

УДК 67.08

UDC 67.08

05.00.00 Технические науки

Technical sciences

**АНАЛИЗ СОСТАВА ОТХОДОВ ОЧИСТКИ
МАСЛИЧНЫХ СЕМЯН И СПОСОБОВ ИХ
УТИЛИЗАЦИИ И ПЕРЕРАБОТКИ****THE ANALYSIS OF WASTES LEFT AFTER OIL
SEEDS CLEANING AND THE METHODS OF
THEIR DISPOSAL AND PROCESSING**Смычагин Евгений Олегович
аспирантSmychagin Evgeniy Olegovich
PostgraduateМустафаев Сергей Кязимович
д.т.н., профессор
*Кубанский государственный технологический
университет, Краснодар, Россия*Mustafayev Sergey Kyazimovich
Dr.Sci.Tech., Professor
*Kuban State Technological University,
Krasnodar, Russia*

В статье приведены сведения о количестве и производственной мощности предприятий маслодобывающей отрасли Российской Федерации в целом, а также Краснодарского края и Республики Адыгея. Показано, что инновации в области утилизации и переработки отходов масложирового производства наиболее эффективны, так как способствуют существенному снижению затрат на вывоз отходов производства и улучшению экологической обстановки, а также обеспечивают дополнительную выручку от продажи новой продукции, полученной при переработке отходов. Рассмотрены имеющиеся литературные данные по компонентному и химическому составу отходов очистки основных масличных культур, перерабатываемых маслодобывающей промышленностью Российской Федерации (подсолнечник, рапс, соя). Проведен анализ существующих технологий их утилизации, таких как сжигание, пиролиз, вермикомпостирование, санитарная засыпка земель, биотермическое компостирование, гранулирование отходов и переработка подсева. Сделан анализ достоинств и недостатков всех рассмотренных технологий и отмечено, что ни одна из существующих технологий не нашла широкого применения. Выбрано наиболее перспективное направление для разработки эффективной технологии переработки отходов, включающее применение прессования отходов после их рациональной подготовки с выделением однородных и ценных компонентов. Показано, что первоочередной задачей для разработки такой технологии является изучение состава отходов сырьевой и производственной очистки семян подсолнечника, сои и рапса современных сортов и гибридов

This article cites the data about the amount and productive capacity of oil producing enterprises in the Russian Federation on the whole, as well as in Krasnodar region and the Republic of Adygeya. It is shown, that innovations in the field of waste disposal and waste recycling left after oil production are the most effective, as they contribute to the cost reduction on disposal of waste on landfill and thus, improve environment considerably. They also provide additional revenue from the sale of new products, received after waste recycling. The authors examined literature data on compositional and chemical analysis of waste left after cleaning main oil-bearing crops, processed by oil-producing industry of the Russian Federation (such as sunflower, rape, soy-beans). The analysis of available technologies of their disposal, such as waste incineration, pyrolysis, worm composting, landfilling, biothermal composting, granulation of waste and the processing of undersow is submitted to your attention. The analysis of advantages and disadvantages of all available technologies was carried out, and it was noticed that neither of available technologies had become common use. The most prospective direction for the development of efficient technology of waste recycling has been chosen, which includes the use of waste pressing after their rational preparation and isolation of uniform and valuable components. It is shown, that the primary task for the development of such technology is the study of waste composition of raw materials and industrial cleaning of sunflower seeds, soy-beans, and modern sorts of rape and its hybrids

Ключевые слова: МАСЛОЖИРОВАЯ
ПРОМЫШЛЕННОСТЬ, МАСЛИЧНЫЕ СЕМЕНА,
ОТХОДЫ ОЧИСТКИ, УТИЛИЗАЦИЯ,
ПРЕССОВАНИЕ, ГРАНУЛИРОВАНИЕ

Keywords: FAT-AND-OIL INDUSTRY, OIL-
BEARING SEEDS, WASTE AFTER CLEANING,
DISPOSAL, PRESSING, GRANULATION

В агропромышленном комплексе России масложировая отрасль пищевой промышленности занимает ведущее место. Предприятия отрасли, перерабатывающие семена масличных культур, производят растительные масла и жировые продукты пищевого, технического и кормового назначения, в том числе и стратегического. В связи с этим, состояние масложировой отрасли определяет развитие не только отечественного агропромышленного комплекса, но и целого ряда других отраслей промышленности [1].

Основной сырьевой базой для производства растительных масел являются масличные семена, выращиваемые в России (подсолнечник, соя, рапс и др.), ресурсы которых определяют объем производства растительных масел и других видов продукции. При этом посевные площади под масличными культурами и их валовый сбор в последние годы стабильно растут [2].

В настоящее время на территории России находится более 400 маслодобывающих предприятий, производительностью от 50-60 т/сут до 3000 т/сут. Самое большое число маслодобывающих предприятий (около 150) находится на территории Краснодарского края и республики Адыгея. Это обусловлено благоприятными агроклиматическими условиями и большим количеством посевных площадей, занятых под масличными культурами.

В составе масложировых предприятий Краснодарского края и республики Адыгея находится 4 маслоэкстракционных завода производительностью до 700 т/сут по семенам, 15 маслопрессовых предприятий производительностью до 150 т/сут, и остальные маслопрессовые заводы с производительностью менее 100 т/сут.

Переход к рыночным условиям торговли, вступление Российской Федерации во Всемирную торговую организацию и отказ от импорта растительных масел с территорий ряда стран, в первую очередь, из

Украины, положительно сказались на состоянии рынка масложировых продуктов. На рынке образовалась достаточно большая ниша, которую необходимо заполнить отечественным производителям. Все эти факторы способствуют развитию, модернизации и увеличению производительности масложировых предприятий. Однако, в период экономического кризиса предприятиям масложировой отрасли одновременно остро необходимо существенное повышение рентабельности и конкурентоспособности производства, для чего предприятия разрабатывают мероприятия по снижению финансовых расходов на ведение своей деятельности и применяют инновационные технологические решения.

Из применяемых инноваций для решения указанных задач, наиболее эффективными являются разработки в области утилизации и переработки отходов масложирового производства. Это обусловлено тем, что они дают тройной эффект – существенное снижение затрат на вывоз отходов производства, дополнительную выручку от продажи новой продукции, полученной при переработке отходов, и улучшение экологической обстановки. Учитывая это, разработки новых технологий отходов масложирового производства являются актуальными и обладают существенным инновационным потенциалом.

Самым распространенным и объёмным видом отходов в масложировой промышленности являются отходы очистки поступающих в производство семян. Из имеющихся в свободном доступе сведений следует, что все предприятия масложировой промышленности несут существенные затраты, а именно 750-850 руб. за вывоз одной тонны отходов. В период массовой приемки, когда объём поступления масличных семян в сутки составляет 1000-1500 тонн, на предприятиях отделяется порядка 100-120 т/сут. отходов их очистки. Помимо затрат на вывоз отходов очистки масличных семян, предприятия несут затраты на их складирование на своей территории до вывоза на полигоны твёрдых

бытовых отходов, что ухудшает экологическую обстановку и создаёт угрозу самовозгорания этих отходов.

Способ обезвреживания отходов очистки масличных семян путём их вывоза на полигоны твёрдых бытовых отходов остается в России приоритетным на протяжении многих лет. Разложение отходов при их складировании идет без доступа воздуха, в результате чего образуется биогаз, который состоит на 70% из метана и легко воспламеняется. Постоянное горение свалок - это результат выделения биогаза. Кроме того, биогаз может проникать на расстояние до 300-400 м и дальше по горизонтам земли и иногда попадает в подвалы домов и может взрываться при возгорании в силу разных причин. Метан негативно влияет на растительность, которая при большой концентрации газа погибает.

Все эти расходы и негативные экологические последствия существенно увеличивают себестоимость выпускаемой продукции и, соответственно, цену выпускаемой продукции. Исходя из этого, технология переработки отходов очистки масличных семян является сегодня наиболее востребованной. Для разработки такой технологии необходимо провести анализ имеющихся сведений по составу отходов очистки семян и существующих способов утилизации и переработки.

Семенная масса в большинстве случаев представляет собой многокомпонентную смесь, которую можно разделить на неповрежденные семена основной культуры, масличные примеси, органический и минеральный сор, включая металлопримеси, и примеси, определяемые наличием в семенной массе посторонних живых биологических систем [3].

Все компоненты семенной массы широко варьируют по химическим, физическим, биохимическим и другим свойствам.

Органические примеси состоят из частей корзинок, обломков стеблей растений, соцветий и других вегетативных частей растений [3]. Обсемененность органических примесей выше, чем семян основной

культуры. Они повышают влажность семенной массы в целом и приводят к интенсификации в ней ферментативных и микробиологических процессов [4].

Минеральные примеси состоят преимущественно из комочков земли, пыли, камней и металлопримесей [3]. Они ускоряют износ оборудования (сит, валков, ножей и днищ жаровен и др.). Попадая в жмыхи и шроты, они снижают содержание в них протеина, увеличивают их зольность и уменьшают кормовую ценность [4].

Металлопримеси подразделяют на примеси, обладающие и не обладающие магнитными свойствами [3]. Металлические примеси попадают в семена при уборке урожая, его транспортировании, а также в результате поломки оборудования на маслозаводах. Они имеют разные размеры: от мельчайших пылинок до кусков, превышающих размеры семян. Попадание металлопримесей в жмых и шрот делает их непригодными для использования в качестве кормов [4].

К примесям, определяемым наличием в семенной массе посторонних живых биологических систем, относится микрофлора, вредители и насекомые [3]. Присутствие в семенной массе микроорганизмов и амбарных вредителей способствует порче семян, что сопровождается ухудшением качества вырабатываемой продукции [4].

Все сорные примеси, содержащиеся в семенной массе, являются вредным балластом. Они занимают часть полезной емкости хранилищ, увеличивают стоимость хранения сырья, повышают затраты на транспортирование семян, снижают КПД использования мощности технологического оборудования и увеличивают его износ, повышают опасность порчи и самосогревания хранящихся семян, ухудшают качество вырабатываемой продукции (масло, жмых, шрот), ухудшают санитарное состояние цеха и на территории предприятия [4,5].

К масличным примесям принято относить обрубленные семена основной культуры, семена с остатками ядра (изъеденные вредителями, битые), заплесневевшие, загнившие, проросшие, семена с изменившимся цветом ядра, недоразвитые и поврежденные морозом. К масличной примеси в семенах рапса относят также семена других крестоцветных растений [3]. Предельное содержание масличной примеси в семенной массе, поступающей на предприятия, согласно ограничительным нормам должно варьировать в пределах 7-10 % в зависимости от культуры [4]. Часть масличной примеси попадает в отходы очистки масличных семян, а все обрубленные семена основной культуры, которые идут проходом через сита диаметром 1-3 мм (в зависимости от вида семян) полностью переходят в отходы очистки, так как по нормативным документам относятся к сорной примеси [4]. Исходя из результатов исследований, проведенных в 1980-1990-е годы, массовая доля сырого протеина в отходах сырьевой и производственной очистки семян подсолнечника может достигать 19%, а массовая доля жира – 21% [6,7], то есть отходы очистки масличных семян при рациональной их утилизации могут являться существенным резервом кормовой базы животноводства.

На сегодняшний день существует ряд способов утилизации и переработки твердых отходов, которые можно применить к отходам очистки масличных семян:

1. Санитарная засыпка земель. Такой технологический подход к обезвреживанию отходов связан с получением биогаза и последующим использованием его в качестве топлива. С этой целью отходы засыпают по определенной технологии слоем грунта толщиной 0,6-0,8 м в уплотненном виде. Биогазовые полигоны снабжены вентиляционными трубами, газодувками и емкостями для сбора биогаза. Данная технология практически не получила распространения, в связи с затратностью и сложностью контроля за выделением биогаза [8].

2. Сжигание твердых отходов. При применении данной технологии получается существенно снизить объем и массу исходной смеси, однако происходит выделение в атмосферу вредных веществ. В результате сгорания органической части отходов образуются диоксид углерода, пары воды, оксиды азота и серы, аэрозоль, оксид углерода, бензопирен и диоксины. Диоксиновая опасность остается основным препятствием для сжигания отходов. В последнее время к этому добавились экономические препятствия и международные соглашения по уменьшению парниковых (трех и более атомных) газов [9]. В настоящее время в масложировой промышленности широко применяется сжигание лузги подсолнечника для получения технологического пара, необходимого в производстве. Сжигание отходов очистки для тех же целей невозможно из-за особенностей и неоднородности их химического состава.

3. Биотермическое компостирование. Этот способ утилизации отходов основан на естественных, но ускоренных реакциях трансформации отходов при доступе кислорода в виде горячего воздуха при температуре порядка 60°C. Биомасса отходов в результате данных реакций в биотермической установке (барабане) превращается в компост. Однако для реализации этой технологической схемы исходные отходы должны быть очищены от крупногабаритных предметов, а также металлов, стекла, керамики, пластмассы, резины. Полученная фракция отходов загружается в биотермические барабаны, где выдерживается в течение двух суток с целью получения товарного продукта. После этого компостируемый мусор вновь очищается от черных и цветных металлов, доизмельчается и затем складировается для дальнейшего использования в качестве компоста в сельском хозяйстве или биотоплива в топливной энергетике.

Биотермическое компостирование обычно проводится на заводах по механической переработке отходов и является составной частью технологической цепи этих заводов [10].

Однако современные технологии компостирования не дают возможности освободиться от солей тяжелых металлов, поэтому компост из ТБО фактически малопригоден для использования в сельском хозяйстве. Кроме того, большинство таких заводов убыточны.

4. Пиролиз представляет собой процесс разложения органических соединений под действием высоких температур при отсутствии или недостатке кислорода. Характеризуется протеканием реакций взаимодействия и уплотнения остаточных фрагментов, исходных молекул, в результате чего происходит расщепление органической массы, рекомбинация продуктов расщепления с получением термодинамически стабильных веществ: твердого остатка, смолы, газа. Применяя термин «пиролиз» к термическому преобразованию органического материала, подразумевают не только его распад, но и синтез новых продуктов. Эти стадии процесса взаимно связаны и протекают одновременно с тем лишь различием, что каждая из них преобладает в определенном интервале температуры или времени. Пиролиз отходов проводят при температуре 600–800 °С с вакуумированием реактора. При этом протекают реакции коксо- и смолообразования, разложения высокомолекулярных соединений на низкомолекулярные, жидкую и газообразную фракции, а если углеводородные отходы содержат серу, то образуются также сероводород и меркаптаны. Оксиды азота и серы практически не образуются. В результате процесса пиролиза из отходов образуются парогазовая смесь и твердый углеродистый остаток (пирокарбон). Парогазовая смесь очищается от пыли в циклоне и далее проходит последовательно через конденсатор, в котором газовая фаза отделяется от жидких продуктов пиролиза (смеси смолы и воды). Газообразные продукты направляются вентилятором на сжигание в специальную топку. Данный вид утилизации отходов опасен так же выделением диоксинов в процессе переработки [11]

и малопригоден для отходов очистки семян из-за разнородности состава отходов.

5. Технология вермикомпостирования. Она основана на пищевой активности дождевых червей. Заглатывая и смешивая в процессе питания органические остатки с минеральными частицами почвы, переваривая их и обогащая собственной микрофлорой, ферментами, биологически активными веществами, препятствуя развитию патогенной микрофлоры, дождевые черви производят копролиты с высоким содержанием гумуса, макро- и микроэлементов. Компостную смесь получают из двух компонентов: конвертируемой части и наполнителя—структурообразователя. В качестве конвертируемой части используют органические отходы жизнедеятельности дождевых червей, в качестве наполнителя-структурообразователя — песок, почву, солому, известь, мелкий гравий или синтетические гранулы. Сырьем для производства вермикомпостов могут служить практически любые органические отходы, поддающиеся разложению (при условии создания благоприятных условий для жизнедеятельности червей). Для производства вермикомпостов также можно использовать отходы, создающие опасность загрязнения окружающей среды, устранение которых сопряжено с определенными технологическими трудностями. Данная технология не получила широкого распространения на территории России, в связи со сложностью, большой затратой времени на утилизацию отходов и ее дороговизной [12, 13, 14, 15].

Наиболее перспективным способом для утилизации отходов очистки масличных семян является их гранулирование и прессование с получением технического растительного масла и жмыха, так как этот вид продукции является основным для масложировых предприятий.

6. Гранулирование отходов. Данный способ переработки отходов очистки семян подсолнечника изучался в лабораторных условиях на

двухшнековым гранулятором[16]. При гранулировании отходов очистки со среднестатистической масличностью 23,0 %, производительность гранулятора колебалась от 10 до 20 кг/ч. В ходе гранулирование происходило отделение масла через фильеру гранулятора. Данный способ переработки отходов очистки масличных семян применялся и в производственных условиях, но не нашёл широкого применения. Основными недостатками его является нестойкость гранул вследствие разнородности состава отходов, сложность в исполнении в связи с использованием для гранулирования глухого пара, а также высокая изнашиваемость отдельных деталей грануляторов.

7. Переработка подсева (мелкой фракции отходов очистки масличных семян) прессованием. Данная технология переработки отходов была применена в производственных условиях в 1985 г. Производственная линия переработки мелкой фракции подсева семян подсолнечника включает в себя следующие узлы: узел кондиционирования подсева по влажности и температуре, узел прессования, узел охлаждения жмыха, и узел очистки масла. Узел кондиционирования по влажности и температуре, представляет собой трехчанную жаровню ЕПМ, узел прессования представлен прессом ЕПМ, узел охлаждения жмыха - вентилируемым винтовым конвейером и узел очистки масла – гуцеловушкой и рамным фильтром [16].

Данная технология является сложной и дорогостоящей из-за большого количества громоздкого оборудования и применения пара. Кроме того, данная технология разрабатывалась исключительно для отходов очистки семян подсолнечника в 80-ые годы прошлого столетия, когда сорта семян подсолнечника, соответственно состав и свойства отходов их очистки, существенно отличались от современных.

Таким образом, разработка новой, эффективной и простой технологии переработки отходов очистки масличных семян современных

сортов имеет существенный инновационный потенциал в масложировой промышленности.

Наиболее перспективным направлением разработки технологии переработки отходов очистки масличных семян, на наш взгляд, является применение прессования отходов после рациональной подготовки их к этому процессу, включающей выделение однородных и ценных компонентов.

Однако, для разработки такой технологии необходимо провести изучение состава отходов сырьевой и производственной очистки семян подсолнечника, сои и рапса современных сортов и гибридов, переработка которых наиболее распространена в масложировой промышленности Российской Федерации.

Литература

1. Технология отрасли (Производство растительных масел) :учебник/ Л.А. Мхитарьянц, Е.П. Корнена, Е.В. Мартовщук, С.К. Мустафаев; под общей ред. Е.П. Корненой – СПб.: ГИОРД, 2009. – 352 с.
2. <http://www.kaicc.ru/zernovye-i-maslichnye/rossiyskiy-rynok-zernovyh-i>. 20.04.2016
3. Руководство по технологии получения и переработки растительных масел и жиров. Том 1. Книга первая. Под общей научной редакцией д.т.н. Проф А.Г.Сергеева. Ленинград, 1975. – 725 с.
4. Технология отрасли (Приемка, обработка и хранение масличных семян) :учеб. для вузов/ С.К. Мустафаев, Л.А. Мхитарьянц, Е.П. Корнена [и др.]; под ред. Е.П. Корненой – СПб.: ГИОРД, 2012. – 248 с.
5. Е. П. Кошевой. Технологическое оборудование предприятий производства растительных масел. – Санкт-Петербург; «Гиорд», 2001. – 368 с.
6. Гарбузова Т.И., Данильчук С.И., Ксандопуло С.Ю. Изучение химического состава отходов очистки семян подсолнечника, Масложировая промышленность. – 1919. - №9. 21-23 с.
7. Гарбузова Т.И., Соловьева Е.В. Оценка кормовых достоинств и питательной ценности отходов очистки семян подсолнечника, Известия вузов. пищевая технология – 1987. - №6
8. <http://clean-future.ru/info-sanitarnaja-zemljana-zasyпка-vybor-mesta.html>. 20.04.2016
9. Гринин А. С., Новиков В. Н. Промышленные и бытовые отходы: хранение, утилизация, переработка. М.: ФАИР-ПРЕСС, 2002 - 336 с.
10. http://www.rusnauka.com/31_PRNT_2010/Ecologia/73393.doc.htm. 20.04.2016

11. Скорик Ю. И., Флоринская Т. М., Бабаев А. С.. Отходы большого города: как их собирают, удаляют и перерабатывают. СПб: НИИХ СПбГУ, 1998. 40 с.

12. Ручин А. Б., Ревин В. В., Иванов А. Ю., Рыскина Н. Н. Использование навозных червей для утилизации свекловичного жома // Дождевые черви и плодородие почв: Мат. Межд. конф. Владимир, 2004. С. 108–109.

13. Унжаков А. Р., Ручин А. Б. Вермитехнология в звероводстве: кормовая добавка, биогумус и утилизация отходов // Современные проблемы и методы экологической физиологии и патологии млекопитающих, введенных в зоокультуру. Петрозаводск, 2009. С. 282–285.

14. Ручин А. Б., Ревин В. В. Вермикультивирование как путь решения некоторых экологических проблем // Наука и инновации в Республике Мордовия. Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2006. С. 724–726.

15. Чекановская О. В. Дождевые черви и почвообразование. М: АН СССР, 1985. 203 с.

16. Тимофеев Т.И. Разработка рациональных направлений использования отходов очистки семян подсолнечника: автореф. дис. ...канд. техн. наук. – Краснодар. 1986. – 25 с.

References

1. Tekhnologiya otrasli (Proizvodstvo rastitel'nykh masel) :uchebnik/ L.A. Mkhitar'yants, Ye.P. Kornena, Ye.V. Martovshchuk, S.K. Mustafayev; pod obshchey red. Ye.P. Kornenoy – SPb.: GIORД, 2009. – 352 s.

2. <http://www.kaicc.ru/zernovye-i-maslichnye/rossiyskiy-rynok-zernovyh-i>. 20.04.2016

3. Rukovodstvo po tekhnologii polucheniya i pererabotki rastitel'nykh masel i zhirov. Tom 1. Kniga pervaya. Pod obshchey nauchnoy redaktsiyey d.t.n. Prof A.G.Sergeyeva. Leningrad, 1975. – 725 s.

4. Tekhnologiya otrasli (Priyemka, obrabotka i khraneniye maslichnykh semyan) :ucheb. dlya vuzov/ S.K. Mustafayev, L.A. Mkhitar'yants, Ye.P. Kornena [i dr.]; pod red. Ye.P. Kornenoy – SPb.: GIORД, 2012. – 248 s.

5. Ye. P. Koshevoy. Tekhnologicheskoye oborudovaniye predpriyatiy proizvodstva rastitel'nykh masel. – Sankt-Peterburg; «Giord», 2001. – 368 s.

6. Garbuzova T.I., Danil'chuk S.I., Ksandopulo S.YU. Izucheniye khimicheskogo sostava otkhodov ochistki semyan podsolnechnika, Maslozhirovaya promyshlennost'. – 1919. - №9. 21-23 s.

7. Garbuzova T.I., Solov'yeva Ye.V. Otsenka kormovykh dostoinstv i pitatel'noy tsennosti otkhodov ochistki semyan podsolnechnika, Izvestiya vuzov. pishchevaya tekhnologiya – 1987. - №6

8. <http://clean-future.ru/info-sanitarnaja-zemljana-za-sypka-vybor-mesta.html>. 20.04.2016

9. Grinin A. S., Novikov V. N. Promyshlennyye i bytovyye otkhody: khraneniye, utilizatsiya, pererabotka. M.: FAIR-PRESS, 2002 - 336 s.

10. http://www.rusnauka.com/31_PRNT_2010/Ecologia/73393.doc.htm. 20.04.2016

11. Skorik YU. I., Florinskaya T. M., Babayev A. S.. Otkhody bol'shogo goroda: kak ikh sobirayut, udalyayut i pererabatyvayut. SPb: NIIKH SPbGU, 1998. 40 s.

12. Ruchin A. B., Revyn V. V., Ivanov A. YU., Ryskina N. N. Ispol'zovaniye navoznykh chervey dlya utilizatsii sveklovichnogo zhoma // Dozhdevyye chervi i plodorodiye pochv: Mat. Mezhd. konf. Vladimir, 2004. S. 108–109.

13. Unzhakov A. R., Ruchin A. B. Vermitekhnologiya v zverovodstve: kormovaya dobavka, biogumus i utilizatsiya otkhodov // Sovremennyye problemy i metody

ekologicheskoy fiziologii i patologii mlekopitayushchikh, vvedennykh v zookul'turu. Petrozavodsk, 2009. S. 282–285.

14. Ruchin A. B., Revin V. V. Vermikul'tivirovaniye kak put' resheniya nekotorykh ekologicheskikh problem // Nauka i innovatsii v Respublike Mordoviya. Saransk: Izd-vo Mordov. un-ta, 2006. S. 724–726.

15. Chekanovskaya O. V. Dozhdevyye chervi i pochvoobrazovaniye. M: AN SSSR, 1985. 203 s.

16. Timofeyenko T.I. Razrabotka ratsional'nykh napravleniy ispol'zovaniya otkhodov ochildki semyan podsolnechnika: avtoref. dis. kand. tekhn. nauk. – Krasnodar. 1986. – 25 s.