

УДК 633.854.78:631.531.14

UDC 633.854.78:631.531.14

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ РАБОТЫ
ФОТОЭЛЕКТРОННОГО СЕПАРАТОРА ПРИ
РАЗДЕЛЕНИИ СЕМЯН ПОДСОЛНЕЧНИКА****IMPROVING THE PHOTOELECTRON
SEPARATOR WHEN SEPARATING
SUNFLOWER SEEDS**

Припоров Игорь Евгеньевич
канд. техн. наук, ст. преподаватель
SPIN-код автора: 4330-0224
*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*
350044, Россия, г. Краснодар, ул. Калинина, 13
e-mail: ya.krip10@ya.ru

Priporov Igor Evgenevich
Candidate of Technical Sciences, senior lecturer
RSCI SPIN-code: 4330-0224
*Kuban State Agrarian University, Krasnodar,
Russia*
13, Kalinin st., 350044, Krasnodar, Russia
e-mail: ya.krip10@ya.ru

Садыкова Марина Александровна
студент
*Кубанский государственный аграрный университет,
Краснодар, Россия*
e-mail: sadykova.marina96@yandex.ru

Sadykova Marina Aleksandrovna
student
*KubanStateAgrarianUniversity, Krasnodar,
Russia*
e-mail: sadykova.marina96@yandex.ru

Традиционная технология обработки вороха семян подсолнечника в сельском хозяйстве предусматривает последовательный пропуск его через весь комплект семяочистительных машин, установленных в семяочистительном комплексе или агрегате, на каждой стадии из которых выделяются органическая примесь, битые семена, щуплые и обрушенные семена. При этом семена основной культуры подвергаются многократным воздействиям рабочих органов, приводящее к их травмированию и необходимости комплектования поточной линии машинами одинаковой производительности, что является не рациональным. Одним из путей повышения процесса разделения семенного материала в семяочистительном комплексе является его фракционирование путем применения фотоэлектронного сепаратора на конечной стадии обработки семян. Качественные показатели работы фотоэлектронного сепаратора по фракционной технологии показали, что чистота семян изменялась от 99,80 до 99,98% в зависимости от их размеров Ø7–Ø8 мм и Ø8–Ø9 мм соответственно. Содержание семян основной культуры в отходе колебалась от 65,60% (фракция Ø7–Ø8 мм) до 68,83 % (фракция Ø8–Ø9мм). Масса 1000 семян изменялась от 117 г (фракция Ø7–Ø8 мм) до 146 г (фракция Ø8–Ø9мм). Семена, полученные во фракциях и существующей технологии (без фракционирования) соответствуют требованиям ГОСТ. Выход очищенных семян при фракционировании изменялся от 93,20 % (фракция Ø7–Ø8 мм) до 92,90 % (фракция Ø8–Ø9 мм). Сравнительные испытания работы фотосепаратора Ф 5.1 в семяочистительном комплексе при разделении семян подсолнечника по существующей и фракционной технологии показали, что в фотосепараторе необходимо применять фракционную технологию. Так, как она позволяет уменьшить содержание в отходе семян основной культуры и повысить посевные качества семян в зависимости от размерной их фракции

Traditional processing technology of piles of sunflower seeds in agriculture requires consecutive through the whole set seed-cleaning machines installed in seed-cleaning complex or aggregate, for each stage of which are organic impurity, broken seeds, shriveled and milled seeds. The seeds of the main culture are subjected to long-time effects of the working bodies, leading to their injury and the necessity of manning the production line machines the same performance that is not rational. One of the ways to enhance the process of separating the seed material in seed-cleaning complex is its fractionation by applying photoelectron separator at the final stage of seed treatment. Qualitative performance of photoelectron separator on fractional technology showed that the purity of the seeds varied from 99.80 up to 99.98% depending on their size Ø7–Ø8 mm Ø8–Ø9 mm, respectively. The content of seeds of the main culture in the waste ranged from 65.60 % (fraction Ø7–Ø8 mm) to 68.83 % (fraction Ø8–Ø9mm). The weight of 1000 seeds ranged from 117 g (fraction Ø7–Ø8 mm) to 146 g (fraction Ø8–Ø9mm). Seeds obtained in fractions and existing technology (without fractionation) meet the requirements of GOST. The output of treated seeds in the fractionation varied from 93.20 % (fraction Ø7–Ø8 mm) to 92.90 % (fraction Ø8–Ø9 mm). Comparative tests of photoelectron separator F 5.1 in seed-cleaning complex by the division of sunflower seeds on the existing and fraction technology showed that in the photoelectron separator it is necessary to use fractional technology. So, as it allows reducing the content in waste of seeds of the main culture and increase the qualities of seeds depending on their size fractions

Ключевые слова: УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ, СЕМЯОЧИСТИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС, ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА РАБОТЫ, ФОТОЭЛЕКТРОННЫЙ СЕПАРАТОР, ФРАКЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ, СЕМЕНА ПОДСОЛНЕЧНИКА

Keywords: IMPROVEMENT, SEED CLEANING COMPLEX, PERFORMANCE MEASURES, PHOTOELECTRON SEPARATOR, FRACTION TECHNOLOGY, SUNFLOWER SEEDS

Технология послеуборочной обработки семенного материала является сложной многофункциональной системой, оказывающая всестороннее влияние на качество получаемых семян. Неудовлетворительное качество семенного материала приводит к существенному снижению его урожайности и большому перерасходу посевного материала [1].

Традиционная технология обработки вороха семян подсолнечника в сельском хозяйстве предусматривает последовательный пропуск его через весь комплект семяочистительных машин, установленных в семяочистительном комплексе или агрегате, на каждой стадии из которых выделяются следующие примеси [5]: органическая примесь, битые семена, щуплые и обрубленные семена. При этом семена основной культуры подвергаются многократным воздействиям рабочих органов, приводящее к их травмированию и необходимости комплектования поточной линии машинами одинаковой производительности, что является не рациональным [2].

Одним из путей повышения процесса разделения семенного материала в семяочистительном комплексе является его фракционирование [8] путем применения фотоэлектронного сепаратора [3] на конечной стадии обработки семян.

Цель исследования – усовершенствование работы фотоэлектронного сепаратора при разделении семян подсолнечника в семяочистительном комплексе за счет применения фракционной технологии.

Задача исследования – определить качественные показатели работы фотоэлектронного сепаратора при разделении семян подсолнечника в семяочистительном комплексе по существующей и фракционной технологии.

Исследования проводились во ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта (2014г) на фотоэлектронном сепараторе Ф 5.1 в семяочистительном комплексе по двум технологиям: существующая (без фракционирования) и фракционная технологии. Производственные испытания осуществлялись на ворохе и размерных фракциях (Ø7–Ø8 мм, Ø8–Ø9 мм) семян подсолнечника сорта СПК.

Технологическая схема семяочистительного комплекса с фотоэлектронным сепаратором Ф 5.1 [9], работающего по существующей технологии (без фракционирования) представлена на рисунке 1.

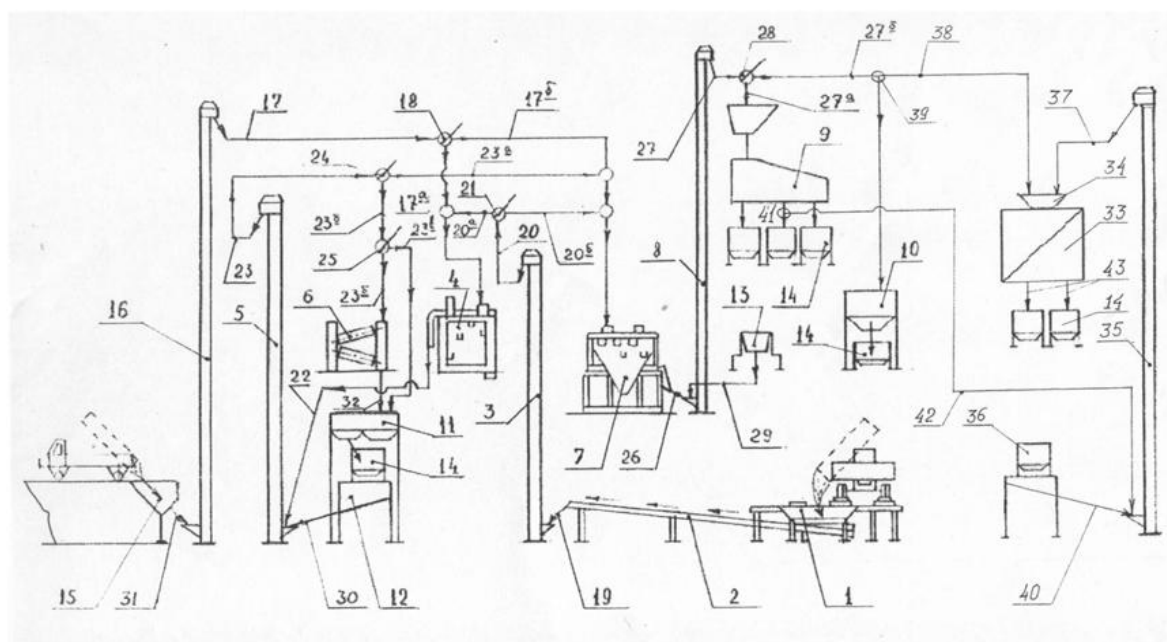


Рисунок 1 – Технологическая схема семяочистительного комплекса, работающего по существующей технологии (без фракционирования)

Семяочистительный комплекс (рисунок 1) включает [4] последовательно соединённые первый бункер 1 приёмный, транспортёр 2 загрузочный, первую норию 3 загрузочную, машину 4 первичной очистки, норию 5 промежуточную, блок 6 триерный, машину 7 ветро-решётную семяочистительную, норию 8 заключительную, стол 9 пневмосортировальный, бункер

10 накопительный, бункер 11 промежуточный, перегружатели 12,13, установленные у нории промежуточной и у нории заключительной соответственно, контейнеры 14 передвижные, а также второй бункер 15 приёмный, вторую норию 16 загрузочную и зернопроводы 17, 19, 20, 22, 23, 26, 27, 29-32, соединяющие верхнюю головку второй нории загрузочной через третий перекидной клапан 18 со входом машины первичной очистки (17а) или со входом машины ветро-решётной семяочистительной (17б), транспортёр загрузочный - с нижней головкой первой нории загрузочной, верхнюю головку первой нории загрузочной через четвёртый перекидной клапан 21 – со входом машины первичной очистки (20а) или со входом машины ветро-решётной семяочистительной (20б) [7], выход машины первичной очистки – с нижней головкой нории промежуточной, верхнюю головку нории промежуточной через первый перекидной клапан 24 – со входом машины ветро-решётной семяочистительной (23а) или, через пятый перекидной клапан 25 - со входом блока триерного (23б) или со входом бункера промежуточного (23в), выход машины ветро-решётной семяочистительной – с нижней головкой нории заключительной, верхнюю головку нории заключительной через второй перекидной клапан 28 – со входом стола пневмосортировального (27а) или со входом бункера накопительного (27б), перегружатель установленный у нории заключительной, - с нижней её головкой, перегружатель, установленный у нории промежуточной, - с нижней её головкой, второй бункер приёмный – с нижней головкой второй нории загрузочной, выход триерного блока – со входом бункера промежуточного, один из выходов пятого перекидного клапана – со входом бункера промежуточного соответственно, а также включает фотосепаратор 33 с установленным над ним бункером 34 вторым накопительным, норию 35 вторую заключительную с установленным у её нижней головки перегружателем 36, зернопроводы 37, 38, 40, 42, 43 соединяющие вход бункера второго накопительного с верхней головкой нории второй заключительной, вход это-

го же бункера через шестой и второй перекидные клапаны (39 и 28 соответственно) – с верхней головкой нории заключительной, выходы фотосепаратора – со входом контейнеров передвижных, нижнюю головку нории второй заключительной – с выходом перегружателя, установленного у этой нории, а также нижнюю головку последней – с основным выходом стола пневмосортировального.

Технологический процесс работы семяочистительного комплекса [6] с фотоэлектронным сепаратором Ф 5.1 по существующей технологии (без фракционирования) осуществляется следующим образом. Исходный ворох (рисунок 1) одной культуры выгружается в первый приёмный бункер 1 из автотранспорта самостоятельно или разгрузчиком автомобилей, подаётся дозировано питателем-дозатором в транспортёр 2 загрузочный, по зернопроводу 19 – на нижнюю головку первой нории 3 загрузочной, которая направляет его по зернопроводу 20 через четвёртый перекидной клапан 21 на вход машины 4 первичной очистки. С выхода машины 4 первичной очистки семена, очищенные от крупных и мелких примесей, поступают по зернопроводу 22 на нижнюю головку нории 5 промежуточной, которая направляет семена по зернопроводу 23 через первый перекидной клапан 24, в зависимости от характеристики исходного вороха, либо по зернопроводу 23б через пятый перекидной клапан 25 на вход блока триерного, на котором происходит выделение коротких и длинных примесей, либо через пятый перекидной клапан 25 и зернопровод 23в, минуя блок триерный, - в бункер промежуточный 11, либо по зернопроводу 23а на вход машины 7 ветрорешётной семяочистительной, на которой происходит сортирование семян – выделяются семена обрушенные, щуплые, невыполненные, а также органические примеси, отличающиеся от кондиционных семян своими размерами и другими физико-механическими свойствами. Семена, не нуждающиеся в очистке от длинных и коротких примесей или очищенные от

них семена с выхода блока 6 триерного, поступают в бункер 11 промежуточный, который установлен под этим блоком, и там накапливаются. Основной выход машины 7 ветро-решётной семяочистительной поступает по зернопроводу 26 на нижнюю головку первой нории 8 заключительной, которая подаёт его по зернопроводу 27 через второй перекидной клапан 28 либо на вход стола 9 пневмосортировального (27а), либо в бункер 10 накопительный и далее – на хранение или на повторную обработку по другой технологической схеме.

Исходный ворох другой культуры или другого сорта той же культуры загружается во второй приёмный бункер 15 и по зернопроводу 31 подаётся на нижнюю головку второй нории 16 загрузочной, которая направляет его по зернопроводу 17 через третий перекидной клапан 18 либо на вход машины 4 первичной очистки (по зернопроводу 17а) либо на вход ветро-решётной семяочистительной машины 7 (по зернопроводу 17б) – в зависимости от исходного состояния вороха: если ворох нуждается в первичной очистке, то его направляют по зернопроводу 17а на машину 4, а если он нуждается только в сортировке, то – по зернопроводу 17б сразу на машину 7 ветро-решётную семяочистительную.

Наличие бункера 11 промежуточного обеспечивает возможность регулирования очередности подачи разных ворохов на машину 7 ветро-решётную семяочистительную посредством перегружателя 12 и контейнеров 14: семена, обработанные на блоке 6 триерном и накопившиеся в бункере 11 промежуточном, могут перегружаться в контейнеры 14 передвижные и далее направляться в них либо в склад, либо на обработку на машине 7 ветро-решётной семяочистительной.

Однако, кроме органических примесей и обрубленных, щуплых, невыполненных семян, которые выделяются этой машиной, а также столом пневмосортировальным, в их основном семенном выходе могут присутствовать

«негодные» семена (недозрелые, больные и т.п.), отличающиеся от здоровых только по цвету и снижающие качество семенного материала. Поэтому, в зависимости от исходного вороха, основной выход машины 7 ветро-решётной семяочистительной или стола 9 пневмосортировального можно направить на вход фотосепаратора 33 через бункер 34 второй накопительный для выделения («отстреливания») этих «загрязнителей» по следующей схеме: с выхода машины 7 ветро-решётной семяочистительной по зернопроводу 26 на нижнюю головку нории 8 заключительной, с верхней головки этой нории по зернопроводу 27, через перекидной клапан 28, по зернопроводу 27б, через шестой перекидной клапан 39, по зернопроводу 38 - в бункер 34 второй накопительный или с выхода стола 9 пневмосортировального через седьмой перекидной клапан 41 по зернопроводу 42 на нижнюю головку нории 35 второй заключительной, с верхней головки нории 35 второй заключительной по зернопроводу 37 - в бункер 34 второй накопительный, установленный над ФС. Доочищенные на ФС семена поступают в передвижные контейнеры 14 и далее – на хранение. Итак, в зависимости от характеристики обрабатываемых ворохов после любой операции можно прекратить дальнейшую их обработку и с помощью контейнеров 14 передвижных отправить семена по назначению.

Результаты испытаний семяочистительного комплекса с фотоэлектронным сепаратором Ф 5.1 при обработке семян подсолнечника сорта СПК по существующей технологии представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Основные показатели качества работы семяочистительного комплекса с фотосепаратором при обработке семян подсолнечника сорта СПК по существующей технологии (без фракционирования)

Наименование показателя	Выход фракции семян, %	Чистота вороха, %	Содержание отхода, %	Масса 1000 семян, г
Исходный	–	93,28	6,72	110
Основной выход з.о. машины ОЗС-50	93,2	97,96	2,04	112
Основной выход с.о. машины МВУ-1500	91,8	98,05	1,95	121
Основной выход пневмосортировального стола МОС-9Н	85,9	98,98	1,02	130
Основной выход фотосепаратора Ф 5.1	91,2	99,84	0,16	130

Анализ представленных данных (таблица 1) показывает, что исходный ворох семян подсолнечника сорта СПК, поступающий в семяочистительный комплекс с фотоэлектронным сепаратором Ф 5.1 при их обработке по существующей технологии (без фракционирования) имеет следующие качественные показатели.

Исходный ворох семян, поступающий на семяочистительную машину первичной очистки ОЗС-50 содержал семян основной культуры 93,28 %, примесей 6,72%. В результате очистки его чистота составила 97,96 %, содержание примесей уменьшилось и составило 2,04 %, масса 1000 семян возросла со 110 г до 112 г. Потери вороха семян в отходы ко всему исходному вороху составили 6,80 %. Очищенные на машине первичной очистки ОЗС-50 семена поступают в семяочистительную машину МВУ-1500, где

происходит их сортирование. Чистота полученных семян составила 98,05 %, масса 1000 семян возросла до 121 г, отход возрос до 8,20 %. Далее семена, очищенные на машине МВУ-1500 поступают в машину окончательной очистки МОС-9Н. Чистота полученного семенного материала составила 98,98 %, потери семян в отходы ко всему исходному вороху составила 14,10 %, масса 1000 семян возросла до 130 г. Выделение из вороха семян травмированных и обрушенных семян осуществлялось на фотосепараторе. Чистота семян составила 99,84 %, потери семян в отходы 8,80 %, масса 1000 семян не изменилась [4].

Технологический процесс работы семяочистительного комплекса с фотосепаратором Ф 5.1 по фракционной технологии аналогичен существующей технологии (без фракционирования) описанной выше, но отличие заключается в следующем.

В фотоэлектронный сепаратор Ф 5.1 поступают семена подсолнечника сорта СПК, у которых биометрические и физико-механические их свойства варьируются в следующих пределах. Так, индивидуальная масса семян составляет 0,10...0,14 г, толщина – 3,2...4,4 мм, ширина – 7,0...9,0 мм, скорость витания – 7,2...9,9 м/с [3].

Технологический процесс работы фотоэлектронного сепаратора Ф 5.1 по фракционной технологии осуществляется следующим образом [3]. Семена, поступающие в бункер загрузочный 1 фотосепаратора (рисунок 2), движутся по лотку 2 с определенной скоростью. От момента обнаружения дефекта до срабатывания форсунки 7 проходит некоторое время. Семена с разными характеристиками (размеры, индивидуальная масса) имеют разную скорость, следовательно, пролетают это расстояние за разное время. Тогда, для гарантированного выделения дефектных семян подсолнечника, время открытия форсунок (продолжительность воздействия сжатым воздухом на семенной материал) надо увеличивать, вследствие чего вместе с дефектными семенами удаляются и кондиционные. Чтобы минимизиро-

вать попадание кондиционных семян в отходы необходимо использовать более выровненный по своим характеристикам семенной материал. Таким образом, очистка разделенных на размерные фракции семян позволит воздействовать на дефектные семена более точно и время воздействия воздушного потока на них уменьшится, что приведет к увеличению выхода кондиционных семян.

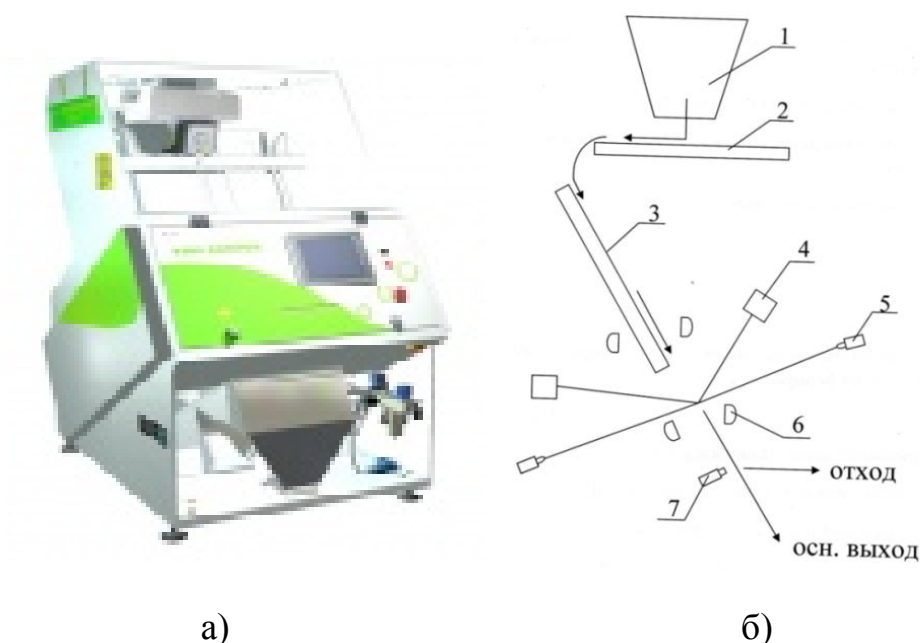


Рисунок 2 – Общий вид (а) и технологическая схема (б) фотоэлектронного сепаратора Ф 5.1: 1 – бункер загрузочный; 2 – вибрлоток питающий; 3 – каналы распределительные; 4 – сенсор оптоэлектронный; 5 – видеокамеры ССД; 6 – подсветка (на 1 лотке – 2 камеры, 54 эжектора); 7 – пневмоклапан (эжектор)

Результаты сравнительных испытаний работы фотоэлектронного сепаратора Ф 5.1 в сеяноочистительном комплексе при разделении семян подсолнечника сорта СПК по фракционной технологии представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Показатели качества разделения семян подсолнечника сорта СПК по фракционной технологии на фотоэлектронном сепараторе Ф 5.1 в семяочистительном комплексе

Наименование показателя	Фракция семян	
	Ø7–Ø8 мм (59,60 %)	Ø8–Ø9 мм (40,40 %)
Выход очищенных семян, %	93,20	92,90
Чистота семян, %	99,80	99,98
Содержание в отходе семян основной культуры, %	65,60	68,83
Масса 1000 семян, г	117	146

Анализ представленных данных (таблица 2) показывает, что по результатам разделения семян подсолнечника сорта СПК по фракционной технологии на фотоэлектронном сепараторе Ф 5.1 были получены две размерные их фракции. При этом чистота семян изменяется от 99,80 до 99,98% в зависимости от их размеров Ø7–Ø8 мм и Ø8–Ø9 мм соответственно. Содержание семян основной культуры в отходе колеблется от 65,60% (фракция Ø7–Ø8 мм) до 68,83 % (фракция Ø8–Ø9мм). Масса 1000 семян изменяется от 117 г (фракция Ø7–Ø8 мм) до 146 г (фракция Ø8–Ø9мм). Семена, полученные во фракциях и существующей технологии (без фракционирования) соответствуют требованиям ГОСТ.

Выход очищенных семян при фракционировании изменяется от 93,20 % (фракция Ø7–Ø8 мм) до 92,90 % (фракция Ø8–Ø9 мм).

Сравнительные испытания работы фотосепаратора Ф 5.1 в семяочистительном комплексе при разделении семян подсолнечника по существующей и фракционной технологии показали, что в фотосепараторе необходимо применять фракционную технологию. Так, как она позволяет

уменьшить содержание в отходе семян основной культуры и повысить посевные качества семян в зависимости от размерной их фракции.

Список литературы

1. Шафоростов В.Д. Универсальная контейнерная технология послеуборочной обработки семенного материала / В.Д. Шафоростов // Науч.-техн. бюл. ВНИИ масличных культур. – 2013. – Вып. № 2 (155-156). – С. 108–112.
2. Ермольев Ю.И. Фракционная очистка зерна в зерноочистительном агрегате / Ю.И. Ермольев, М.Ю. Кочкин, Г.И. Лукинов // Состояние и перспективы развития сельскохозяйственного машиностроения: сб. науч. тр. / ДГТУ. – Ростов н/Д, 2010. – С. 89–93.
3. Припоров И.Е. Сортирование семян подсолнечника на фотосепараторе. Сельский механизатор. 2015. № 3. С. 12-13.
4. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Качественные показатели работы универсального семяочистительного комплекса на базе отечественных семяочистительных машин нового поколения. В сборнике: Разработка инновационных технологий и технических средств для АПК Сборник научных трудов 9-й Международной научно-практической конференции в 2-х частях. Редакционная коллегия: Хлыстунов В.Ф. ответственный редактор, Рыков В.Б., Бурьянов А.И., Беспмятнова Н.М., Камбулов С.И., Кушнарв А.П. ответственный секретарь. 2014. С. 162-167.
5. Припоров Е.В., Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Эффективная очистка семян подсолнечника. Сельский механизатор. 2014. № 1 (59). С. 15.
6. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Усовершенствование универсального семяочистительного комплекса. Международный научно-исследовательский журнал. 2014. № 8-1 (27). С. 71-73.
7. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Технология послеуборочной обработки семян сои с использованием машин отечественного производства. Зернобобовые и крупяные культуры. 2014. № 4 (12). С. 119-122.
8. Шафоростов В.Д., Припоров И.Е. Качественные показатели работы фотосепаратора по фракционной технологии при разделении семян подсолнечника. Международный научно-исследовательский журнал. 2015. № 1-3 (32). С. 23-25
9. Припоров И.Е., Шафоростов В.Д. Классификация оптических фотосепараторов для сортирования семян подсолнечника. Вестник Казанского государственного аграрного университета. 2015. Т. 10. № 1. С. 68-70.

References

1. Shaforostov V.D. Universal'naja kontejnernaia tehnologija posleuborochnoj obrabotki semennogo materiala / V.D. Shaforostov // Nauch.-tehn. bjul. VNIИ maslich-nyh kul'tur. – 2013. – Вып. № 2 (155-156). – S. 108–112.
2. Ermol'ev Ju.I. Frakcionnaja ochistka zerna v zernoochistitel'nom agregate / Ju.I. Ermol'ev, M.Ju. Kochkin, G.I. Lukinov // Sostojanie i perspektivy razvitija sel'skohozjajstvennogo mashinostroenija: sb. nauch. tr. / DGTU. – Rostov n/D, 2010. – S. 89–93.

3. Priporov I.E. Sortirovanie semjan podsolnechnika na fotoseparatore. Sel'skij mehanizator. 2015. № 3. S. 12-13.

4. Shaforostov V.D., Priporov I.E. Kachestvennye pokazateli raboty universal'nogo semjaochistitel'nogo kompleksa na baze otechestvennyh semjaochistitel'nyh mashin novogo pokolenija. V sbornike: Razrabotka innovacionnyh tehnologij i tehniceskikh sredstv dlja APK Sbornik nauchnyh trudov 9-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii v 2-h chastjah. Redakcionnaja kollegija: Hlystunov V.F. otvetstvennyj redaktor, Rykov V.B., Bur'janov A.I., Bepamjatnova N.M., Kambulov S.I., Kushnarev A.P. otvetstvennyj sekretar'. 2014. S. 162-167.

5. Priporov E.V., Shaforostov V.D., Priporov I.E. Jeffektivnaja ochistka semjan podsolnechnika. Sel'skij mehanizator. 2014. № 1 (59). S. 15.

6. Shaforostov V.D., Priporov I.E. Uovershenstvovanie universal'nogo semjaochistitel'nogo kompleksa. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2014. № 8-1 (27). S. 71-73.

7. Shaforostov V.D., Priporov I.E. Tehnologija posleuborochnoj obrabotki semjan soi s ispol'zovaniem mashin otechestvennogo proizvodstva. Zernobobovye i krupjanye kul'tury. 2014. № 4 (12). S. 119-122.

8. Shaforostov V.D., Priporov I.E. Kachestvennye pokazateli raboty fotoseparatora po frakcionnoj tehnologii pri razdelenii semjan podsolnechnika. Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal. 2015. № 1-3 (32). S. 23-25

9. Priporov I.E., Shaforostov V.D. Klassifikacija opticheskikh fotoseparatorov dlja sortirovanija semjan podsolnechnika. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2015. T. 10. № 1. S. 68-70.