводных колёс. Посадочный материал загружается в ящики размером 600×400×200 мм, которые располагаются на полках этажерки.

Недостатками картофелесажалки СПК-4 являются:

- низкая рабочая скорость (не более 0,7 км/ч) из-за сложности закладки посадочного материала в ячейки цепочно-ложечных высаживающих аппаратов вертикального расположения, что требует наличие на тракторе ходоуменьшителя;
- громоздкость этажерок для размещения ящиков с клубнями и отсутствие удобной площадки либо бункера для посадочного материала, загружаемого россыпью;
- расположение этажерок для загрузки ящиков с посадочным материалом в средней и задней частях сажалки, плюс масса самой сажалки требуют установки на трактор противовесов весом 250 кг.

Технические характеристики картофелесажалки СПК-4:

- количество рядов – 4;
- ширина междурядий, 70-75 см;
- шаг посадки, 20-35 см;
- глубина посадки, 5-15 см;
- вместимость бункера (загр. платформы), 360 кг;
- рабочая скорость, до 0,7 км/ч;
- производительность, до 0,2 га/ч.

Широкое распространение получила известная полуавтоматическая сажалка клубней клонов картофеля СН-4Б-К. На сегодняшний день данная сажалка не производится в России и странах СНГ, но устаревшие образцы до сих пор используются в некоторых хозяйствах.

Недостатком сажалки является то, что загрузочная платформа небольших размеров и расположена высоко, а высаживающие аппараты

наоборот низко под платформой. Это создаёт неудобства при работе и снижает производительность.

Технические характеристики картофелесажалки СН-4Б-К:

- количество рядов – 4;
- ширина междурядий, 70 см;
- шаг посадки, 20-35 см;
- глубина посадки, 4-14 см;
- вместимость бункера (загрузочной платформы), 200 кг;
- рабочая скорость, до 1,5 км/ч;
- производительность, до 0,4 га/ч.

Одна из последних разработок полуавтоматических сажалок СКТС-2. Сажалка предназначена для посадки пророщенных и не пророщенных клубней картофеля и топинамбура с междурядьем 75 см с одновременным внесением минеральных удобрений.

Многие недостатки, отмеченные в ранее выпускаемых сажалках в данной конструкции, сохранились:

- расположение высаживающих аппаратов под бункером;
- бункер размещён в хвостовой части сажалки;
- рабочее положение сажальщиков спиной в сторону движения агрегата;
- в случае падения сажальщик может попасть под сажалку;
- привод высаживающих аппаратов от приводного диска имеет низкую технологическую надёжность;
- жёсткое крепление сошников к раме не позволяет копировать неровности поля, глубина хода сошников меняется в зависимости от количества посадочного материала в бункере.

Технические характеристики картофелесажалки СКТС-2:

- количество рядов – 2;
- ширина междурядий, 75 см;

- шаг посадки, 14-38 см;
- глубина посадки, 6-10 см;
- вместимость бункера (загрузочной платформы), 150 кг;
- рабочая скорость, до 1,5 км/ч;
- производительность, до 0,2 га/ч.

Проведенный анализ посадочных машин показал, что их функциональные возможности не в полном объеме соответствуют требованиям агротехники посадки ризом мискантуса.

Для решения данной проблемы предлагается разработать полуавтоматическую посадочную машину (рисунок 1) путем доработки конструкции машины, разработанной в ФГБНУ ФНАЦ ВИМ Пономаревым А.Г. и др. [4].

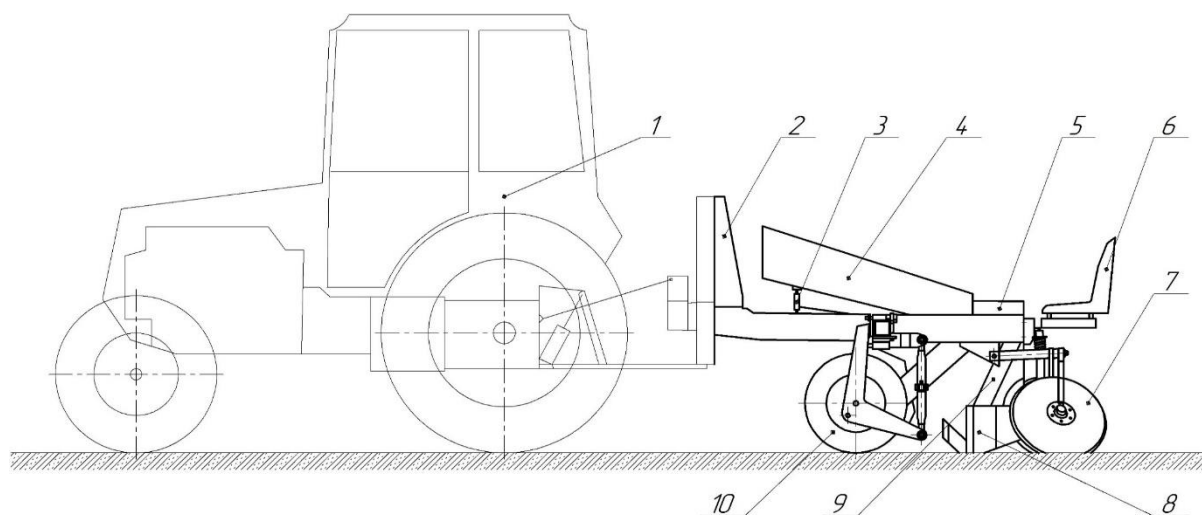


Рисунок 1 – Принципиальная схема полуавтоматической посадочной машины: 1-трактор; 2-автосцепка; 3-гидроцилиндр; 4-загрузочная платформа; 5-высаживающий аппарат; 6-сидение; 7- заделывающие рабочие органы; 8-сошник; 9-направляющий кожух; 10-опорно-приводное колесо.

Важной особенностью разрабатываемой машины является возможность адаптации для высадки ризом мискантуса.

Достоинствами предлагаемой машины, в отличие от аналогов, является следующее:

- высаживающие аппараты вмонтированы в загрузочную платформу, что создаёт удобство в работе и увеличивает производительность сажальщиков;

- подвижная часть загрузочной платформы при помощи гидроцилиндров имеет возможность менять угол наклона, подавая тем самым посадочный материал непосредственно в зону высаживающих аппаратов, при этом сажальщикам остаётся только корректировать попадание семян в лоточки аппаратов;

- загрузочная платформа размещена в передней части сажалки в непосредственной близости к трактору, что позволило увеличить её грузоподъёмность до 600 кг даже при агрегатировании с трактором тягового класса 0,6;

- сажальщики размещаются в хвостовой части сажалки лицом по направлению движения агрегата, даже случайное падение сажальщика окажется безопасным;

- надёжный привод высаживающих аппаратов от опорно-приводного колеса сажалки;

- конструкция индивидуальной плавающей подвески сошника с острым углом вхождения в почву и копирующим колесом обеспечит автоматическую стабилизацию хода сошника на заданной глубине при копировании неровностей поля до 200 мм.

Технические характеристики машины:

- количество рядов – 2;
- ширина междурядий, 75 см;
- шаг посадки, 14-38 см;
- глубина посадки, 5-15 см;
- вместимость бункера (загрузочной платформы), 600 кг;
- рабочая скорость, до 3,0 км/ч;
- производительность, до 0,4 га/ч.

Выводы.

В результате проведенного анализа установлено, что представленные на рынке полуавтоматические машины не в полной мере соответствуют требованиям агротехники посадки ризом мискантуса.

Предложенная посадочная машина для ризом мискантуса, имеющая преимущества перед аналогами, позволит повысить производительность посадочного агрегата с улучшением качественных показателей работ.

Список использованных источников

1. Бейлис В.М., Московский М.Н., Лавров А.В. Инновационная система машинно-технологического обеспечения фермерских хозяйств, селекционных и семеноводческих организаций: моногр. – М.: ФГБНУ «Роинформагротех», 2022. – 288 с.
2. Кухмазов, К. З. Размерная характеристика ризомы мискантуса / К. З. Кухмазов, И. Е. Карасев, Р. А. Янборисов // Инновационные идеи молодых исследователей для агропромышленного комплекса : Сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции, Пенза, 28–29 марта 2024 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2024. – С. 107-110. – EDN ECTRID.
3. Янборисов, Р. А. Механизированная посадка ризом мискантуса / Р. А. Янборисов // Вклад молодых ученых в инновационное развитие АПК России : Сборник материалов Международной научно-практической конференции молодых ученых, Пенза, 26–27 октября 2023 года. – Пенза: Пензенский государственный аграрный университет, 2023. – С. 325-328. – EDN IGTUJC.
4. Патент № 2685862 С1 Российская Федерация, МПК А01С 11/02. Высаживающий аппарат машины для посадки штеклингов : № 2018134314 : заявл. 01.10.2018 : опубл. 23.04.2019 / В. В. Михеев, А. Г. Пономарев, П. А. Еремин [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ (ФГБНУ ФНАЦ ВИМ). – EDN CJPTU.

References

1. Bejlis V.M., Moskovskij M.N., Lavrov A.V. Innovacionnaya sistema mashinno-technologicheskogo obespecheniya fermerskix xozyajstv, selekcionny`x i seme-novodcheskix organizacij: monogr. – M.: FGBNU «Roiinformagrotex», 2022. – 288 s.
2. Kuxmazov, K. Z. Razmernaya xarakteristika rizomy` miskantusa / K. Z. Kuxmazov, I. E. Karasev, R. A. Yanborisov // Innovacionny`e idei molody`x issledova-telej dlya agropromy`shlennogo kompleksa : Sbornik materialov Vserossijskoj nauch-no-prakticheskoy konferencii, Penza, 28–29 marta 2024 goda. – Penza: Penzenskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2024. – S. 107-110. – EDN ECTRID.
3. Yanborisov, R. A. Mexanizirovannaya posadka rizom miskantusa / R. A. Yanborisov // Vklad molody`x ucheny`x v innovacionnoe razvitie APK Rossii : Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii molody`x ucheny`x, Penza, 26–27 oktyabrya 2023 goda. – Penza: Penzenskij gosudarstvenny`j agrarny`j universitet, 2023. – S. 325-328. – EDN IGTUJC.

4. Patent № 2685862 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK A01C 11/02. Vy`sazhi-vayushhij apparat mashiny` dlya posadki shteklingov : № 2018134314 : zayavl. 01.10.2018 : opubl. 23.04.2019 / V. V. Mixeev, A. G. Ponomarev, P. A. Eremin [i dr.] ; zayavitel` Federal`noe gosudarstvennoe byudzhethoe nauchnoe uchrezhdenie Federal`ny`j nauchny`j agroinzhenerny`j centr VIM (FGBNU FNACz VIM). – EDN CJPTEU.