

ВОДОУДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ БЕЛКОВ СЕМЯН МАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР КАК ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ СВОЙСТВО ДЛЯ СОЗДАНИЯ СОРБЕНТА

А.В. БАРБАШОВ, М.Д. НАЗАРЬКО

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2*

Представлены результаты исследований водоудерживающей способности (гидрофильности) белкового комплекса семян льна, как наиболее устойчивой в сельскохозяйственном отношении масличной культуры. Приведена оценка гидрофильной способности белка семян льна масличного – как требуемого технологического свойства для создания сорбента, используемого для восстановления «осыревших» трансформаторных масел. Рассмотрена актуальность разработки и внедрения в производство предлагаемого сорбента. Представлены исследования гидрофильной способности модифицированных и немодифицированных белков семян льна, рассмотрены варианты модификаций направленных на повышение водоудерживающей способности исследуемого материала, изучена практическая возможность создания сорбента с внедрением в его состав белковых продуктов жмыхов и шротов семян льна и других масличных культур. Согласно результатам исследований влияния гидролиза и термической денатурации на белковый комплекс масличных семян разработаны два способа направленной модификации белков нативных семян льна, предусмотренных на стадии их подготовки к переработке: ограниченным гидролизом в процессе проращивания семян в течении 48 часов и термической денатурацией семян. В результате получены биохимически модифицированные белковые продукты с улучшенными функциональными свойствами. Приведены принципиальные схемы способов структурной модификации белков семян льна. Установлено, что полученные модифицированные продукты имеют более высокую водоудерживающую способность и могут использоваться в составе сорбентов для восстановления трансформаторных масел.

Ключевые слова: продукты переработки семян льна, сорбенты, гидрофильная способность белков, водоудерживающая способность, термическая денатурация белков, осушка трансформаторных масел.

На сегодняшний день проведен достаточно широкий ряд исследований, касающийся технологических свойств белков семян масличных культур. Приоритетными задачами в большинстве случаев было применение получаемого белка в пищевых или, в крайнем случае, в кормовых целях. Все предлагаемые модификации структуры белковой молекулы семян масличных культур позволяли достигнуть необходимых технологических свойств - пенообразования, жиро- и водоудерживающей способности, а также, в ряде случаев, снижения изначальной природной токсичности [8].

Водоудерживающая способность молекулы белка семян масличных культур и практическая реальная возможность увеличивать данную способность методами модификации, – предмет нашего исследования. Интерес к данному вопросу возник в ходе практических наблюдений: известны случаи, когда на «стыке» двух, казалось бы, отдаленных друг от друга областей знаний, технологий, был найден выход эффективного решения проблемы. Проще говоря, данным выходом может быть использование технологических свойств продукта по иному, – нетрадиционному назначению. В данной работе мы предлагаем использование белка семян масличных культур в качестве сырьевого компонента состава сорбента для осушки «осыревших» трансформаторных масел – продукта, сырьем которого является нефть.

Экономичное использование ресурсов нефти – стимул к созданию новейших эффективных способов регенерации – технологической обработке отходов нефтепродуктов с целью восстановления утраченных ими технологических свойств.

Трансформаторные масла широко используемые в электроэнергетике нефтепродукты, способные выполнять одновременно изоляционную функцию и функцию охлаждения в трансформаторах различного типа. Трансформаторные масла используются в масляных выключателях, где служат теплопроводящей средой и способствуют быстрому гашению дуги, а также применимы в конденсаторах высокого напряжения и силовых кабелях.

Надежность и длительность работы трансформатора в значительной степени зависит от качества трансформаторного масла. Ужесточение требований, предъявляемых к чистоте трансформаторных масел, вызвано ускоренным развитием техники и новых технологий – чем продолжительней срок эксплуатации трансформатора, тем дольше должен быть продлен срок службы его изоляционной системы.

В целях надежности изоляционной системы, наиболее высокие требования предъявляют к степени увлажненности трансформаторных масел. Степень увлажненности устанавливается при сравнении пробивной прочности

масла при выпуске трансформатора с завода со значениями, полученными перед включением трансформатора в работу. Оценку пробивной прочности масла необходимо проводить и после ремонта трансформатора.

Существует ряд причин, способствующих порче трансформаторных масел. В процессе ремонта трансформатора, в результате чего возникает необходимость вскрытия его бака, масло подвергается «осырению» за счет высокой способности впитывать влагу из воздуха. Порча трансформаторных масел может происходить и в процессе эксплуатации электрооборудования, а также при нарушении условий его эксплуатации и хранения. При хранении неэксплуатируемого электрооборудования и трансформаторных масел в отдельности, а также при ремонте, существенное влияние оказывает микроклимат производственных и складских помещений, – в частности температура и влажность воздуха. В результате трансформаторное масло теряет диэлектрическую способность.

В процессе эксплуатации трансформаторных масел в них накапливаются продукты загрязнения, окисления, и другие примеси.

В случае появления в трансформаторном масле кислорода и воды, оно будет окисляться даже при идеальных условиях хранения и эксплуатации[6].

Кислотное загрязнение масла происходит интенсивнее в сильно загруженном, перегретом и неправильно эксплуатируемом трансформаторе. В результате увеличивается вязкость масла, что снижает его охлаждающую способность, а это, в свою очередь, ведет к сокращению службы трансформатора.

Косвенной причиной порчи трансформаторных масел может быть их химический состав. Трансформаторные масла получают с помощью глубокой очистки нефтяных масел, используя различные способы. Однако следует учитывать, что нефть, добытая из различных месторождений, имеет отличия по своему химическому составу, а это, в свою очередь, оказывает существенное влияние на физико-химические показатели и углеводородный состав полученных масел.

Трансформаторное масло можно практически полностью восстано-вить, делая срок его эксплуатации практически неограниченным. Однако существенным камнем преткновения в решении данной задачи является высокая энергоемкость и неизбежная ступенчатость данного процесса, возможное неоднократное повторение одних и тех же технологических операций, что в целом может оказаться экономически нецелесообразным и трудоемким путем решения проблемы. Тем не менее, способ регенерации может оказаться единственным решением в условиях острого дефицита нефтяного сырья, что активизирует проблему существенной модификации используемых технологий.

Влага в трансформаторном масле может находиться в состоянии осадка, в виде эмульсии и в растворенном состоянии. Традиционно проблема регенерации трансформаторных масел решается со следующей последовательностью технологических операций, основанных на механических, физических и физико-химических методах:

- а) механический метод – основан на удалении из масла свободной воды и твердых загрязнений – фильтрация, центрифугирование, отстаивание;
- б) теплофизический – выпаривание, вакуумная перегонка;
- в) физико-химический, основанный на коагуляции и адсорбции;
- г) химический метод используется при недостаточной эффективности первых трех, с применением более сложного оборудования и большими экономическими затратами.

Помимо вакуумной перегонки существующий физико-химический способ удаления влаги из трансформаторных масел решается с использованием сорбционной способности синтетических цеолитов[6]. Синтетические цеолиты являются дорогостоящими сорбентами практически однократного применения: эффективность осушки зависит от степени увлажненности трансформаторных масел.

По внешнему виду синтетические цеолиты имеют вид небольших гранул, через слой которых пропускают осушаемое масло.

В связи с вышеперечисленным возникает острая необходимость разрешения данной проблемы путем использования в качестве сорбента нетрадиционных источников сырья имеющих высокую водоудерживающую способность. Таким, достаточно дешевым источником сырья может стать жмых и шрот масличных культур остающийся после получения технических масел и непригодный в кормовых целях по причине высокой токсичности [9].

В качестве образца нашего исследования служили семена льна масличного сортов современной селекции ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта, г. Краснодар [3]. Исследуемые нами сорта льна масличного селекции ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта были созданы с целью их выращивания в климатических условиях Краснодарского края и Северокавказского региона в целом. Однако, следует отметить, что лен достаточно устойчивая культура, как к вредителям, так и в климатическом плане: выращивание льна возможно практически на всех континентах земного шара за исключением территорий вечной мерзлоты северных широт и Антарктиды, и в этом большое преимущество данной культуры. При исследовании образцов селекции ВНИИ масличных культур им. В.С. Пустовойта, нами были выявлены некоторые сортовые различия в плане изменения функциональных свойств под воздействием предлагаемых нами модификаций[7,11]. Это может послужить стимулом работы селекционеров к выведению традиционным способом селекции сортов семян льна с усовершенствованными функциональными свойствами их белкового комплекса, а также других технологических показателей.

Целью исследования нашей работы является оценка возможности использования функциональных свойств белков семян масличных культур, в частности белков семян льна, на предмет их способности к удержанию воды, с целью использования в качестве сорбента для восстановления трансформаторных масел и практическое применение данного свойства с целью осушки трансформаторных масел.

В связи с этим были сформированы следующие задачи исследования:

1. Исследование гидрофильной способности модифицированных и немодифицированных белков семян льна и других масличных культур.

2. Рассмотрение вариантов модификаций направленных на повышение водоудерживающей способности исследуемого материала

3. Изучение практической возможности создания сорбента с внедрением в его состав белковых продуктов жмыхов и шротов семян масличных культур

4. Разработка процессной схемы технологии осушки трансформаторных масел с использованием предлагаемых сорбентов.

При проведении экспериментальных исследований использовали стандартные методики, рекомендуемые ВНИИ жиров, и общепринятые при биохимических исследованиях масличных семян, а также современные физико-химические методы анализа. Функциональные свойства белковых продуктов, технологические характеристики и химический состав семян, определяли методами, рекомендованными «Руководством ВНИИ жиров». Повторность анализов 4-6-кратная.

Средние пробы исследуемых семян измельчали в лабораторной мельнице и затем хранили в эксикаторах при влажности воздуха 60 % и температуре 20-22°C. Полученный продукт – полножирную муку – обезжиривали гексаном путем многократного настаивания при 4°C. Полученный обезжиренный продукт – обезжиренную муку – условно называли белковым концентратом. Содержание жира в обезжиренной муке после извлечения льняного масла составляло 3-5%. Фракционирование белков семян льна по растворимости проводили по методу Осборна. Общий азот и азот белковых фракций определяли по микрометоду Кьельдаля, небелковый азот – после осаждения белков трихлоруксусной кислотой (ТХУ). Экспериментальные данные обрабатывали методами математической статистики. Результаты выражались в процентах[3].

На основании теоретических исследований, касающихся влияния гидролиза и термической денатурации на белковый комплекс масличных семян нами были разработаны способы направленной модификации белкового

комплекса нативных семян льна, предусмотренные на стадии подготовки семян к переработке, в результате чего предусматривается получение биохимически модифицированных белковых продуктов с улучшенными в практических целях функциональными свойствами.

Результаты проведенных исследований, относительно увеличения водоудерживающей способности белковых продуктов (ВУС) в результате проведенных модификаций ограниченным гидролизом в процессе 48-часового проращивания и термоденатурацией можно представить в виде столбчатых диаграмм, представленных на рисунке 1.

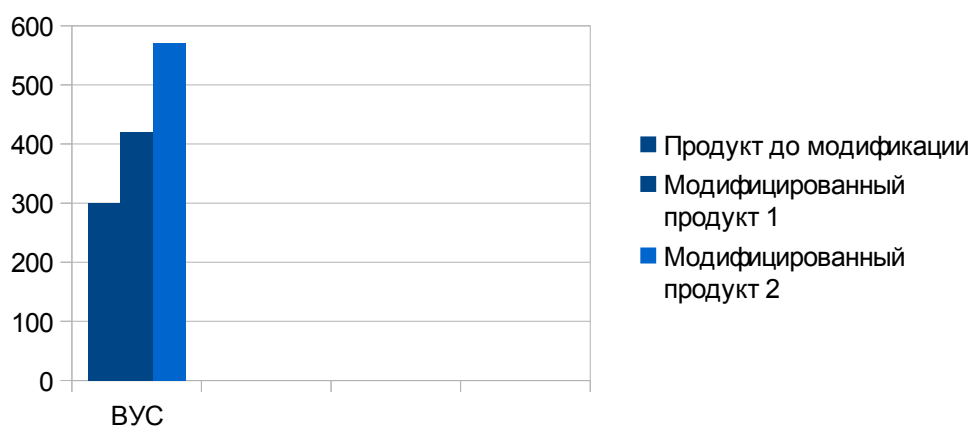


Рисунок 1 – Процентное соотношение функциональных свойств исходных и модифицированных ограниченным гидролизом и термоденатурацией белковых продуктов семян льна.

Исходным продуктом являлась немодифицированная обезжиренная мука измельченных семян льна, водоудерживающая способность которой изначально доходит до 300%, обозначенная как «продукт до модификации».

Водоудерживающая способность модифицированного продукта 1, полученного путем ограниченного гидролиза, возросла на 110%, а модифицированного продукта 2, полученного термоденатурацией при температурном режиме 40°C в течение 20 минут превышает 500% [1,2].

Из множества факторов, оказывающих влияние на функциональные свойства белковых продуктов, наибольшее значение имеет явление термической денатурации, которая, как правило, приводит к переходу

растворимых белков в нерастворимые [4]. Белок, потерявший растворимость, содержит в основном те же химические группировки, что и исходный. Полученный результат подтверждает, что при раскручивании под влиянием денатурации молекулы белка происходит ее диссоциация на субъединицы и увеличивается взаимодействие и соединение воды с белком. Хотя доступ к гидрофильным точкам сокращен, денатурированный белок все же может гидратироваться. Степень гидратации во многих случаях достаточна лишь для разбухания продукта, но недостаточна для образования раствора. Малорастворимый белок насыщается влагой до максимума.

Помимо термической денатурации белков для модификации их свойств применяют метод ферментативной модификации, в основе которого лежит ограниченный гидролиз [1, 2].

Результаты проведенных исследований подтверждают, что использование биохимически модифицированных белковых продуктов семян льна в качестве доминирующего сырья сорбента для регенерации трансформаторных масел является достаточно возможным.

Исследования позволили сделать следующие научные и практические выводы:

1. Полученные экспериментальные данные исследований гидрофильной способности модифицированных и немодифицированных белков семян льна, как одной из масличных культур, свидетельствуют, что существенное влияние на увеличение водоудерживающей способности белков семян льна оказывает как термическая денатурация белков так и ограниченный гидролиз 48-часовым проращиванием в результате изменения структуры белковой молекулы .

2. Результаты проведенных исследований позволяют рекомендовать наиболее оптимальные режимы обработки сырья способствующие существенному увеличению способности сырьевого продукта к удерживанию воды.

3. Проведенные исследования позволяют рекомендовать схемы процессов структурной модификации семян льна собственными протеиназами в

процессе проращивания в течение 48 часов, предусмотренного на стадии подготовки семян к переработке, представленного на рисунке 2 и способа термической денатурации представленного на рисунке 3, позволяющие получить продукт с наличием соответствующих функциональных свойств[1,7,10]. Предложенные схемы носят процессный характер и основаны на ранее предложенных нами разработках – способе получения модифицированных белковых продуктов из семян льна:



Рисунок 3 – Способ структурной модификации функциональных свойств белков семян льна ограниченным гидролизом при проращивании

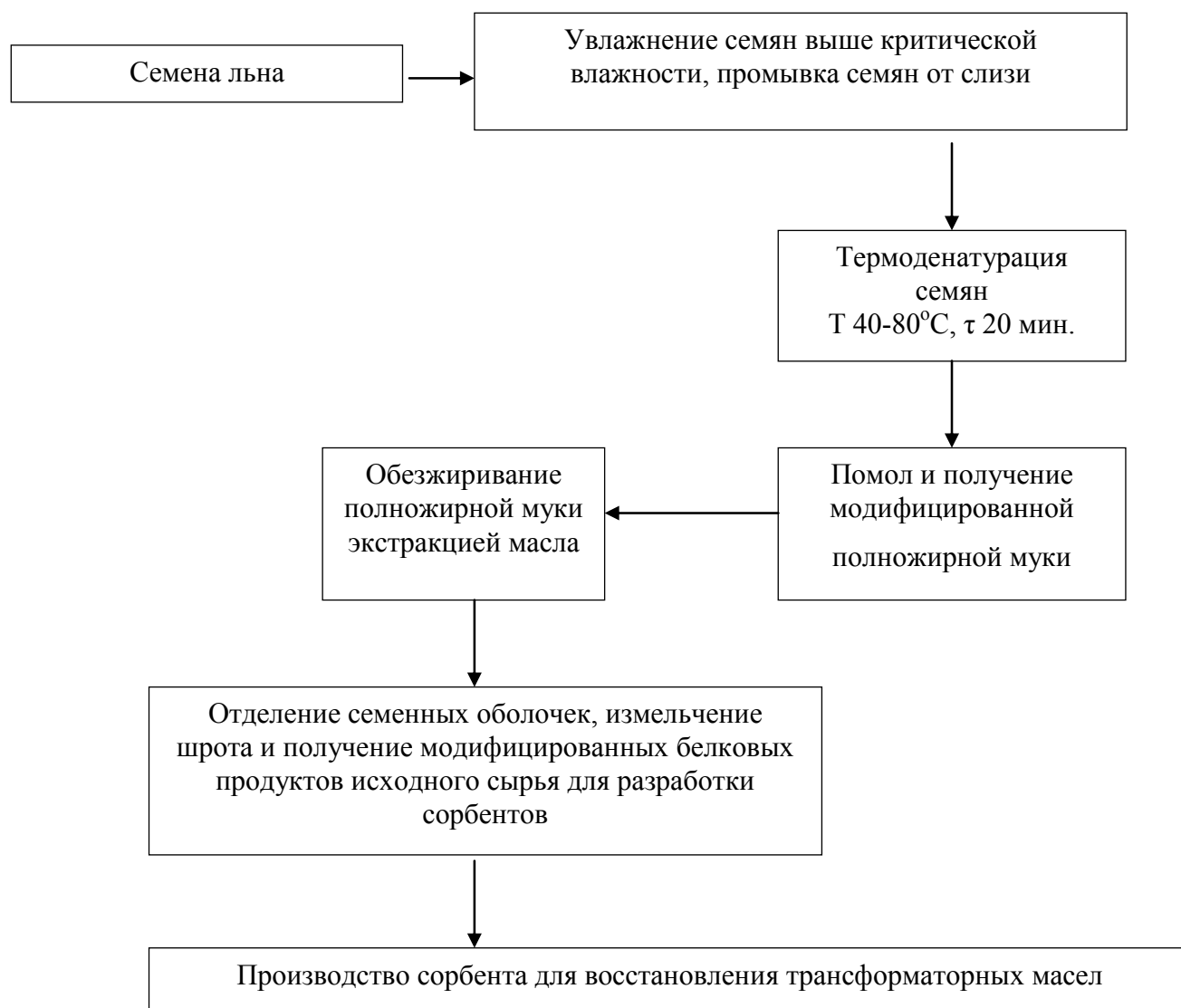


Рисунок 5 - Принципиальная схема модификации функциональных свойств белков семян льна термоденатурацией

В качестве дополнительного компонента, составляющего рецептуру сорбента, возможно использование водопоглощающих материалов синтетического и природного происхождения, в частности, природных глин, имеющих способность к адсорбированию (Губман И.И. Исследование и разработка адсорбирующего метода облагораживания экстракционного хлопкового масла в мисцеле) [5]. Вопрос выбора дополнительного компонента, а также формы предлагаемого сорбента зависит от экологичности и экономичности предлагаемой технологии. Также может рассматриваться возможность производства предлагаемого сорбента в рамках одной

технологической системы предприятия с внедрением в технологическую линию нескольких дополнительных единиц оборудования.

Безусловно, полученные результаты нельзя считать окончательными и в перспективе необходимо более углубленное исследование данной проблемы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Барбашов А.В, Назарько М.Д., Энговатов А.В. Перспективы создания сорбентов из продуктов переработки семян льна// Изв. вузов. Пищевая технология. 2014. №5-6. С.59-62.

2. Шульвинская И.В., Щербаков В.Г., Барбашов А.В. Влияние ограниченного гидролиза на биохимические и функциональные свойства белков семян льна // Изв. вузов. Пищевая технология. 2006. №5. С.30-32.

3. Барбашов А.В. Биохимические и функциональные характеристики белков семян льна и разработка способов повышения их биологической ценности: Автореф. Дис. ... канд. техн. наук. Краснодар, 2007. 23 с.

4. Ржехин В.П., Красильников В.Н. К изучению превращений белковых веществ масличных семян при действии на них тепла и других агентов// Тр. ВНИИЖ. 1963. Вып.23. С. 32-49.

5. Губман И.И. Исследование и разработка адсорбционного метода облагораживания экстракционного хлопкового масла в мисцеле: 05.18.06: Автореф. дисс. канд. техн. наук. – Москва, 1977. – 25 с.

6. Журнал «Энергетика и промышленность России» №8, апрель 2009 г.

7. Барбашов А.В. Биохимические и функциональные характеристики белков семян льна и разработка способов повышения их биологической ценности: Дис. ... канд. тех. наук, 03.00.04.-Краснодар, КубГТУ, 2007.217 с.

8. Ксандопуло С.Ю., Барбашов А.В. Линамарин и продукты его гидролиза в семенах масличного льна современной селекции// Изв. вузов. Пищевая технология. 2005. №5-6. С.51-53.

9. Назарько М.Д., Ксандопуло С.Ю., Барбашов А.В. Повреждение семян подсолнечника грибной микрофлорой и влияние микотоксинов на качество готовой продукции// Изв. вузов. Пищевая технология. 2004. №5-6. С.20-22.

10. Щербаков В.Г., Ксандопуло С.Ю., Барбашов А.В., Шульвинская И.В. Способ получения модифицированного пищевого белкового продукта из семян льна. Патент на изобретение RUS 2333662 05.02.2007.

11. Барбашов А.В., Ксандопуло С.Ю. Групповой состав белкового комплекса семян льна современных сортов. // Изв. вузов. Пищевая технология. 2005. №4. С.71-72.

REFERENCES

1. Barbashov A.V, Nazarko M.D., Engovatov A.V. Perspektivy sozdaniya sorbentov iz produktov pererabotki semyan lna// Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2014. №5-6. P.59-62.

2. Shulvinskaya I.V., Shcherbakov V.G., Barbashov A.V. Vliyanie ogranichennogo gidroliza na biokhimicheskie i funktsionalnye svoystva belkov semyan lna // Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2006. №5. P.30-32.

3. Barbashov A.V. Biokhimicheskie i funktsionalnye kharakteristiki belkov semyan lna i razrabotka sposobov povysheniya ikh biologicheskoy tsennosti: Avtoref. Dis. ... kand. tekhn. nauk. Krasnodar, 2007. 23 p.

4. Rzhekhin V.P., Krasilnikov V.N. K izucheniyu prevrashcheniy belkovykh veshchestv maslichnykh semyan pri deystvii na nikh tepla i drugikh agentov// Tr. VNIIZh. 1963. Vyp.23. P. 32-49.

5. Gubman I.I. Issledovanie i razrabotka adsorbtsionnogo metoda oblagorazhivaniya ekstraktsionnogo khlopkovogo masla v mistsele: 05.18.06: Avtoref. diss. kand. tekhn. nauk. – Moskva, 1977. – 25 p.

6. Zhurnal «Energetika i promyshlennost Rossii» №8, aprel 2009 y.

7. Barbashov A.V. Biokhimicheskie i funktsionalnye kharakteristiki belkov semyan lna i razrabotka sposobov povysheniya ikh biologicheskoy tsennosti: Dis. ... kand. tekhn. nauk, 03.00.04.-Krasnodar, KubGTU, 2007.217 p.

8. Ksandopulo S.Yu., Barbashov A.V. Linamarin i produkty ego gidroliza v semenakh maslichnogo lna sovremennoy selektsii// Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2005. №5-6. P.51-53.

9. Nazarko M.D., Ksandopulo S.Yu., Barbashov A.V. Povrezhdenie semyan podsolnechnika gribnoy mikrofloroy i vliyanie mikotoksinov na kachestvo gotovoy produktsii// Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2004. №5-6. P.20-22.

10. Shcherbakov V.G., Ksandopulo S.Yu., Barbashov A.V., Shulvinskaya I.V. Sposob polucheniya modifitsirovannogo pishchevogo belkovogo produkta iz semyan lna. Patent na izobretenie RUS 2333662 05.02.2007.

11. Barbashov A.V., Ksandopulo S.Yu. Gruppovoy sostav belkovogo kompleksa semyan lna sovremennykh sortov. // Izv. vuzov. Pishchevaya tekhnologiya. 2005. №4. P.71-72.

SORBENT POSSIBILITY OF OIL-BEARING SEEDS PROTEIN AS TECHNOLOGICAL PROPERTY TO CREATE SORBENT

A.V. BARBASHOV, M.D. NAZARKO

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya str., Krasnodar, Russian Federation, 350072*

The results of flax seeds possibility to sorbent water are presented in this investigation. Flax seeds are considered to be the more stable oil-bearing crops. The estimation of hydrophilic ability of flax seed protein was done. It was necessary for forming sorbent, which will be used to restore transformer oils. The problems of actuality of this investigation and use in industry were also discussed. Hydrophilic ability of the modified and not modified proteins of flax seeds is investigated; search of options of the modifications directed on increase of water-retaining ability of a studied material is carried out; practical possibility of creation of sorbent with introduction in its structure of protein products of oilcakes and extraction cakes of flax seeds and other oil-bearing crops is studied. On the basis of researches results of influence of hydrolysis and a thermal denaturation on a protein complex of oilseeds two ways of the directed modification of native seeds proteins of the flax at stage of their preparation for processing are developed: by limited hydrolysis and germination of seeds during 48 h and by a thermal denaturation of seeds. Biochemical modified protein products with the improved functional properties are as a result obtained. Schematic diagrams of ways of structural modification of proteins of flax seeds are submitted. It is established that the received modified protein products possess higher water-retaining ability and can be used as a compound of sorbents for restoration of transformer oils.

Key words: flax seeds products processing, sorbents, hydrophilic ability of proteins, water-retaining ability, thermal denaturation of proteins, removal dampness from transformer oil.