

МРНТИ 65.33.29

З.В. Василенко<sup>1</sup> – основной автор, ©  
Е.Н. Кучерова<sup>2</sup>, Т.В. Трофименко<sup>3</sup>



<sup>1</sup>Д-р техн. наук, профессор, <sup>2</sup>Ст. преподаватель, <sup>3</sup>Аспирант

ORCID

<sup>1</sup><https://orcid.org/0000-0002-0778-4261>; <sup>2</sup><https://orcid.org/0000-00034696-2961>;

<sup>3</sup><https://orcid.org/0009-0002-2403-1496>



<sup>1,2,3</sup>Белорусский государственный университет пищевых и химических технологий,



г. Могилев, Республика Беларусь



<sup>1</sup>[trofimenkotati@yandex.by](mailto:trofimenkotati@yandex.by)

<https://doi.org/10.55956/MJOB4777>

## ФУНКЦИОНАЛЬНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЖМЫХА РАПСОВОГО БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ

**Аннотация.** Исследованы функционально-технологические свойства жмыха рапсового белорусской селекции. Представленные данные о водоудерживающей, жирудерживающей способностей, набухаемости жмыха рапсового позволяют рассматривать их в качестве эффективных регуляторов технологических свойств пищевых продуктов.

**Ключевые слова:** жмых рапсовый, функционально-технологические свойства, соевый жмых, водоудерживающая способность, жирудерживающая способность, набухаемость.



Василенко, З.В. Функционально-технологические свойства жмыха рапсового белорусской селекции [Текст] / З.В. Василенко, Е.Н. Кучерова, Т.В. Трофименко // *Механика и технологии / Научный журнал.* – 2023. – №3(81). – С.6-17. <https://doi.org/10.55956/MJOB4777>

**Введение.** В последние годы спрос на масличное сырье на мировом рынке, и в частности в Республике Беларусь стремительно возрос, что обуславливает увеличение объемов производства масличных культур, и, прежде всего, рапса. Для Республики Беларусь с ее почвенно-климатическими условиями рапс является одной из перспективных масличных культур, которую можно возделывать во всех регионах нашей страны [1-3].

Источником для получения ценных пищевых веществ могут являться жмыхи семян рапса, которые образуются после извлечения масла и являются вторичными продуктами переработки, которые в настоящее время, в основном, используются для производства комбикормов [4-6].

Согласно литературным данным [7-9] и нашим исследованиям [10,11], жмых рапсовый – является хорошим источником минеральных веществ, богат жиром и водорастворимыми витаминами: токоферолом, ретинолом, рибофлавином, холином, биотином, а по содержанию кальция, фосфора, магния, меди и марганца превосходит соевый [10]. Ценно то, что этот продукт является источником незаменимых жирных кислот семейства омега-9 (олеиновая кислота), омега-6 (линолевая кислота) и омега-3 (линоленовая

кислота), которые способствуют укреплению стенок сосудов и снижению уровня холестерина в крови. Примечательно, что жмых рапсовый содержит в 10 раз больше Омега-3, чем оливковый [6-9].

Жмых рапсовый содержит полный перечень незаменимых аминокислот, что говорит о его высокой биологической ценности. Значительное содержание пищевых волокон, оказывает позитивное воздействие на желудочно-кишечный тракт, улучшая его двигательную активность и способность адсорбировать и выводить из организма соли тяжелых металлов, радионуклидов и другие токсические вещества [7,12-14]. Все это подтверждает целесообразность использования жмыха рапсового в составе продуктов питания для повышения их пищевой и биологической ценности, а также для расширения ассортимента функциональных продуктов питания.

Обращает на себя внимание, что содержание белка в жмыхе рапсовом составляет 35,47%, что позволяет считать его белоксодержащим продуктом.

**Условия и методы исследования.** Жмых из семян рапса сорта «Неман» отечественного производства, производимый на предприятиях Брестской области, урожай 2021 года. В работе использованы методы определения технологических свойств исследуемого сырья по методике [7].

**Результаты исследований и их обсуждение.** Как известно, функционально-технологические свойства белоксодержащих продуктов характеризуются комплексом показателей, позволяющих спрогнозировать способность белка обеспечить формирование структурно-механических характеристик пищевых систем и продуктов [4].

Исследование функциональных свойств особенно важно для решения проблем разработки рецептур многокомпонентных пищевых систем, выбора процессов и технологических режимов их переработки в новые виды пищевых продуктов.

К наиболее важным функциональным свойствам белоксодержащих продуктов относятся водоудерживающая, жирудерживающая способности, набухаемость [2-3].

Водоудерживающая способность – свойство белоксодержащих продуктов абсорбировать и удерживать воду за счет присутствия гидрофильных групп. Водоудерживающая способность характеризует свойства белоксодержащих продуктов прочно связывать свободную влагу в процессе технологической обработки пищевого продукта. Данное свойство позволяет прогнозировать содержание белоксодержащих продуктов в рецептуре для обеспечения необходимых водоудерживающих и реологических свойств продукта, его консистенции, повышения выхода, снижения потерь при технологической обработке [4,5,7,15-20].

Жирудерживающая способность – характеризует способность абсорбировать и удерживать жир. На поверхности молекулы белка находятся гидрофильные и гидрофобные группировки. Благодаря гидрофобным связям молекула белка обладает способностью удерживать молекулы жира. Жирудерживающая способность также объясняется физическим захватыванием, связыванием и удерживанием масла молекулой белка [4,5,7,15-20].

После отжима масла жмых рапсовый имеет вид ракушек или гранул, которые невозможно использовать в таком виде из-за неравномерного распределения в продуктах.

Поэтому, для определения функционально-технологических свойств жмых рапсовый подвергали измельчению, а затем просеивали через сита до размеров частиц 0,3-0,6 мм, что представляло собой муку и 0,6-1,0 мм соответственно крупку.

В первую очередь, исследовали зависимость водоудерживающей способности (ВУС, %) от температуры (20 °С – холодная гидратация и 70 °С – горячая гидратация) и от размеров частиц жмыха рапса. Результаты исследований представлены на рисунках 1 и 2.

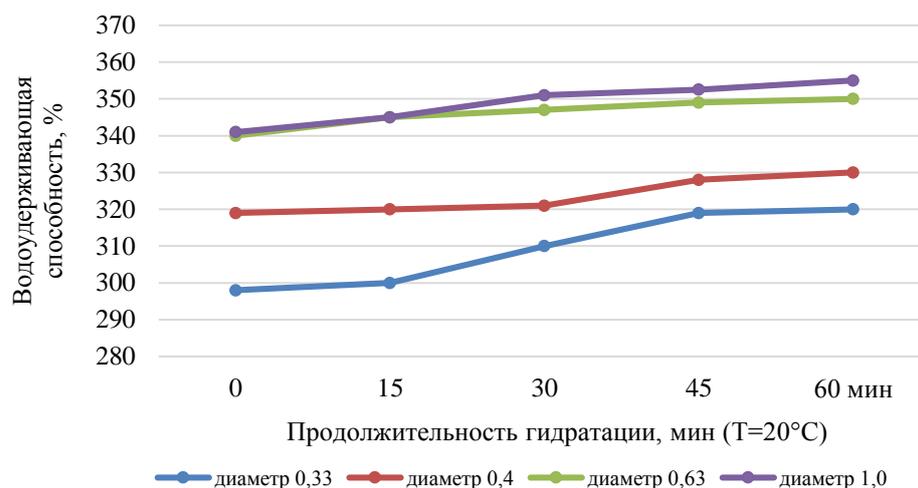


Рис. 1. Зависимость водоудерживающей способности муки и крупки из жмыха рапсового от продолжительности холодной гидратации и размеров частиц

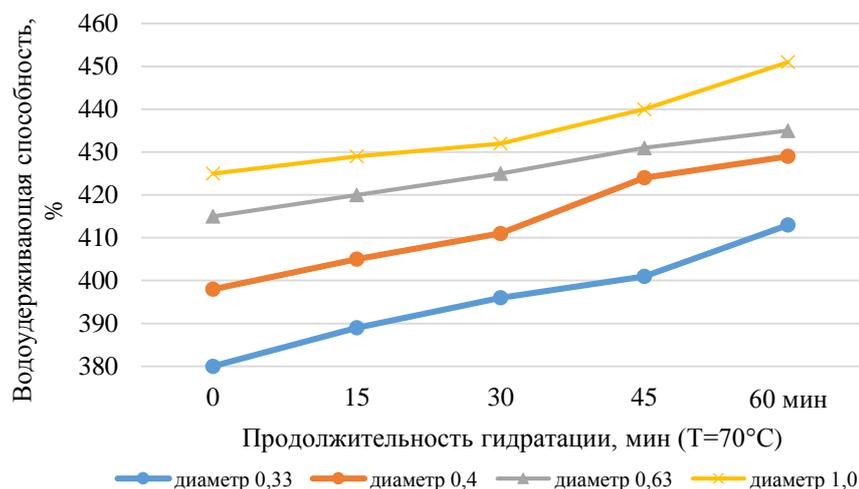


Рис. 2. Зависимость водоудерживающей способности муки и крупки из жмыха рапсового от продолжительности горячей гидратации (70 °С) и размеров частиц

Из данных, представленных на рисунке 1, следует, что гидратация

жмыха рапсового без выдержки имеет наибольшую ВУС, которой обладает крупка с размером частиц 1,0 мм, а наименьшую ВУС имеет мука с размером частиц 0,33 мм.

Для частиц с размером 0,33 мм ВУС заметно возрастала по мере увеличения времени выдержки, а затем практически не изменяется. Некоторое увеличение ВУС наблюдается также для муки с частицами 0,4 мм и 1,0 мм в этом же интервале времени. После 45 мин гидратации для крупки из жмыха рапсового с размером частиц 0,63 мм в этих условиях наблюдается стабильность ВУС. Поэтому за оптимальную продолжительность гидратации муки из жмыха рапса было принято 45 мин. Обращает на себя внимание, что максимальная ВУС холодной при гидратации обладала крупка с размерами частиц 1,0 мм в течение 45 мин.

Далее определили зависимость водоудерживающей способности муки и крупки из жмыха рапса от продолжительности горячей гидратации ( $T = 70^{\circ}\text{C}$ ).

Из данных, представленных на рисунке 2, следует, что гидратация жмыха рапсового без выдержки имеет наибольшую ВУС, которой обладает крупка с размером частиц 1,0 мм, а наименьшую ВУС имеет мука с размером частиц 0,33 мм.

Для частиц с размером 0,33 мм, 0,4 мм, 0,63 мм и 1,0 мм ВУС заметно увеличивается на 60 мин. Поэтому за оптимальную продолжительность гидратации муки и крупки из жмыха рапсового было принято 60 мин для всех.

Далее исследовали зависимость водоудерживающей способности ВУС в солевом растворе при температуре  $20^{\circ}\text{C}$  в зависимости от размеров частиц и продолжительности гидратации жмыха рапсового. Результаты исследований представлены на рисунке 3.

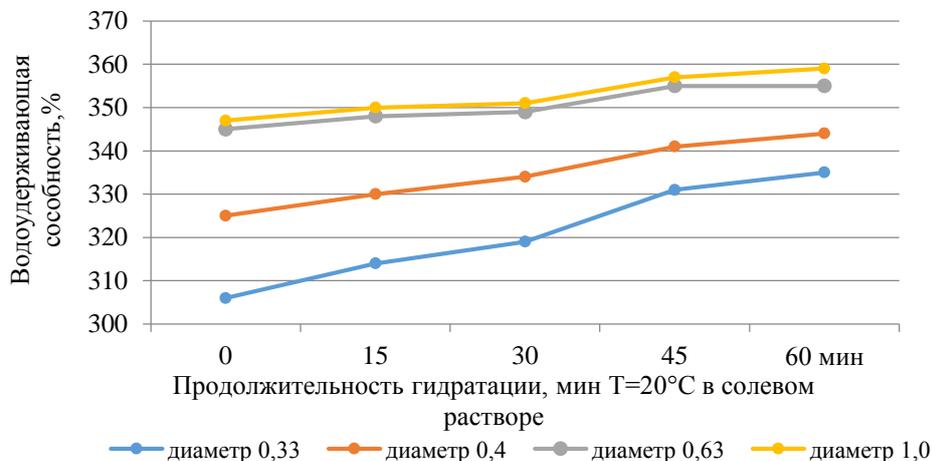


Рис. 3. Зависимость водоудерживающей способности от продолжительности холодной гидратации в соленой воде и размеров частиц жмыха рапсового

Из данных, представленных на рисунке 3, следует, что гидратация жмыха рапсового без выдержки имеет наибольшую ВУС, которой обладает крупка с размером частиц 1,0 мм, а наименьшую ВУС имеет мука с размером частиц 0,33 мм.

Наблюдается та же закономерность, что и при холодной и горячей

гидратации.

Таким образом, можно отметить, что водоудерживающая способность муки и крупки из жмыха рапсового при различной температуре гидратации зависит как от размеров частиц так и от продолжительности гидратации, и чем больше диаметр частиц и продолжительность гидратации, тем выше показатели водоудерживающей способности.

Далее исследовали зависимость размеров частиц муки и крупки из жмыха рапсового в масле подсолнечном на жирудерживающую способность (ЖУС, %). Результаты исследований представлены на рисунке 4.

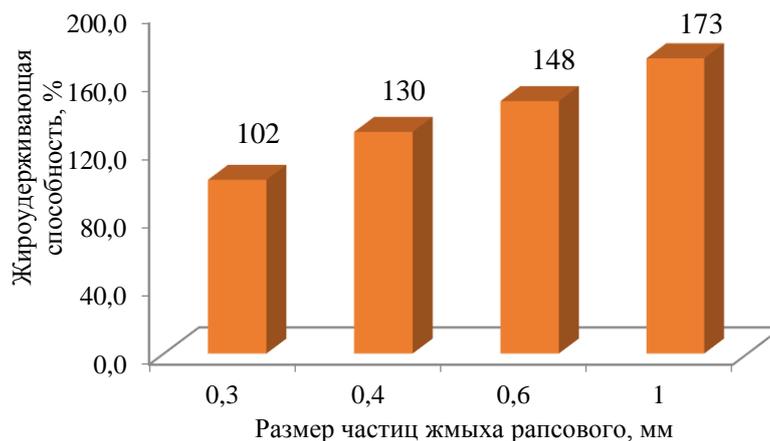


Рис. 4. Зависимость жирудерживающей способности жмыха рапсового от размеров частиц

Из данных, представленных на рисунке 4, следует, что наибольшую ЖУС, обладает жмых рапсовый с размером частиц 1,0 мм, а наименьшую ЖУС имеет жмых с размером частиц 0,33 мм.

Таким образом, жирудерживающая способность возрастает с увеличением размеров частиц жмыха рапсового.

Исследования технологических свойств жмыха рапса показали, что они зависят от размеров частиц, температуры и продолжительности гидратации.

Учитывая тот факт, что основной импортируемой масличной культурой все же остается соевый жмых, нами были исследованы его функционально-технологические свойства. Жмых соевый фракционировали по аналогии со жмыхом рапсовым.

Исследовали зависимость водоудерживающей способности (ВУС, %) от температуры (20 °С – холодная гидратация и 70 °С – горячая гидратация), продолжительности гидратации и от размеров частиц жмыха из семян сои. Результаты исследований представлены на рисунках 5, 6.

Из данных, представленных на рисунке 5, следует, что гидратация измельченного жмыха соевого без выдержки имеет наибольшую ВУС, которой обладает жмых с размером частиц 1,0 мм, а наименьшую ВУС имеет жмых соевый с размером частиц 0,33 мм.

Обращает на себя внимание, что водоудерживающая способность соевого жмыха при холодной гидратации гораздо ниже, чем водоудерживающая способность жмыха рапсового при холодной гидратации

и составляет максимально 154 % с размером частиц 1,0, в то время как у жмыха рапсового составляет максимально 355 %, что в 2,1 раза больше.

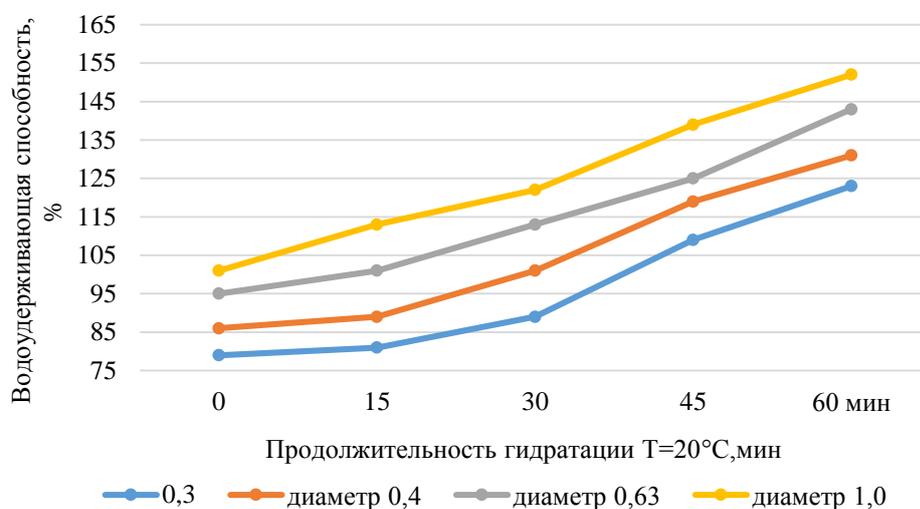


Рис. 5. Зависимость водоудерживающей способности измельченного жмыха из семян сои от продолжительности холодной гидратации и размеров частиц

Далее определили зависимость водоудерживающей способности соевого жмыха от продолжительности горячей гидратации ( $T = 70^\circ\text{C}$ , рис. 6)

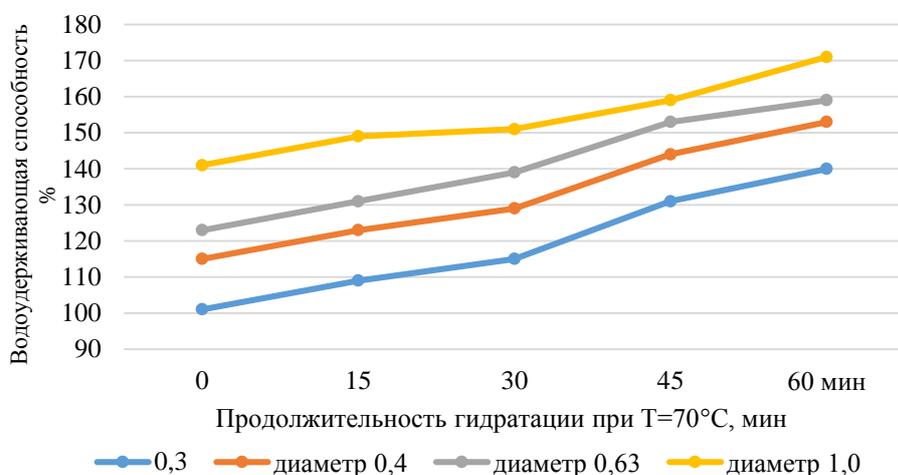


Рис. 6. Зависимость водоудерживающей способности жмыха соевого от продолжительности горячей гидратации ( $70^\circ\text{C}$ ) и от размеров частиц

Из данных, представленных на рисунке 6 следует, что гидратация измельченного жмыха соевого без выдержки имеет наибольшую ВУС, которой обладает жмых соевый с размером частиц 1,0 мм, а наименьшую ВУС имеет соевый жмых с размером частиц 0,3 мм.

Водоудерживающая способность жмыха соевого при горячей гидратации составляет максимально 171 % с размером частиц 1,0, в то время как у жмыха рапсового при равных условиях составляет максимально 440 %, что в 2,5 раза больше.

На следующем этапе исследовали зависимость водоудерживающей способности (ВУС, %) в солевом растворе при температуре 20 °С в зависимости от размеров частиц и продолжительности гидратации жмыха соевого. Результаты исследований представлены на рисунке 7.

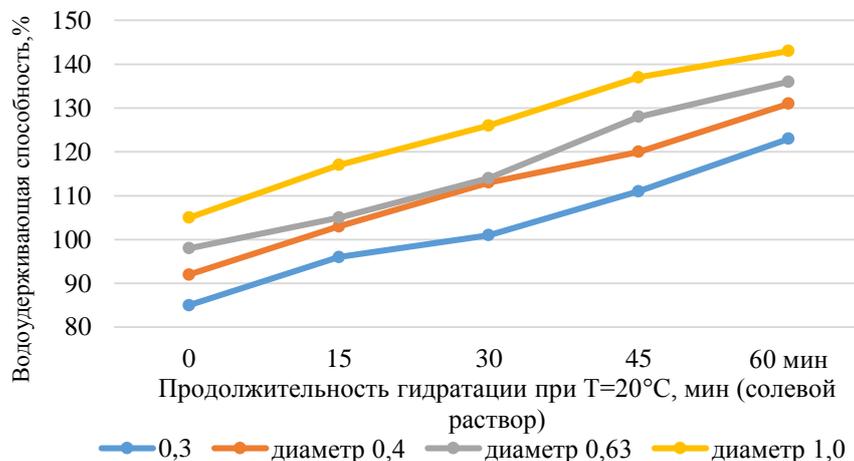


Рис. 7. Зависимость водоудерживающей способности измельченного соевого жмыха от продолжительности холодной гидратации в соленой воде и размеров частиц жмыха из семян сои

Из данных, представленных на рисунке 7, следует, что гидратация измельченного жмыха соевого без выдержки имеет наибольшую ВУС, которой обладает измельченный жмых с размером частиц 1,0 мм, а наименьшую ВУС имеет измельченный жмых с размером частиц 0,33 мм.

Водоудерживающая способность измельченного жмыха соевого, гидратированного в солевом растворе также гораздо ниже, чем водоудерживающая способность жмыха рапсового в солевом растворе и составляет максимально 145 %, в то время как у жмыха рапсового составляет максимально 360 %, что в 2,4 раза больше.

Далее исследовали зависимость размеров частиц измельченного жмыха соевого в масле подсолнечном на жиродерживающую способность (ЖУС, %). Результаты исследований представлены на рисунке 8.

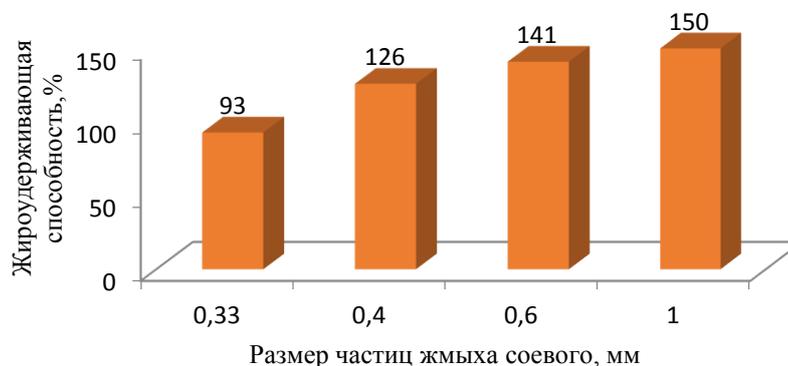


Рис. 8. Зависимость жиродерживающей способности жмыха соевого от размеров частиц

Из данных, представленных на рисунке 8, следует, что наибольшей ЖУС, обладает измельченный жмых соевый с размером частиц 1,0 мм, а наименьшей ЖУС - жмых с размером частиц 0,33 мм.

Таким образом, жиродерживающая способность возрастает с увеличением размеров частиц жмыха соевого, также как и для жмыха рапсового (рис. 4). Жиродерживающая способность жмыха рапсового несколько превышает жиродерживающую способность измельченного жмыха соевого и составляет 173 % и 150 % соответственно, что в 1,1 раза больше [21].

Далее исследовали набухающую способности жмыхов рапса и сои с одинаковым размером частиц и сравнили их значения. Набухающая способность – способность поглощать и удерживать влагу является важным фактором при образовании и формировании консистенции продукта [22]. Данные представлены на рисунке 9.

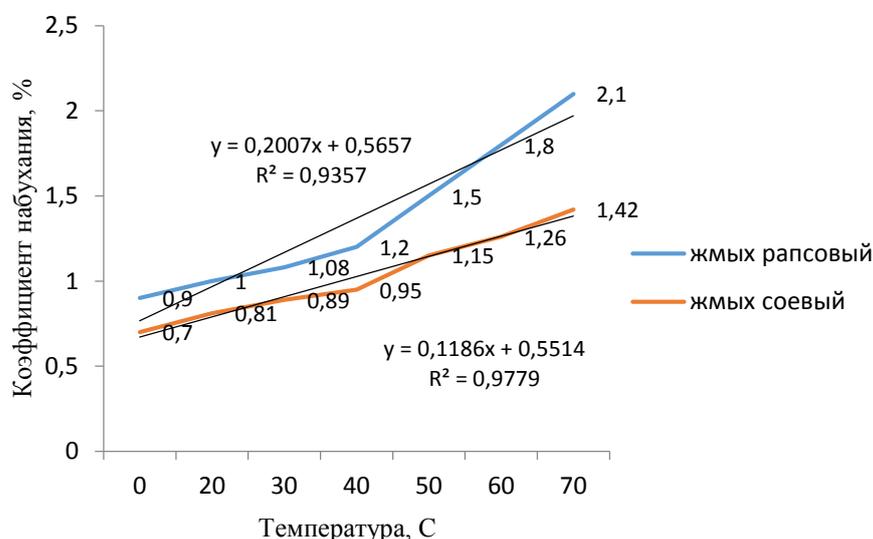


Рис. 9. Зависимость набухающей способности жмыха рапсового и жмыха соевого от температуры

Из данных представленных на рисунке 9 следует, что по сравнению со жмыхом соевым наилучшей набухающей способностью обладает жмых рапсовый.

**Заключение.** Исследования технологических свойств жмыха рапса показали, что они зависят от размеров частиц, температуры и продолжительности гидратации, чем больше размер частиц, тем выше технологические свойства. Жмых рапсовый обладает более высокими технологическими свойствами по сравнению со жмыхом соевым.

Анализ полученных данных свидетельствует о возможности использования жмыха рапсового вместо соевого в качестве функционального компонента пищевых продуктов различного назначения вместо жмыха соевого. В связи с этим представляется целесообразным разработку способов применения в пищевой технологии продуктов из жмыха рапсового.

**Благодарности.** Результаты получены в рамках реализации научного исследования при поддержке Белорусского фонда фундаментальных исследований на 2022 год на тему: «Исследование пищевой и биологической ценности, функционально-технологических свойств вторичных продуктов переработки семян рапса, выращиваемого в Республике Беларусь и Узбекистане». Договор № Б22УЗБ – 070 от 04.05.2022 г.

#### Список литературы

1. О Доктрине национальной продовольственной безопасности Республики Беларусь до 2030 года [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Республики Беларусь, 15 дек. 2017 г., № 962. – Режим доступа: <http://www.government.by/ru/solutions/3060>. – Дата обращения: 23.02.2019г.
2. Гусаков, В.Г. Основные положения Доктрины продовольственной безопасности Республики Беларусь [Текст] / В.Г. Гусаков [и др.] // Аграрная экономика. – 2017. – № 3. – С.2–14.
3. ТР ТС 021/2011. Технический регламент Таможенного союза. О безопасности пищевой продукции [Текст].
4. Василенко, З.В., Характеристика химического состава жмыха из семян рапса сорта «Неман» белорусской селекции [Текст] / З.В. Василенко, В.И. Никулин, Т.В. Трофименко // Вестник Белорусского государственного университета пищевых и химических технологий. – 2022. – № 2(32). – С.27-36
5. Нечаева, А.П. Пищевая химия [Текст]: учебник для вузов / Под ред. А.П.Нечаева. – 3-е изд. исправ. – СПб: ГИОРД, 2004. – 640 с.
6. Рензяева, Т.В. Потенциал рапсовых жмыхов в качестве сырья пищевого назначения [Текст] / Т.В. Рензяева [и др.] // ХИПС. – 2020. – № 2. – С.143–154.
7. Лисицын, А.Н. Биологические особенности сортов рапса и физиологические ценности жмыхов и шротов [Текст] // Масложировая промышленность. – 2007. – № 6. – С.10-11.
8. Пахомова, О.Н. Перспективность использования жмыхов и шротов масличных культур для повышения биологической ценности продуктов питания [Текст] / О.Н. Пахомова // Альманах «Научные записки Орел ГИЭТ». – 2011. – № 1(4). С.377-381.
9. Пахомова, О.Н. Разработка и использование функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового дис. ...канд. тех. наук [Текст] / Пахомова О.Н. – Орел, 2014. – 162 с.
10. Рензяева, Т.В. Функциональные свойства белковых продуктов из жмыхов рапса и рыжика [Текст] / Т.В. Рензяева [и др.] // Масла и жиры. – 2020. – № 7(231). С.20–23
11. Шульвинская, И.В. Композиционные белковые добавки из семян масличных и бахчевых растений [Текст] / И.В. Шульвинская, О.А. Доля, О.В. Широкомядова // Известия вузов. Пищевая технология. – 2007. – № 5-6. – С.40-42.
12. Ермаков, А.И. Методы биохимического исследования растений [Текст] / А.И. Ермаков [и др.]. – Л., 1987. – 430с.
13. Гурова, Н.В. Методы определения функциональных свойств соевых белковых препаратов [Текст] / Н.В. Гурова [и др.] // Мясная индустрия. – Л., 2001. – № 9.– С.29-32.
14. Щербаков, В.Г. Химия и биохимия переработки масличных семян [Текст]. – М.: Пищевая промышленность, 1977. 168 с.

15. Щербаков, В.Г. Производство белковых продуктов из масличных семян [Текст] / Щербаков В.Г., Иванецкий С.Б. – М.: Агропромиздат, 1987. 152 с.
16. Трухман, С.В. Исследование жмыха из семян рапса в технологии производства мучных кондитерских изделий функционального назначения [Текст]: дис. ...канд. сельскохозяйств. наук. – Воронеж, 2010. – 150 с.
17. Манжесов, В.И. Разработка сахарного печенья повышенной пищевой ценности [Текст] / В.И. Манжесов, С.В. Трухмае, Е.Е. Курчаев // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – №8. – С.90
18. Белова, Е.И. Перспективы вторичных продуктов переработки рапса в разработке комплексных пищевых белково-углеводных обогатителей [Текст] / Е.И. Белова, И.А. Глотова, С.С. Забуринов // Современные наукоемкие технологии. – 2010. – №3. – С.58-59.
19. Тошев, А.Д. Перспективы использования рапсового жмыха в питании спортсменов [Текст] // Человек. Спорт. Медицина. – 2018. – №1. – С.115-124.
20. Донченко, Л.В. Безопасность пищевых продуктов [Текст] / Л.В. Донченко, В.Д. Надыкта. – М.: Пищепромиздат, 2001. – 528 с.
21. Горвенко, Л.Г. Семена рапса как источник высококачественного белка и жиров в рационах для молодых гусей [Текст] // Птицеводство. – 2010. – №6. – С.27.
22. Егорова, Т.А. Рапс и перспективы его использования в кормлении птицы [Текст] // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – №2. – С.175.

*Материал поступил в редакцию 10.09.23.*

**З.В. Василенко<sup>1</sup>, Е.Н. Кучерова<sup>1</sup>, Т.В. Трофименко<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Беларусь мемлекеттік тамақ және химиялық технологиялар университеті,  
Могилев, Беларусь Республикасы*

#### **БЕЛУРУССИЯЛЫҚ СЕЛЕКЦИЯЛЫ РАПС КҮНЖАРАСЫНЫҢ ФУНКЦИОНАЛДЫ ЖӘНЕ ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ**

**Аңдатпа.** Беларуссиялық селекциялы рапс күнжарасының функционалды және технологиялық қасиеттері зерттелді. Рапс күнжарасының су ұстау, май ұстау қабілеті, ісінуі туралы ұсынылған деректер оларды тамақ өнімдерінің технологиялық қасиеттерін тиімді реттеуші ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

**Тірек сөздер:** рапс күнжарасы, функционалдық-технологиялық қасиеттері, соя күнжарасы, суды ұстау қабілеті, май ұстау қабілеті, ісіну.

**Z.V. Vasilenko<sup>1</sup>, E.N. Kucheroval<sup>1</sup>, T.V. Trofimenko<sup>1</sup>**

*<sup>1</sup>Belarusian State University of Food and Chemical Technologies,  
Mogilev, Republic of Belarus*

#### **FUNCTIONAL AND TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF RAPESEED CAKE OF BELARUSIAN SELECTION**

**Abstract.** The functional and technological properties of rapeseed cake of Belarusian selection are investigated. The presented data on the water-retaining, fat-retaining abilities, swelling of rapeseed cake allow us to consider them as effective regulators of the technological properties of food products.

**Keywords:** rapeseed cake, functional and technological properties, soybean cake, water-holding capacity, fat-holding capacity, swelling.

#### References

1. Nechaev, A.P. Food chemistry [Pishchevaya himiya]: textbook for universities [uchebnik dlya vuzov] – St. Petersburg : GIORД, 2004. – 640 p. [in Russian]
2. Renzyaeva T.V. The potential of rapeseed cakes as raw materials for food purposes [Potencial rapsovyh zhmyhov v kachestve syr'ya pishchevogo naznacheniya] // HIPS. – 2020. – No. 2. – P. 143-154. [in Russian]
3. Lisitsyn, A.N. Biological features of rapeseed varieties and physiological values of cake and meal [Biologicheskie osobennosti sortov rapsa i fiziologicheskie cennosti zhmyhov i shrotov] // Fat-and-oil industry. [Maslozhirovaya promyshlennost'] – 2007. – No. 6. – P. 10-11.[in Russian]
4. Pakhomova, O.N. The prospects of using oil cakes and oilseed meal to increase the biological value of food [Perspektivnost' ispol'zovaniya zhmyhov i shrotov maslichnyh kul'tur dlya povysheniya biologicheskoy cennosti produktov pitaniya] // Almanac "Scientific notes of the Eagle GIET" [Al'manah «Nauchnye zapiski Orel GIET»]. 2011. – № 1(4). P. 377-381. [in Russian]
5. Pakhomova, O.N. Development and use of a functional food fortifier from rapeseed cake [Razrabotka i ispol'zovanie funktsional'nogo pishchevogo obogatitelya iz zhmyha rapsovogo] dis. ...Candidate of Technical Sciences [dis. ...kand. tekhn. nauk] / Pakhomova O.N. – Orel, 2014. – 162 p. [in Russian]
6. Renzyaeva, T.V. [et al.] Functional properties of protein products from rapeseed and ginger cakes [Funktsional'nye svoystva belkovykh produktov iz zhmyhov rapsa i ryzhika] // Oils and fats [Masla i zhiry]. – 2020. – № 7(231). P. 20-23[in Russian]
7. Shulvinskaya, I.V. Composite protein additives from seeds of oilseeds and melons [Kompozitsionnye belkovye dobavki iz semyan maslichnyh i bahchevykh rasteniy] // News of universities [Izvestiya vuzov]. Food technology [Pishchevaya tekhnologiya]. – 2007. – № 5-6. – P. 40-42. [in Russian]
8. Ermakov, A.I. [et al.] Methods of biochemical research of plants [Metody biokhimicheskogo issledovaniya rasteniy]; – L., 1987. – p. 430. [in Russian]
9. Gurova, N.V. [et al.] Methods for determining the functional properties of soy protein preparations [Metody opredeleniya funktsional'nykh svoystv soevykh belkovykh preparatov] // Meat industry [Myasnaya industriya]. – L., 2001. – No. 9. – P. 29-32. [in Russian]
10. On the Doctrine of National Food Security of the Republic of Belarus until 2030 [O Doktrine nacional'noj prodovol'stvennoj bezopasnosti Respubliki Belarus' do 2030 goda] [Electronic resource]: Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Belarus [postanovlenie Soveta Ministrov Respubliki Belarus'], 15 Dec. 2017, No. 962. – Access mode: <http://www.government.by/ru/solutions/3060> . – Access date: 02/23/2019 [in Russian]
11. Gusakov, V.G. [et al.] The main provisions of the Doctrine of food security of the Republic of Belarus [Osnovnye polozheniya Doktriny prodovol'stvennoj bezopasnosti Respubliki Belarus'] // Agrarian Economics [Agrarnaya ekonomika]. – 2017. – No. 3. – P.2-14. [in Russian]
12. TR CU 021/2011. Technical regulations of the Customs Union [Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza]. About food safety [O bezopasnosti pishchevoj produktsii]. [in Russian]
13. Vasilenko, Z.V., Characteristics of the chemical composition of rapeseed cake of the Neman variety of Belarusian selection [Harakteristika himicheskogo sostava zhmyha iz semyan rapsa sorta «Neman» belorusskoj selektsii] // Bulletin of the Belarusian State University of Food and Chemical Technologies [Vestnik Belorusskogo

- gosudarstvennogo universiteta pishchevyh i himicheskikh tekhnologij]. – 2022. – № 2(32). – P.27-36 [in Russian]
14. Shcherbakov, V.G. Chemistry and biochemistry of oilseed processing [Himiya i biohimiya pererabotki maslichnyh semyan]. – M.: Food industry [Pishchevaya promyshlennost'], 1977. 168 p. [in Russian]
  15. Shcherbakov, V.G. Production of protein products from oilseeds [Proizvodstvo belkovykh produktov iz maslichnyh semyan] – M.: Agropromizdat, 1987. – 152 p. [in Russian]
  16. Trukhman, S.V. Study of rapeseed cake in the technology of production of flour confectionery products for functional purposes [Issledovanie zhmyha iz semyan rapsa v tekhnologii proizvodstva muchnykh konditerskikh izdelij funktsional'nogo naznacheniya]: dis. ...cand. agricultural farm. sciences' [dis. ...kand. sel'skhoz. nauk]. Voronezh, 2010. 150 p. [in Russian]
  17. Manzhesov, V.I. Development of sugar cookies of increased nutritional value [Razrabotka sahnogo pechen'ya povyshennoj pishchevoj cennosti] // Modern high-tech technologies [Sovremennye naukoemkie tekhnologii]. – 2010. – No. 8. – P. 90 [in Russian]
  18. Belova, E.I. Prospects of secondary products of rapeseed processing in the development of complex food protein-carbohydrate fortifiers [Perspektivy vtorichnykh produktov pererabotki rapsa v razrabotke kompleksnykh pishchevykh belkovo-uglevodnykh obogatitelej] // Modern science-intensive technologies [Sovremennye naukoemkie tekhnologii]. – 2010. – No.3. – P. 58-59. [in Russian]
  19. Toshev, A.D. Prospects for the use of rapeseed cake in the nutrition of athletes [Perspektivy ispol'zovaniya rapsovogo zhmyha v pitanii sportsmenov] // Man. Sport. Medicine [CHelovek. Sport. Medicina]. – 2018. – No.1. – P. 115-124. [in Russian]
  20. Donchenko, L.V. Food safety [Bezopasnost' pishchevykh produktov]. – M.: Pishchepromizdat, 2001. – 528 p. [in Russian]
  21. Gorvenko, L.G. Rapeseed as a source of high-quality protein and fats in diets for young geese [Semena rapsa kak istochnik vysokokachestvennogo belka i zhirov v racionah dlya molodykh gusej] // Poultry farming [Pticevodstvo]. – 2010. – No. 6. – P. 27.
  22. Egorova, T.A. Rapeseed and prospects for its use in poultry feeding [Raps i perspektivy ego ispol'zovaniya v kormlenii pticy] // Agricultural biology [Sel'skohozyajstvennaya biologiya]. – 2015. – No.2. – P.175. [in Russian]