

РАЗРАБОТКА АДАптиРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ КОМБАЙНА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ КАЧЕСТВЕННЫХ СЕМЯН ПРИ УБОРКЕ СОИ

Ирина Михайловна Присяжная, кандидат технических наук, доцент
Серафима Павловна Присяжная, доктор технических наук, профессор
Александр Васильевич Липкань
ФГБНУ ФНЦ «Всероссийский научно-исследовательский институт сои»,
г. Благовещенск, Амурская обл., Россия
E-mail: irenpris@mail.ru

Аннотация. Для увеличения производства сои важно снизить косвенные потери от дробления зерна при уборке и обработке урожая. Невозможность достижения оптимального режима работы комбайна связано с особенностями физико-механических свойств сои. Цель исследований – повышение эффективности технологии уборки зерна сои, на основе разработки адаптирующих устройств комбайна для получения максимального выхода первой фракции качественных, не требующих подработки (кроме протравливания) перед посевом семян. В работе (2021–2022 годы) на опытном поле ВНИИ сои использовали комбайн «Енисей-1200». Модернизация комбайна позволяет собирать в отдельной секции его бункера 60% качественных семян сои с низким содержанием сорной примеси. Вызревшие семена вымачиваются при мягких режимах работы в первом молотильном барабане. Их отдельный сбор увеличивает полевую всхожесть и биологическую урожайность первой семенной фракции. Применение решет верхнего решетчатого стана очистки комбайна с увеличенной длиной лепестков жалюзи до 70 мм и усиление воздушного потока обеспечивают чистоту семян на уровне первого класса посевного стандарта. Механические повреждения семян сои первой фракции (4,2%) не превышают установленного норматива на комбайны по дроблению и микроповреждениям (5%). Посев семян первой фракции без подработки снижает косвенные потери сои и затраты на производство семян.

Ключевые слова: соя, семена, дробление, микроповреждения, масса 1000 семян, комбайн, очистка, скатная доска, шнек, элеватор, двухсекционный бункер

DEVELOPMENT OF COMBINE HARVESTER ADAPTIVE DEVICES FOR OBTAINING HIGH-QUALITY SEEDS WHEN SOYBEANS HARVESTING

I.M. Prisyazhnaya, PhD in Engineering Sciences, Associate Professor
S.P. Prisyazhnaya, Grand PhD in Engineering Sciences, Professor
A.V. Lipkan

FSBSI FRC «All-Russian Soybean Research Institute»,
Blagoveshchensk, Amur region, Russia
E-mail: irenpris@mail.ru

Abstract. In increasing soybean production, an important role is given to reducing indirect losses from grain crushing, which adversely affect the quality of seeds, especially when harvesting and processing crops. The impossibility of achieving the optimal mode of operation of the combine at soybean harvesting is due to the peculiarity of the physical and mechanical properties of soybeans. The purpose of the research is to increase the efficiency of the soybean grain harvesting technology based on the development of adapting devices to the combine to obtain the maximum yield of the first fraction of high-quality seeds, followed by their use in sowing without part-time processing (except for pre-sowing etching). The studies were carried out using the modernized Yenisei-1200 combine during the harvesting period 2021–2022 on the experimental field of the Federal State Budgetary Institution of the Federal Research Center of the All-Russian Research Institute of Soybeans. Modernization of the combine makes it possible to collect 60% of high-quality soybean seeds with a low content of weed impurity in a separate section of its bunker. Ripened soybean seeds are soaked in soft modes of operation of the first threshing drum, a separate collection of which increases field germination and biological yield of the first seed fraction. Application of sieves of upper sieve mill of combine harvester cleaning with increased length of blinds petals up to 70 mm together with increased air flow ensures purity of seeds of the first fraction at the level of the first class of sowing standard. Mechanical damage to soybean seeds of the first fraction, which is 4.2%, does not exceed the established standard for crushing and microdepositing combines (5%). The use of seeds of the first fraction in sowing without additional processing reduces the indirect losses of soybeans and, accordingly, the costs of seed production. Ripened soybean seeds are soaked in soft modes of operation of the first threshing drum, a separate collection of which increases field germination and biological yield of the first seed fraction. Application of sieves of upper sieve mill of combine harvester cleaning with increased length of louver petals up to 70 mm together with increased air flow ensures purity of seeds of the first fraction at the level of the first class of sowing standard. Mechanical damage to soybean seeds of the first fraction, which make 4.2%, does not exceed the established standard for crushing and micro damage combines (5%). Using the seeds of the first fraction in sowing without working, reduces indirect losses of soybeans and, accordingly, the costs of seed production.

Keywords: soya, seeds, crushing, microdamage, 1000 seed weight, combine, cleaning, rolling board, auger, elevator, two-section hopper

В растениеводстве Дальнего Востока производство сои динамично развивается, что обусловлено растущим спросом на соевые продукты со стороны пищевой и комбикормовой промышленности. [12, 14]

В 2022 году на площади 860 тыс. га в Амурской области было произведено свыше 1,6 млн т сои, средняя урожайность которой составила 1,89 т/га и была выше на 9,25%, чем в Приморском крае (1,73 т/га) на 280 тыс. га. [3, 8, 11]

Применение инновационных технологий с использованием современной техники обеспечивает получение высокой урожайности. Для увеличения производства сои важно снизить прямые и косвенные потери урожая (10...15% дробления и микроповреждений в товарном зерне и до 8% в семенах).

Косвенные потери приводят к снижению посевных и продовольственных качеств сои. На их величину и характер оказывают механическое воздействие рабочие органы комбайна и, прежде всего, молотильный аппарат (невозможно выбрать оптимальный режим из-за особенностей физико-механических свойств сои). [10]

Вопросу уменьшения повреждений зерна сои при уборке и послеуборочной обработке посвящено много исследовательских работ. [3, 5, 6] Академик Ю.А. Вейс и доктор сельскохозяйственных наук К.Г. Колганов обнаружили большое количество поврежденного зерна вследствие жесткой работы барабана при обмолоте. Они предложили новые двухбарабанные схемы обмолота, применение которых дает возможность получать меньше дробленого и микроповрежденного зерна.

Идея двухфазного (дифференцированного) обмолота была высказана в 1935 году академиком В.П. Горячкиным. Она заключалась в том, что более тяжеловесное и крупное зерно менее прочно связано с колосом и слабее по отношению к ударным воздействиям, чем мелкое.

Первый комбайн с двухфазной схемой обмолота был разработан и испытан ВИМ совместно с ЧИМЭСХ. На основании работ ВИМ, ЧИМЭСХ, ВИСХОМ, а впоследствии КБ Красноярского комбайнового завода в 1965 году была создана конструкция двухбарабанного комбайна СКД-5 «Сибиряк» (принят к производству в 1969 году). Дальнейшее обоснование двухфазного способа обмолота получено в трудах М.Н. Летошнева, З.И. Липковича, С.А. Алферова, Э.В. Жалнина, М.М. Присяжного, Н.В. Алдошина и других исследователей. [2]

Для уборки увеличивающегося объема урожая хозяйства Амурской области приобретают новые комбайны различных производителей и моделей. Анализ агротехнической оценки работы комбайна «Vector-410» на уборке сои показал, что чистота бункерного зерна находится на высоком уровне – 99,1...99,8% (ГОСТ – не менее 96%). Недостатки: высокая величина дробления и микроповреждений зерна, составляющая свыше 10% (ГОСТ – не более 5%). При получении посевных семян бункерное зерно проходит соответствующую обработку. Части зерна полностью не отсортировываются и дополняются новыми дроблеными и микроповрежденными, снижающими лабораторную и полевую всхожесть семян. Фирма ООО «Волжский комбайновый завод» выпускает комбайны «Агротех-3000» с двухфазной схемой обмолота, на конструктивной основе которой можно создать комбайн для уборки зерновых культур и получать семена, отвечающие требованиям государственного стандарта. [6, 9, 13, 15]

Урожайность сои зависит от генетической характеристики сорта, условий окружающей среды, сроков и норм посева, относительной спелости и ширины междурядий при возделывании. [16]

Норма высева семян сои определяется массой 1000 зерен посевного материала, но содержание дробленого зерна приводит к увеличению нормы, так как дробленое зерно не дает всходов.

Необходимо совершенствование технологии уборки с получением качественных семян при снижении косвенных потерь урожая.

Цель исследований – повышение эффективности технологии уборки сои на основе разработки адаптирующих устройств комбайна для получения максимального выхода качественных, не требующих подработки (кроме протравливания) перед посевом семян. Актуальность апробированных технических решений подтверждена патентами РФ на изобретение №№ 2679508, 2765580 и патентом РФ на полезную модель № 216094.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Механические повреждения семян сои представляют собой местные или общие разрушения зерна, как единой и сложной биологической системы. Они снижают полевую всхожесть и урожайность, так как дробленое зерно сои всходов не дает, а микроповрежденное снижает ее на 70%. [10]

Для определения количества дробленых семян из среднего образца массой 2 кг, отобранного в соответствии с ГОСТ 12037, с помощью делителя, выделяли две навески по 100 г. Из каждой навески отбирали дробленые семена по видам, взвешивали с точностью до $\pm 0,01$ г. Косвенные потери вычисляли в процентном отношении к весу всего зерна. Эта часть зерна не относится к семенам и должна быть отсортирована при подработке.

Для определения микроповреждений из каждой навески отбирали по 200 семян подряд (всего 400 зерен). Семена каждой сотни просматривали под бинокулярным микроскопом восьмикратного увеличения. Поврежденные семена взвешивали с точностью до $\pm 0,01$ г. Результаты анализа каждой сотни семян фиксировали в журнале.

Модернизация комбайна «Енисей-1200» состояла в переоборудовании для снижения частоты вращения до 300 мин^{-1} первого молотильного барабана, что обеспечило мягкий режим обмолота сои и уменьшение дробления зерна первой фракции. Установка дополнительной транспортной доски 8, отводящей мелкий соевый ворох от второго молотильного барабана на вторую половину верхнего решета очистки комбайна, предотвращает смешивание вымолоченных семян вторым барабаном с первой фракцией из-под первого молотильного барабана (рис. 1). На первую половину очистки комбайна поступает просепарированный мелкий соевый ворох из-под первого молотильного барабана 5. Скатная доска 11 разделена на две части, первая – отводит зерно, обмолоченное первым молотильным барабаном и очищенное на первой половине решетчатого стана комбайна. Выделенное зерно поступает в корытообразный кожух зернового шнека со щеточным обрамлением кромки винта и элеватором и перемещается в первую секцию двухсекционного бункера комбайна. Вторая часть скатной доски обеспечивает подачу очищенного зерна со второй половины решетчатого стана (вто-

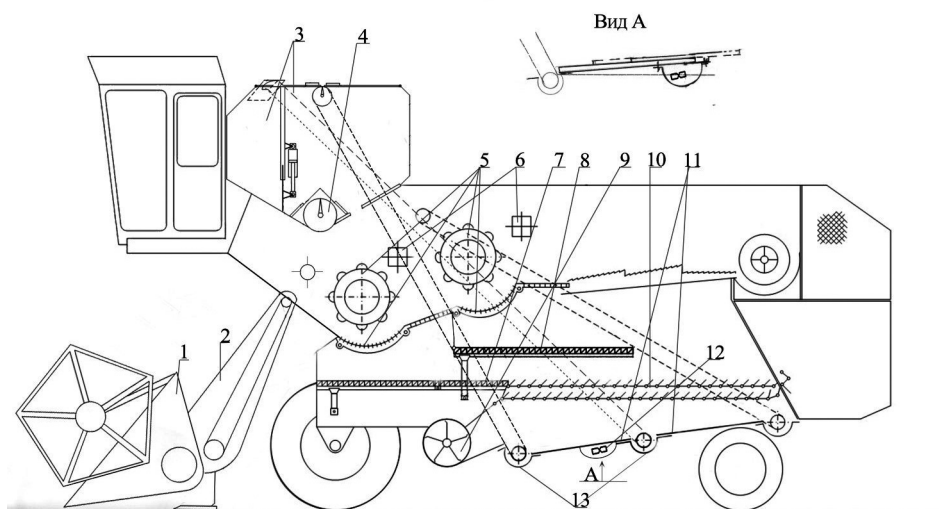


Рис. 1. Схема модернизированного комбайна Енисей-1200:

1 – жатка; 2 – наклонная камера; 3 – двухсекционный бункер; 4 – выгрузной шнек; 5 – два молотильных барабана с подбарабанами; 6 – два промежуточных битера; 7 – грохот с пальцевой решеткой; 8 – транспортная доска; 9 – вентилятор; 10 – решетный стан; 11 – скатная доска; 12 – осевой вентилятор; 13 – два зерновых шнека с элеваторами подачи зерна в бункер.

рая фракция) на второй зерновой шнек и дополнительный элеватор подает вторую фракцию из-под второго молотильного барабана во вторую секцию бункера.

Исследования по определению оптимальных технологических режимов и конструктивных параметров МСУ комбайна двухфазного обмолота и двухпоточной очистки «Енисей-1200» для уборки семян сои проведены на модернизированном комбайне в период уборки 2022 года на опытном поле ФНЦ ВНИИ сои.

Параметры оптимизации включали:

процентное соотношение выхода семян первой фракции ко второй;

содержание дробленого и микроповрежденного зерна в первой и второй фракциях – $Y_{д1}$, $Y_{м1}$ и $Y_{д2}$, $Y_{м2}$; чистота семян первой и второй фракций (содержание сорной примеси) – $Y_{1сн}$, $Y_{2сн}$, %;

масса 1000 семян первой и второй фракций – M_{1000} , г; недомолот в полове, %.

Провели девять опытов в трехкратной повторности. Результаты математически обрабатывали и проверяли на адекватность полученные уравнения регрессии по методическим указаниям Ю.П. Адлера. [1]

В исследованиях использовали сорт сои *Сентябринка* (табл. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ

Оптимизацию параметров проводили, решая графические компромиссные задачи. Определили технологические режимы работы комбайна с двухфазным обмолотом и двухпоточной воздушно-решетной очисткой и получили соотношения выхода по массе качественных семян первой фракции от первого молотильного барабана и второй фракции от второго барабана.

После статистической обработки результатов многофакторного эксперимента было получено адекватное уравнение регрессии при $F_{факт} = 1,8 < F_{табл} = 2,6$.

$$y = 47,33 + 7,1x_1^2 - 4,21x_1^2 + 2,61x_2^2.$$

В раскодированном виде:

$$y = 492,97 - 1,40614 \cdot V - 1,169918 \cdot \theta + 0,00117414269 \cdot V^2 + 0,011611 \cdot \theta^2.$$

На рисунке 2 (4-я стр. обл.) представлена поверхность отклика и ее сечение массовой доли выхода семян сои первой фракции, в зависимости от изменения угла раскрытия жалюзи верхнего решета очистки комбайна и частоты вращения второго молотильного барабана.

В результате анализа парного влияния факторов на критерий оптимизации выявлен максимальный выход первой фракции семян сои (более 60%) в зависимости от угла раскрытия жалюзи верхнего решета (15...30°) и частоты вращения второго молотильного барабана (620...660 мин⁻¹).

Семена сои первой фракции характеризуются низким содержанием органической сорной примеси (0,1...0,25%). Вызревшие семена обладают повышенной энергией роста и лабораторной всхожестью, абсолютной массой и продуктивностью. Они вымолачиваются при мягких режимах работы

Таблица 1.
Характеристика показателей сорта сои *Сентябринка*, 2021–2022 годы

Показатель	Среднее значение
Биологическая урожайность зерна, т/га	3,2
Ширина междурядья, см	45
Количество растений, шт/м ²	61
Высота растений, см	68,4
Масса 1000 семян, г	182,6
Отношение массы зерна к массе соломы и створок	1:0,47:0,4
Влажность, %	
зерна	7,32
стеблей	14,1

Таблица 2.
Уровни факторов и результаты эксперимента

X_1	X_2	Обороты второго барабана, мин ⁻¹ (V)	Угол раскрытия лепестков, градус (O)	Выход первой фракции семян сои, % (Y)			
				y_1	y_2	y_3	y_{cp}
-1	-1	540	15	48,34	49,27	46,73	48,11
-1	+1	540	45	62,65	60,27	61,02	61,31
+1	-1	660	15	44,20	45,54	45,22	44,99
+1	+1	660	45	59,49	63,17	61,51	61,39
+1	0	660	30	52,28	52,28	51,52	51,69
-1	0	540	30	49,76	53,70	53,99	52,48
0	-1	600	15	38,90	47,42	45,71	44,01
0	+1	600	45	55,17	60,42	55,42	57,00

Таблица 3.
Качественные показатели семян, получаемые в модернизированном комбайне Енисей-1200 при уборке сои, 2021–2022 годы

Показатель	Первая фракция	Вторая фракция
Выход семян, %	60	40
Полевая всхожесть, %	90,8	65,0
Чистота зерна, %	99,8	95,4
Дробление, %	3,3	5,87
Микроповреждения, %	0,9	1,27
Масса 1000 семян, г	182,5	173,0

первого молотильного барабана. Их отдельный сбор увеличивает полевую всхожесть первой семенной фракции на 10% (табл. 3). Применение жалюзийных решет верхнего решетчатого стана с увеличенной длиной рельефных лепестков жалюзи до 70 мм и усиленным воздушным потоком обеспечивает чистоту семян первой фракции на уровне первого класса посевного стандарта. Механические повреждения семян сои первой фракции (4,2%) не превышают установленного норматива на комбайны по дроблению и микроповреждениям (5%).

Уборка семян первой фракции модернизированным комбайном «Енисей-1200» на 10% уменьшает косвенные потери, повышает полевую всхожесть и снижает затраты на производство семян.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Адлер Ю.П., Марков Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. Изд-е 2, перераб. и дополн. М.: Изд-во «Наука», 1976. 280 с.
2. Василенко И.Ф. Развитие теории и конструкции зерноуборочного комбайна // Механизация и электрификация сельского хозяйства. М.: Изд. МСХ СССР, 1959. С. 23–45.
3. Гиевский А.М., Чернышов А.В., Маслов Д.Л., Мигульнов В.Ю. Обоснование режима работы молотильно-сепарирующего устройства комбайна при уборке сои // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. 2019. № 1 (60). С. 50–56.
4. Горячкин В.П. Собрание сочинений. М.: Колос, 1965. Т. 1. 436 с.

5. Грек А.И. Вопросы обмолота. Владивосток, 1970. С. 26–32.
6. Иовлев Г.А., Голдина И.И. Обзор испытаний зерноуборочных комбайнов на качество выполнения технологического процесса обмолота зерновых культур: Россия, Беларусь // Теория и практика мировой науки. 2017. № 11. С. 56–61.
7. Оборская Ю.В., Ран О.П. Влияние физико-механических свойств семян различных сортов сои на степень их травмирования // Современные технологии производства и переработки с.-х. культур: Сб. науч. ст. науч.-практ. конф. (с международным участием), посвященной 105-летию со дня рождения селекционера, заслуженного агронома РФ, ветерана труда Т.П. Рязанцевой. Благовещенск: ВНИИ сои, 2017. С. 257–265.
8. Присяжная И.М., Присяжная С.П., Присяжный М.М., Проценко П.П. Совершенствование процесса обмолота, сепарации и транспортирования для повышения качества семян при комбайновой уборке сои: монография. Благовещенск: «Изд-во АмГУ». 2018. 192 с.
9. Присяжная И.М., Присяжная С.П., Синеговская В.Т. Математическое моделирование процесса обмолота и сепарации зерна в двухфазном молотильном устройстве комбайна // Достижения науки и техники АПК. 2018. Т. 32. № 7. С. 76–79.
10. Присяжная И.М., Присяжная С.П., Синеговский М.О. Разработка технологии получения качественных семян при комбайновой уборке сои // Инновационные исследования как локомотив развития современной науки: сб. науч. ст. XVI Междунар. науч.-практ. конф. М.: НИЦ МИСИ, 2019. С. 25–28. [Электронный ресурс] Режим доступа. URL: <http://conference-nicmisi.ru/innovatsionnye-issledovaniya-kak-lokomotiv-razvitiyasovremennoj-nauki-ot-teoreticheskikh-paradigm-k-praktike.html> (дата обращения: 25.12.2021).
11. Присяжная И.М., Присяжная С.П., Синеговский М.О. и др. Устройство комбайна с двухсекционным бункером для сбора семенного зерна: пат. № 2765580, Рос. Федерация, A01D41/12A01D41/1208 / Заявитель и патентообладатель ФГБНУ ФНЦ ВНИИ сои, 2021108962, заявл. 02.04.2021, опубл. 01.02.2022, Бюл. № 4.
12. Присяжная И.М., Присяжная С.П., Коженкова А.А. Устройство для сбора семенного и товарного зерна: пат. № 2679508 Рос. Федерация / Заявитель и патентообладатель ФГБОУ ВО АмГУ, заявл. 27.10.2017, опубл. 11.02.2019, Бюл. № 5.
13. Синеговский М.О. Перспективы производства сои в Дальневосточном федеральном округе // Вестник российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 13–16.
14. Тихончук П.В. и др. Система земледелия Амурской области: производственно-практический справочник / Под редакцией П.В. Тихончука. Благовещенск: «Изд-во ДальГАУ». 2016. 570 с.
15. Aldoshin N. Methods of harvesting of mixed crops. Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2016. Part 1. Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering. P. 26–32.
16. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Lipkan A.V. [et al.] Study of sowing qualities of soybean seeds in seed farms of Amur region // Journal of Agriculture and Environment. 2021. No 3 (19). DOI: 10.23649/jae.2021.3.19.4.

REFERENCES

1. Adler Yu.P., Markov E.V., Granovskij Yu.V. Planirovanie eksperimenta pri poiske optimalnyx uslovij. Izd-e 2 pererab. i dopoln. M. Izd-vo «Nauka» 1976. 280 s.
2. Vasilenko I.F. Razvitie teorii i konstrukcii zernouboroch-nogo kombajna // Mexanizaciya i elektrifikaciya selskogo xozyajstva. M. Izd. MSX SSSR 1959. S. 23–45.
3. Gievskij A.M., Chernyshov A.V., Maslov D.L., Migulnov V.Yu. Obosnovanie rezhima raboty molotilno-separiruyushhego ustrojstva kombajna pri uborke soi // Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2019. 1 (60). S. 50–56.
4. Goryachkin V.P. Sobranie sochinenij. M. Kolos. 1965. T. 1. 436 s.
5. Grek A.I. Voprosy obmolota. Vladivostok. 1970. S. 26–32.
6. Iovlev G.A., Goldina I.I. Obzor ispytanj zernouborochnyx kombajnov na kachestvo vypolneniya tekhnologicheskogo processa obmolota zernovyx kultur: Rossiya, Belarus // Teoriya i praktika mirovoj nauki. 2017. 11. S. 56–61.
7. Oborskaya Yu.V., Ran O.P. Vliyanie fiziko-mexanicheskix svojstv semyan razlichnyx sortov soi na stepen ix travmirovaniya // Sovremennye tekhnologi i proizvodstva i pererabotki s.-x. kultur: Sb. nauch. st. nauch.-prakt. konf. (s mezhdunarodnym uchastiem) posvyashhennoj 105-letiyu so dnya rozhdeniya selekcionera, zaslužennogo agronoma RF, veterana truda T.P. Ryazancevoj. Blagoveshhensk: VNII soi. 2017. S. 257–265.
8. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Prisyazhnyj M.M., Procenko P.P. Sovershenstvovanie processa obmolota separacii i transportirovaniya dlya povysheniya kachestva semyan pri kombajnovoj uborke soi: monografiya. Blagoveshhensk: «Izd-vo AmGU». 2018. 192 s.
9. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Sinegovskaya V.T. Matematicheskoe modelirovanie processa obmolota i separacii zerna v dvuxfaznom molotilnom ustrojstve kombajna // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 2018. T. 32. 7. S. 76–79.
10. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Sinegovskij M.O. Razrabotka tekhnologii polucheniya kachestvennyx semyanpri kombajnovoj uborke soi // Innovacionnye issledovaniya kak lokomotiv razvitiya sovremennoj nauki: sb. nauch. st. XVI Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. M.: NIC MISI. 2019. S. 25–28. [E”lektronnyj resurs] Rezhim dostupa. <http://conference-nicmisi.ru/innovatsionnye-issledovaniya-kak-lokomotiv-razvitiyasovremennoj-nauki-ot-teoreticheskix-paradigm-k-praktike.html> (data obrashheniya 25.12.2021).
11. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Sinegovskij M.O. i dr. Ustrojstvo kombajna s dvuxsekcionnym bunkerom dlya sbora semennogo zerna: pat. 2765580 Ros. Federaciya A01D41/12A01D41/1208 / Zayavitel i patentoobladatel FGBNU FNC VNII soi, 2021108962, zayavl. 02.04.2021, opubl. 01.02.2022. Byul. 4.
12. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Kozhenkova A.A. Ustrojstvo dlya sbora semennogo i tovarnogo zerna: pat. 2679508 Ros. Federaciya / Zayavitel i patentoobladatel FGBOU VO AmGU, zayavl. 27.10.2017, opubl. 11.02.2019. Byul. 5.
13. Sinegovskij M.O. Perspektivy proizvodstva soi v Dalnevostochnom federalnom okruge // Vestnik rossijskoj selskoxozyajstvennoj nauki. 2020. 1. S. 13–16.
14. Tixonchuk P.V. i dr. Sistema zemledeliya Amurskoj oblasti: proizvodstvenno-prakticheskij spravochnik / Pod redakciej P.V. Tixonchuka. Blagoveshhensk: «Izd-vo DalGAU». 2016. 570 s.
15. Aldoshin N. Methods of harvesting of mixed crops. Proceeding of 6th International Conference on Trends in Agricultural Engineering 2016. Part 1. Czech University of Life Sciences Prague – Faculty of Engineering. P. 26–32.
16. Prisyazhnaya I.M., Prisyazhnaya S.P., Lipkan A.V. et al. Study of sowing qualities of soybean seeds in seed farms of Amur region Journal of Agriculture and Environment. 2021. No 3 (19). DOI: 10.23649/jae.2021.3.19.4.

Поступила в редакцию 20.01.2023

Принята к публикации 03.02.2023