

Жарыкбасов Е.С.¹, Сансызбай А. А.¹
¹НАО «Университет имени Шакарима города Семей»
Казахстан, Семей
e-mail: erlan-0975@mail.ru

БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВЫХ ВОЛОКОН ИЗ ОТРУБЕЙ ЗЕРНОВЫХ КУЛЬТУР

Аннотация. В настоящей статье обоснована актуальность разработки биотехнологического способа получения пищевых волокон из отрубей зерновых культур. В качестве объектов исследования выбраны отруби зерновых культур: пшеница, рожь и овес. В данной работе был выбран ферментативный способ обработки пшеничных отрубей. В качестве фермента был выбран α -амилаза. На основании проведенных исследований разработан биотехнологический способ получения концентрата пищевых волокон из отрубей пшеничных культур. Для процесса ферментации был подобран фермент α -амилазы. Установлено, что процесс ферментации при температуре от 60 до 65 °С и значении рН, находящемся в диапазоне от 5 до 7, продолжительностью 18-20 часов позволил получить сухой концентрат пищевых волокон с общим их содержанием в готовом продукте 69,7%.

Ключевые слова: α -амилаза, ферментация, пшеница, рожь, овес, крахмал, отруби.

Жарыкбасов Е.С.¹, Сансызбай А. А.¹
¹«Семей қаласының Шәкәрім атындағы Университеті» КЕАҚ
Қазақстан, Семей
e-mail: erlan-0975@mail.ru

Дәнді дақылдардың кебегінен тағамдық талшықтарды алудың биотехнологиялық тәсілі

Аннотация. Осы мақалада дәнді дақылдардың кебегінен тағамдық талшықтарды алудың биотехнологиялық әдісін әзірлеудің өзектілігі негізделген. Зерттеу нысаны ретінде дәнді дақылдардың кебегі таңдалды: бидай, қара бидай және сұлы. Бұл жұмыста бидай кебегін өңдеудің ферментативті әдісі таңдалды. А-амилаза фермент ретінде таңдалды. Жүргізілген зерттеулер негізінде бидай дақылдарының кебегінен диеталық талшық концентратын алудың биотехнологиялық әдісі жасалды. Ашыту процесі үшін α -амилаза ферменті таңдалды. 60-тан 65 °С-ге дейінгі температурада және 5-тен 7-ге дейінгі диапазондағы рН мәні 18-20 сағатқа созылатын ашыту процесі дайын өнімде жалпы мөлшері 69,7% болатын диеталық талшықтың құрғақ концентратын алуға мүмкіндік бергені анықталды.

Түйінді сөздер: α -амилаза, ашыту, бидай, қара бидай, сұлы, крахмал, кебек.

Zharykbassov E.¹, Sansyzbai A.¹
¹Shakarim university
Kazakhstan, Semey
e-mail: erlan-0975@mail.ru

Biotechnological method for obtaining dietary fiber from bran of grain crops

Annotation. This article substantiates the relevance of the development of a biotechnological method for obtaining dietary fibers from the bran of grain crops. Bran of grain crops were selected as objects of research: wheat, rye and oats. In this work, an enzymatic method of processing wheat bran was chosen. A- α -amylase was chosen as the enzyme. Based on the conducted research, a biotechnological method for obtaining dietary fiber concentrate from wheat bran has been developed. The α -amylase enzyme was selected for the fermentation process. It was found that the fermentation process at a temperature from 60 to 65 °C and a pH value in the range from 5 to 7, lasting 18-20 hours, allowed to obtain a dry concentrate of dietary fibers with a total content of 69.7% in the finished product.

Keywords: extract, hydroponics, broccoli, filtration, cancer, enzymes.

За последние десятилетия пищевые волокна привлекли значительное внимание научного сообщества и общественности благодаря их важной роли в поддержании здоровья. Пищевые волокна, в основном найденные в плодах, овощах, злаках и бобовых, играют ключевую роль в поддержании здорового пищеварительного процесса [1, 2, 3]. Исследования показывают, что пищевые волокна помогают в регулировании уровня сахара в крови, снижении уровня холестерина, поддержании нормального веса и предотвращении развития различных заболеваний, таких как диабет, сердечно-сосудистые заболевания и даже рак. В связи с этим проводимые исследования в области пищевых волокон и их источников продолжают развиваться, и их потенциал для улучшения здоровья и устойчивого развития привлекает все больше внимания и интереса [4, 5, 6].

В качестве источников пищевых волокон все чаще используют отруби зерновых культур, что позволяет не только сократить объемы отходов, но и создать устойчивые источники питания [7, 8, 9]. Побочные продукты зерновых культур, как отруби, часто рассматриваются как побочные продукты и используются в основном как корм для животных и только 15% отрубей зерновых культур применяются в хлебопекарной промышленности и в диетическом питании. Однако, химический состав отрубей зерновых культур довольно разнообразен, и они могут представлять значительную пользу для человеческого здоровья, если включены в ежедневный рацион. В дополнение к обычным питательным веществам, таким как белки, витамины, минералы и жиры, отруби также содержат множество биологически активных соединений. Среди них пищевые волокна,

фитостеролы, биопептиды, углеводы и полифенолы, такие как фенольные кислоты и флавоноиды. Эти соединения имеют потенциал для поддержания здоровья, так как они могут оказывать содействие в регулировании уровня сахара в крови, снижении уровня холестерина, укреплении иммунной системы и даже предотвращении развития определенных заболеваний, включая сердечно-сосудистые заболевания и рак [10, 11].

На основе вышеизложенного в работе поставлена цель – разработать биотехнологический способ получения пищевых волокон из отрубей зерновых культур.

Объект и методы исследования.

В качестве объектов исследования выбраны отруби зерновых культур: пшеница, рожь и овес.

Определение химического состава отрубей зерновых культур:

- массовая доля белка по ГОСТ 13586.5-20415;

- массовая доля жира по ГОСТ 29033-91;

- массовая доля углеводов по ГОСТ 26176-2019;

- массовая доля пищевых волокон по ГОСТ 34844-2022;

- содержание крахмала по ГОСТ 10845-98.

Обсуждение результатов исследования.

На первом этапе исследован химический состав отрубей зерновых культур. Исследована массовая доля белка, жира, углеводов, пищевых волокон и крахмала. На основе проведенных исследований проведен сравнительный анализ для выбора объекта для получения пищевых волокон. Результаты исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Химический состав отрубей зерновых культур

Наименование отрубей зерновых культур	Массовая доля, %				
	белок	жир	углеводы	пищевые волокна	крахмал
Пшеница	15,5±0,3	4,3±0,4	16,7±0,5	41,9±0,4	13,7±0,2
Рожь	12,6±0,4	3,5±0,5	8,9±0,2	39,7±0,5	14,8±0,3
Овес	17,3±0,3	6,9±0,5	20,9±0,4	18,7±0,5	18,6±0,5

Как видно из таблицы 1, в отрубях пшеницы обнаружено наибольшее количество пищевых волокон и наименьшее количество крахмала в сравнении с другими зерновыми отрубями. В связи с этим, для проведения дальнейших исследований в качестве объекта исследования выбраны пшеничные отруби.

Для получения пищевых волокон из зерновых отрубей применяются кислотные и ферментные способы [9, 10].

При кислотном способе зерновые отруби подвергаются обработке кислотой, часто используются кислоты, такие как серная кислота или гидроксид натрия. Этот процесс помогает разрушить клеточные стенки растительного материала и освободить внутренние компоненты, включая пищевые волокна. После обработки кислотой необходимо провести тщательное промывание, чтобы удалить остаточные кислоты и другие химические соединения.

При ферментативном способе зерновые отруби подвергаются обработке амилолитическими ферментами, такими как α -амилаза, β -амилаза, амилоглюкозидаза, амило-1,6-глюкозидаза. Данный процесс также направлен на разрушение клеточных стенок и освобождение пищевых волокон из отрубей. После завершения процесса ферментации отруби могут быть обработаны дополнительными процессами, такими как фильтрация или промывание, чтобы получить чистые пищевые волокна.

В данной работе был выбран ферментативный способ обработки пшеничных отрубей. В качестве фермента был выбран α -амилаза. Так как ферментация с применением α -амилазы играет важную роль в производстве пищевых волокон из зерновых отрубей, улучшая их пищевую ценность, усвояемость и общее качество. Разложение же крахмала на более простые углеводы, такие как мальтоза и глюкоза, имеет несколько целей и преимуществ:

- увеличение усвояемости. Простые углеводы, такие как глюкоза и мальтоза, легче усваиваются организмом, по сравнению с более сложными формами углеводов, такими как крахмал;
- повышение энергетической

ценности. Простые углеводы представляют собой быстрый источник энергии для организма. Поэтому, разложение крахмала на глюкозу и мальтозу повышает энергетическую ценность пищи;

- улучшение вкуса и текстуры. Продукты, содержащие простые углеводы, часто имеют более сладкий вкус и более нежную текстуру. Поэтому, разложение крахмала на простые углеводы может улучшить вкус и текстуру пищи;

- повышение усвоения питательных веществ [1, 12].

На основании проведенных исследований разработан биотехнологический способ получения пищевых волокон из отрубей пшеничных культур.

Основные технологические процессы:

- подготовка сырья. Пшеничные отруби подвергаются предварительной подготовке, включающей их очистку и измельчение. Это может включать удаление загрязнений и примесей, а также измельчение отрубей для увеличения доступной поверхности;

- приготовление ферментного препарата α -амилазы;

- ферментация. Подготовленные пшеничные отруби помещаются в емкость с ферментирующим раствором и подвергаются процессу ферментации в течение 18-20 часов. Это происходит при температуре от 60 до 65 °С и значении рН, находящемся в диапазоне от 5 до 7. Процесс ферментации позволяет освободить пищевые волокна, сделав их более доступными для извлечения;

- извлечение пищевых волокон. После ферментации смесь подвергают механической экстракции на роторном гомогенизаторе при температуре 50±5 °С, чтобы отделить пищевые волокна от остальных компонентов, таких как жидкость и остатки отрубей;

- фильтрация. Для увеличения содержания пищевых волокон в экстракте, производится процесс фильтрации при температуре 40±5 °С;

- сушка. Для обеспечения долгого

срока хранения и стабильности концентрата пищевых волокон, проходит процесс сушки на сублимационной сушилке до достижения влажности не более 10 % при температуре минус 44 °С. После сушки пищевые волокна упаковываются в пакеты, используя

комбинированные фольгированные пленочные материалы.

В готовом продукте исследован состав комплекса пищевых волокон. Результаты исследования представлены на рисунке 1.

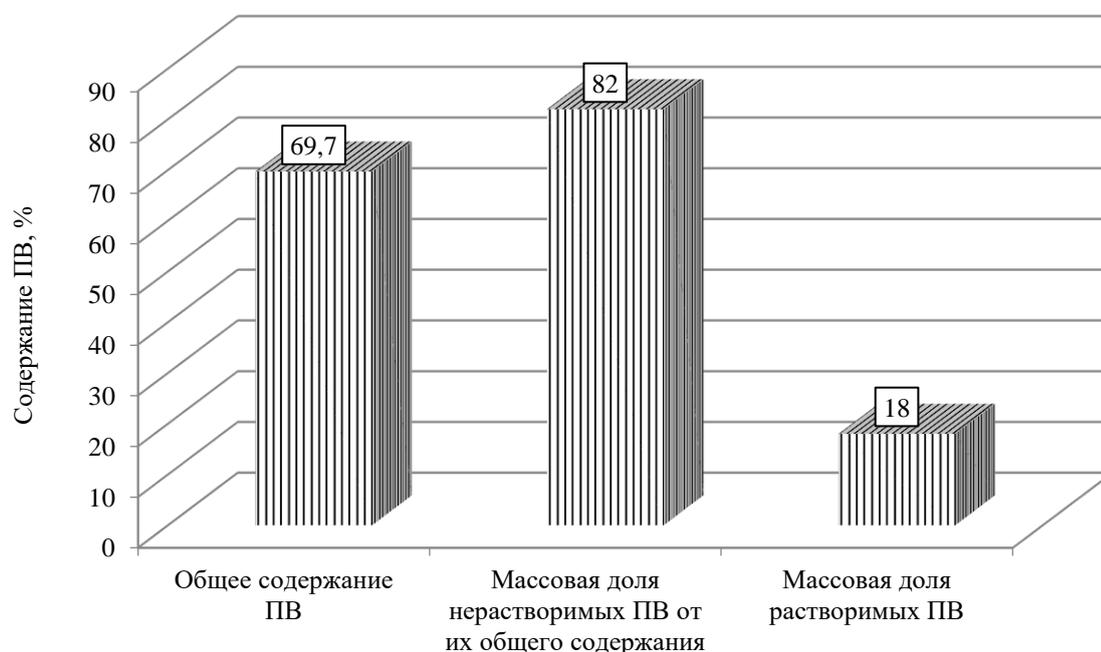


Рисунок 1 – Состав комплекса пищевых волокон

Как видно из рисунка 1 в сухом концентрате пищевых волокон (ПВ) общее содержание пищевых волокон составляет 69,7 %. От их общего содержания содержание нерастворимых пищевых волокон составило 82 %, также установлено содержание клетчатки – 27 %. Содержание же растворимых волокон составило – 18 %.

Вывод. На основании проведенных исследований разработан биотехнологический способ получения концентрата пищевых волокон из отрубей пшеничных культур. Для процесса

ферментации был подобран фермент α -амилазы. Установлено, что процесс ферментации при температуре от 60 до 65 °С и значении рН, находящемся в диапазоне от 5 до 7, продолжительностью 18-20 часов позволил получить сухой концентрат пищевых волокон с общим их содержанием в готовом продукте 69,7%.

Список использованной литературы

1. Mereenkova S., Zinina O., Kretova Yu. Microbial fermentation of grain raw materials. Prospects for food technology: an analytical review // Bulletin of the south Ural State University. Series: Food and Biotechnology. – 2021. – No.2. – P.5-15.
2. Никонович Ю.Н., Тарасенко Н.А. Пищевые волокна из растительного сырья и особенности их применения // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. – 2014. - №5-6. – С.6-9.
3. Liu Y., Zhang H., Quan K. et.al. Chemical composition, structure, physicochemical and functional properties of rice bran dietary fiber modified by cellulose treatment // Food Chemistry. – 2021. – Vol.342. - <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128352>.
4. Merenkova S.P., Zinina O.V., Stuart M. et.al. Effects of dietary fiber on human health: A Review // Human. Sport. Medicine. – 2020. – Vol.20, No.1. – P.106-113.
5. Игорянова Н.А., Мелешкина Е.П., Яицких А.В. Ингредиенты с пищевыми волокнами из вторичных продуктов переработки зерна со свойствами стабилизаторов пищевых волокон. – 2018. - №5. – С.42-44.
6. Макарова Е.Л., Петракова И.В. Структурно-функциональные свойства пищевых волокон. – 2019. - №8 (42). – С.29-31.
7. Saina P., Islam M., Das R. et.al. Wheat bran as potential source of dietary fiber: Prospects and challenges // Journal of Food Composition and Analysis. – 2023. – Vol.116. - <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105030>.
8. Танашкина Т.В., Семенюта А.А., Приходько Ю.В. и др. Функциональные пищевые ингредиенты в зерне гречихи и продуктах ее переработки // Пищевая промышленность. – 2019. - №2. – С.18-21.
9. Wu Q., Zhang M., Hu H. et.al. Comparative study on chemical composition, functional properties of dietary fibers prepared from four China cereal brans // International Journal of Biological Macromolecules. – 2024. – Vol.257. - <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.128510>.
10. Nemes S.A., Calionoiu L.F., Dulf F.V. et.al. Integrated Technology for Cereal Bran Valorization: Perspectives for a Sustainable Industrial Approach // Antioxidants. – 2022. – Vol.11. - <https://doi.org/10.3390/antiox11112159>.
11. Singh A., Kaur V., Kaler R.S.S. A review on dietary fiber in cereals and its characterization // Journal of Applied and Natural Science. – 2018. – No.10 (4). – PP. 1216-1225.
12. Aktos-Akyildiz E., Mosatcioglu M.T., Koksel H. Effect of extrusion treatment on enzymatic hydrolysis of wheat bran // Journal of Cereal Science. – 2020. – Vol.93. - <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102941>.

References

1. Mereenkova S., Zinina O., Kretova Yu. Microbial fermentation of grain raw materials. Prospects for food technology: an analytical review // Bulletin of the south Ural State University. Series: Food and Biotechnology. – 2021. – No.2. – P.5-15.
2. Nikonovich Ju.N., Tarasenko N.A. Pishhevye volokna iz rastitel'nogo syr'ja i osobennosti ih primeneniya // Izvestiya vysshih uchebnyh zavedenij. Pishhevaya tehnologiya. – 2014. - №5-6. – С.6-9.
3. Liu Y., Zhang H., Quan K. et.al. Chemical composition, structure, physicochemical and functional properties of rice bran dietary fiber modified by cellulose treatment // Food Chemistry. – 2021. – Vol.342. - <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128352>.
4. Merenkova S.P., Zinina O.V., Stuart M. et.al. Effects of dietary fiber on human health: A Review // Human. Sport. Medicine. – 2020. – Vol.20, No.1. – P.106-113.
5. Igorjanova N.A., Meleshkina E.P., Jaickih A.V. Ingredyenty s pishhevymi voloknami iz vtorichnyh produktov pererabotki zerna so svojstvami stabilizatorov pishhevyyh volokon. – 2018. - №5. – С.42-44.
6. Makarova E.L., Petrakova I.V. Strukturno-funkcional'nye svojstva pishhevyyh volokon. – 2019. - №8 (42). – С.29-31.
7. Saina P., Islam M., Das R. et.al. Wheat bran as potential source of dietary fiber: Prospects and challenges // Journal of Food Composition and Analysis. – 2023. – Vol.116. - <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.105030>.
8. Tanashkina T.V., Semenjuta A.A., Prihod'ko Ju.V. i dr. Funkcional'nye pishhevye ingredyenty v zerne grechihy i produktah ee pererabotki // Pishhevaya promyshlennost'. – 2019. - №2. – С.18-21.
9. Wu Q., Zhang M., Hu H. et.al. Comparativa study on chemical composition, functional properties of dietary fibers prepared from four China cereal brans // International Journal of Biological Macromolecules. – 2024. – Vol.257. - <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.128510>.
10. Nemes S.A., Calionoiu L.F., Dulf F.V. et.al. Integrated Technology for Cereal Bran Valorization: Perspectives for a Sustainable Industrial Approach // Antioxidants. – 2022. – Vol.11. - <https://doi.org/10.3390/antiox11112159>.
11. Singh A., Kaur V., Kaler R.S.S. A review on dietary fiber in cereals and its characterization // Journal of Applied and Natural Science. – 2018. – No.10 (4). – PP. 1216-1225.
12. Aktos-Akyildiz E., Mosatcioglu M.T., Koksel H. Effect of extrusion treatment on enzymatic hydrolysis of wheat bran // Journal of Cereal Science. – 2020. – Vol.93. - <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2020.102941>.

Сведения об авторах

Сансызбай Абылайхан Асқарұлы

Должность: магистрант 2 курса, НАО «Университет имени Шакарима города Семей»

Адрес: 070521, Глубоковский район, с. Ушаново, пер. Горный 2

Сот.тел: +7 707 491 36 55

Е-mail: sansyzbayabylaihan1@icloud.com

Жарыкбасов Ерлан Сауыкович

Должность: PhD, и.о. ассоциированного профессора [кафедры технология пищевых производств и биотехнология](#), НАО «Университет имени Шакарима города Семей»

Адрес: г. Семей, ул. Титова 20, 071400

Сот. тел: +7 707 711 00 22

Е-mail: erlan-0975@mail.ru

Авторлар туралы мәліметтер

Сансызбай Абылайхан Асқарұлы

Лауазымы: 2 курс магистранты, "Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті" КЕАҚ

Пошталық мекен-жайы: 070521, Глубокое ауданы, Ушаково ауылы, Горный көшесі 2

Ұялы. тел: +7 707 491 36 55

Е-mail: sansyzbayabylaihan1@icloud.com

Жарыкбасов Ерлан Сауыкович

Лауазымы: PhD, "Семей қаласының Шәкәрім атындағы университеті" КЕАҚ тамақ өндірісі технологиясы және биотехнология кафедрасының қауымдастырылған профессорының м. а.

Пошталық мекен-жайы: 071400 Семей қ, Титова қ 20 ү,

Ұялы. тел: +7 707 711 00 22

Е-mail: erlan-0975@mail.ru

Information about the authors

Sansyzbay Abylaykhan

Position: 2nd year undergraduate student, **Shakarim University**

Mailing address: 070521, Glubokovsky district, Ushakovo village, lane Mountain 2

Mob.phone: : +7 707 491 36 55

Е-mail: sansyzbayabylaihan1@icloud.com

Zharykbassov Yerlan

Position: PhD, Acting Associate Professor of the Department of Food Production Technology and Biotechnology, **Shakarim University**

Mailing address: 071400 Republic of Kazakhstan, Semey, 20 Titova str.

Mob.phone: +7 707 711 00 22

Е-mail: erlan-0975@mail.ru