

В.С. Болтовский, проф., д-р. техн. наук;
М.В. Андрюхова, ст. преп., канд. техн. наук;
Д.Д. Захарчук, магистрант (БГТУ, г. Минск)

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН ИЗ ОТХОДОВ ПЕРЕРАБОТКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

В настоящее время актуальна концепция создания безотходного производства, основанного на принципе глубокой переработки сырья (в т. ч. постоянно возобновляемого растительного), включая отходы [1–3]. Общий годовой объем отходов, которые могут стать вторичным сырьем (ВС), составляет примерно 4,5–7,6 млн. т [4, 5].

подавляющее большинство ВС (около 70 %) поступает в сельское хозяйство в сыром виде, более 10 % не используется. В результате недостаточного и нерационального использования ВС теряется более 2 млн. т. кормовых единиц, 50 тыс. т. растительного белка [6–9]. Перспективным направлением организации использования отходов является валоризация, обеспечивающая возможность получения из них питательных веществ при производстве основных продуктов питания [3].

Сырьем для получения пищевых волокон (ПВ) могут являться различные виды постоянно возобновляемых и сравнительно дешевых отходов масложировой отрасли, пищевой промышленности, получаемых при переработке масличных сельскохозяйственных культур и семян – семенная оболочка, шроты, жмыхи и т. д. Известно применение различных видов сырья для получения диетических ПВ: соломы (пшеницы, овса, ячменя), лузги (овса, гречихи), оболочки (сои, люпина), отрубей (овсяных, кукурузных), костры льна и т. д. [10–16]. Установлено, что недревесные растительные отходы могут служить сырьем для производства продукции с высокой добавленной стоимостью, в т. ч. для получения ПВ.

Пищевые волокна – это комплекс сложных углеводов: нерастворимой клетчатки (целлюлозы), гемицеллюлоз, а также не являющегося углеводом лигнина, и растворимых – пектинов, камедей (гумми), слизей [17–18]. Функциональные свойства растительных пищевых волокон зависят от соотношения нерастворимой и растворимой клетчатки, размера частиц, условий получения и типа сырья. Диетическое волокно не должно содержать посторонних компонентов, быть максимально концентрированным, иметь обезличенный вкус, цвет и аромат, сохранять необходимый срок годности, выдерживать технологи-

ческую обработку базового продукта, иметь сбалансированный состав биоактивных компонентов и хорошо выраженный физиологический эффект, быть совместимым с продуктами питания [19]. При добавлении в продукты питания растительные волокна влияют на их функциональные свойства, улучшая вязкость, текстуру, сенсорные характеристики и срок годности. За счет адсорбирующих свойств волокон ощутимо сокращается количество проблем, связанных с расслоением пищевых эмульсий. Связывающая способность жира клетчаткой прямо пропорционально длине волокон и составляет максимальное соотношение 1 : 6. В сравнении с множеством иных набухающих и водопоглощающих средств, клетчатка не растворяется в воде и жире. Эти характеристики продуктов переработки делают возможным эффективное связывание влаги при одновременном улучшении текстуры. ПВ способны снижать уровень сахара, холестерина в сыворотке крови, быть основой для переваривания питательных веществ и формирования каловых масс [3, 20].

Введение клетчатки в мясные продукты обеспечивает снижение их калорийности, улучшение текстуры, стабильности и за счет этого ингибирование окисления липидов, снижение уровня остаточных нитритов и продления срока годности продукта. Широко применяется использование ПВ (особенно инулина) в молочных продуктах, при приготовлении сыра, мороженого, йогурта и других кисломолочных продуктов в качестве регуляторов кристаллизации и перекристаллизации в замороженных молочных продуктах. Также ПВ используются для замены или уменьшения количества пшеничной муки при приготовлении хлебобулочных изделий [3].

Для получения ПВ широко используются различные методы (преимущественно гидролитические) модифицирования целлюлозы и лигноцеллюлозного растительного сырья. Кроме традиционных способов получения кислотным гидролизом сырья для повышения эффективности процесса и улучшения качества ПВ применяются различные виды парового взрыва, автогидролиза, химически активной экструзии, ферментативного гидролиза или сочетание кислотного и ферментативного гидролиза, использование СВЧ-энергии [21, 22].

Показана эффективность применения ферментативной обработки с использованием ферментных препаратов, обладающих целлюлазной, гемицеллюлазной, протопектиназной активностью. Ферментативный гидролиз оказывает существенное влияние на водоудерживающую способность ПВ [13, 23, 24].

Преимущества ферментативного гидролиза по сравнению с физико-химическими методами обработки [24]:

- улучшаются экологические условия производства;
- отсутствует необходимость в кислотоустойчивом и щелочестойчивом оборудовании;
- кислота как жесткий гидролизующий агент заменяется специфичными ферментами;
- более мягкое щадящее воздействие ферментов на субстраты растительного сырья;
- получение экологически чистых продуктов гидролиза;
- не требуется дополнительной очистки получаемых ПВ;
- возможность использования вторичных отходов переработки сырья.

Правильно подобранные способы получения ПВ приводят к высокому выходу продукта и улучшению его физико-химических показателей.

В Республике Беларусь ежегодно образуется значительное количество целлюлозосодержащих отходов сельскохозяйственного производства – более 8 млн. т соломы зерновых культур и 1 млн. т рапсовой соломы, из которых около 3–4 млн. т используется на корм для животных, а остальное количество является отходом. Также образуется около 1,2–1,4 млн. т листостебельной массы кукурузы, возделываемой на зерно, 90 тыс. т костры льна, и других, утилизация и глубокая переработка которых с целью получения продукции, востребованной в различных отраслях народного хозяйства, является актуальной задачей [25, 26].

Нами проведены предварительные исследования по использованию различных отходов сельскохозяйственного производства и масложировой промышленности, подтверждающие возможность и целесообразность получения из них пищевых волокон.

ЛИТЕРАТУРА

1. Осипов Ю.Б., Львова Е.М. Проблемы развития малоотходных и безотходных производств комплексного использования ресурсов. М: Агропромиздат, 1988. 201 с.
2. Кушнарченко Л.В., Ершова Т.А., Кузнецова А.А., Левочкина Л.В. Обоснование технологии использования вторичных продуктов переработки риса // «Вопросы современной науки»: коллект. науч. монография. М.: Изд. Интернаука, 2022. Т. 73. С. 78–110.
3. Dr. Anil Kumar Anal. Food processing by-products and their utilization. US: Wiley-Blackwell; 1st edition. 2017. 592 p.
4. Комаров В.И., Мануйлова Т.А. Проблемы экологии в пищевой промышленности // Экология и промышленность. 2002. № 6. С. 44–45.

5. Мачихина, Л.И., Ведешин Л.А. Технологическая экология агропереработки // Международный симпозиум: Экологические технологии – для оздоровления мира, 16–23 марта 1997 г., Лас-Вегас (США). 1997. 88 с.
6. Использование ВСП в отраслях АПК / И.И. Глотов [и др.]. – М.: Россельхозиздат, 1987. 240 с.
7. Мачихина, Л.И. Новое направление в экологии переработки агропродуктов // Хлебопродукты. 2001. № 10. С. 194.
8. Мохначев, И.Г., Христюк В.Т. Переработка вторичных ресурсов АПК: организационные и научно-технические проблемы: Сборник докладов Международной научной конференции «Рациональные пути использования вторичных ресурсов АПК». – Краснодар: КубГТУ, 1997. – С. 280.
9. Лахмоткина Г.Н. Пищевые волокна люпина как ингредиент продуктов функционального питания // Пищевая промышленность. 2011. № 11. С. 29–31.
10. Lopez-Marcos M.C., Bailina C., Viuda-Martos M., Perez-Alvarez J.A., Fernandez-Lopez J. Properties of dietary fibers from agroindustrial coproducts as source for fiber-enriched foods // Food Bioprocess Technol. 2015. Vol. 8, № 12. Pp. 2400–2408.
11. Sowbhagya H.B., Florence Suma P., Mahadevamma S., Tharathan R.N. Spent residue from cumin – a potential source of dietary fiber // Food Chemistry. Vol. 104, № 3. 2007. Pp. 1220–1225.
12. Кузнецов Б.Н., Данилов В.Г., Яценкова О.В., Ибрагимова Е.Ф., Иванченко Н.М. Разработка способа получения пищевых волокон из соломы пшеницы и шелухи овса // J. Of Siberian Federal University. Chemistry 2. 2009. № 2. С. 156–164.
13. Возможности использования оболочек люпина белого и сои в биотехнологии / Сеницын А.П. [и др.]. // Биотехнология. 2016. № 1. С. 27–36.
14. Пахомова, О.Н. Разработка и использование функционального пищевого обогатителя из жмыха рапсового: дис. ... канд. хим. наук: 05.18.15. – Орел, 2014. – 162 с.
15. Бочкарев М.С., Егорова Е.Ю. Качество и потенциал пищевого использования жмыхов масличного сырья, перерабатываемого в алтайском крае // Ползуновский вестник. 2015. № 4. С. 19–22.
16. Нуралие М.А., Пано С.А., Мырзагалие А.М. Сравнение адсорбционных свойств пищевой клетчатки, полученной из растительного сырья // Медицинский журнал Западного Казахстана. 2017. Vol. 56, № 4. С. 35–39.

17. Броневец И.Н. Пищевые волокна – важная составляющая сбалансированного здорового питания // Медицинские новости. 2015. № 10. С. 46–48.

18. American Association of Cereal Chemists (AACC). The Definition of Dietary Fiber // Cereal foods world. 2001. Vol. 46, No. 3. Pp. 112–126.

19. Rodriguez R., Jimenez A., Fernandez-Bolanos J., Guillen R., Heredia A. Dietary fiber from vegetable products as source of functional ingredients // Trends in Food Science & Technology. 2006. № 17. Pp. 3–15.

20. Adrian Căpriță, Rodica Căpriță, Vasile Octavian Gianet Simulescu, Raluca-Mădălina Drehe. Dietary Fiber: Chemical and Functional Properties // Journal of Agroalimentary Processes and Technologies. – 2010. – № Vol.16, No. 4. Pp. 406–416.

21. Сеницын А.П., Сеницына О.А. Биоконверсия возобновляемой растительной биомассы на примере биотоплива второго поколения: сырье, предобработка, ферменты, процессы, экономика // Успехи биологической химии. 2021. Т. 61. С. 347–414.

22. Болтовский В.С. Способы получения микрокристаллической целлюлозы // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнологии, геоэкология. 2021. № 1 (241). С. 40–50.

23. Неверова О.А., Гореликова Г.А., Позняковский В.М. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения. Новосибирск: Сиб. унив. изд-во, 2007. 415 с.

24. Макурина С.В. Разработка ферментативного способа получения пищевых волокон и использование их в продуктах питания: автореф. дис. ... канд. тех. наук : 05.18.07. МГУПБ. Москва, 2007. 200 с.

25. Дыба Э.В., Трофимович Л.И., Кошля Г.И. Анализ существующих технологий и способов утилизации пожнивных остатков кукурузы // Актуальные проблемы устойчивого развития сельских территорий и кадрового обеспечения АПК: материалы Международной научно-практической конференции, Минск, 3–4 июня 2021 г. Минск: БГАТУ, 2021. С. 389–394.

26. Богданович А.А., Конопелько Л.А., Болтовский В.С. Определение компонентного состава соломы зерновых и масличных культур, районированных в Республике Беларусь, и перспективные направления ее переработки // Труды БГТУ. Сер. 2, Химические технологии, биотехнология, геоэкология. Минск: БГТУ, 2017. № 2 (199). С. 37–41.