

ТЕХНОЛОГІЯ ХАРЧОВОЇ ТА ЛЕГКОЇ ПРОМИСЛОВОСТІ

УДК 633.1

DOI <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2022.6/37>**Бажай-Жежерун С.А.**

Національний університет харчових технологій

Береза-Кіндзерська Л.В.

Національний університет харчових технологій

ПРИРОДНІ ХАРЧОВІ СОРБЕНТИ ЗЕРНА

Харчові волокна є важливою складовою раціону людини. Ці нутрієнти є природними харчовими сорбентами, вони здійснюють детоксикацію організму, сприяють виведенню радіонуклідів та важких металів, позитивно впливають на діяльність шлунково-кишкового тракту, знижують рівень холестерину у крові.

Зернові культури характеризуються значним вмістом харчових волокон, зокрема клітковини, геміцелюлоз, лігніну тощо.

Нами досліджено вміст харчових волокон у нативному та звільненому від оболонки зерні найпоширеніших злакових культур: пшениці, ячменю, тритикале, вівса, кукурудзи. Визначено, що вміст клітковини у зазначених нативних зернових культурах складає 2...9%; пектинових речовин – 0,8...2,5%, залежно від культури. Очищення зерна від оболонки, шліфування та полірування суттєво знижує вміст природних харчових сорбентів у зерні.

Визначено вміст харчових волокон у ядрі та оболонках зерна проса, чумизи, пальчастого проса, пайзи, могоару. Встановлено, що найвищим вмістом харчових волокон характеризуються оболонки зерна чумизи та пайзи – відповідно 71,8 та 75,8%. У ядрі просяних культур найбільша кількість харчових волокон міститься у пайзі та могоарі.

Проаналізовано вплив температурного фактора на вологоутримуючу здатність харчових волокон зерна пшениці, ячменю, вівса, тритикале та кукурудзи. Водоутримувальна здатність харчових волокон досліджуваних зразків зерна становить 2,5...5,6 г води/г харчових волокон, залежно від культури. Найвищою є водоутримувальна здатність зерна вівса. При підвищенні температури вологоутримуюча здатність значно зростає.

Визначено, що за температури 20 °С водоутримувальна здатність харчових волокон просяних культур: проса, чумизи, пальчастого проса (дагуси), пайзи та могоару становить 2–3 г води/г харчових волокон. При підвищенні температури до 36 °С водоутримувальна здатність зростає і складає 3,0...4,5 г води/г харчових волокон.

Харчові волокна злакових та просяних культур за водоутримувальною здатністю відносяться до групи середньоводозв'язуючих.

Використання харчових волокон злакових та просяних культур у виробництві продуктів оздоровчого та профілактичного призначення є перспективним напрямом підвищення їх харчової цінності.

Ключові слова: харчові волокна, природні харчові сорбенти, зерно, злакові, просяні культури, водоутримувальна здатність.

Постановка проблеми. Відомо, що об'єктивною потребою для організму людини є надходження достатньої кількості рослинних волокон, які характеризуються вираженими сорбційними властивостями щодо екзо- та ендотоксинів. Поряд з овочевими та фруктовими видами сировини, зерно та продукти його перероблення є найбільш цінними за вмістом біологічно активних сполук. Зернові культури є джерелом крох-

малю, білкових речовин вітамінів, мінеральних речовин, а також природних ентеросорбентів – харчових волокон. Полісахариди клітковина, геміцелюлози, пектинові речовини, лігнін є основними компонентами харчових волокон.

Природні харчові сорбенти до яких відносять зокрема, харчові волокна, відіграють важливу роль у відновленні та підтриманні на нормальному рівні здоров'я людини. Важливою перевагою при-

родних сорбентів на основі рослинної сировини є можливість їх тривалого використання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Харчові волокна, які включають комплекс структурних та не структурних полісахаридів, мають широкий спектр фізіологічного впливу на організм людини, зокрема, здійснюють детоксикацію організму, поліпшують діяльності шлунково-кишкового тракту, мають пребіотичні властивості тощо [1].

Харчові волокна здатні знижувати рівень холестерину у крові та виводити з організму продукти його метаболізму, радіонукліди та важкі метали, вирівнювати рівень глюкози в крові, стимулювати перистальтику кишечника, мають обволаючі властивості [2]. Відмінна риса їх у стійкості до гліколітичних ферментів [3]. У товстому кишечнику харчові волокна частково гідролізуються наявною мікрофлорою [4].

Хімічний та компонентний склад харчових волокон може залежати від видових особливостей рослини, типу тканини та її фізіологічного стану. До харчових волокон відносять такі поліглікани, як целюлоза, геміцелюлози, камеді, пектин, слизи, карагінани та альгінові кислоти тощо. Вони можуть бути як гомогенні, так і гетерогенні за молекулярним складом, мати різні функціональні групи (метоксильні, гідроксильні, ацетильні, амідні, карбоксильні), мати лінійну, або розгалужену будову ланцюга, перебувати у різних конформаціях [5, 6]. Зазначені особливості будови впливають на їх фізико-хімічні властивості, зокрема, сорбційну ємність та водоутримувальну здатність.

За водоутримувальною здатністю харчові волокна поділяють на три види, в яких найбільш міцні волокна здатні зв'язати більше ніж 8 г води на 1 г харчових волокон [7].

Харчові волокна знижують ризик розвитку пухлин верхніх травних і дихальних шляхів, а також регулюють мікробіоценоз у кишківнику [8].

Структурні компоненти харчових волокон, зокрема пектини, містять карбоксильні групи галактуронової кислоти що надає їм сорбційно-хімічних властивостей зв'язувати метали та утворювати нерозчинні комплекси, це сприяє виведенню шкідливих речовин з організму людини, пектини мають радіозахисну дію [9, 10].

Зернові культури є джерелом харчових волокон, які у значній кількості містяться в насінневих та плодкових оболонках, алейроновому шарі зерна пшениці та жита; квіткових та насінневих оболонках зерна проса, вівса, ячменю; плодкових оболонках гречки [11].

Харчові волокна на основі зернових культур є мають виражені сорбційні властивості. Так розроблений сорбент на основі клітковини рисової лузги рекомендовано при інтоксикаціях різної етіології, діареї, диспепсії, метеоризмі, захворюваннях кишечника [12].

У літературі відсутні дані щодо комплексної характеристики вмісту харчових волокон та їх водоутримувальної здатності у злакових та просяних культурах.

Формулювання цілей статті. Метою роботи є визначення вмісту харчових волокон у зернових та просяних культурах, дослідження їх водоутримувальної здатності.

Викладення основних результатів дослідження.

Харчові волокна містяться у насінневих та плодкових оболонках, алейроновому шарі зерна пшениці та жита; квіткових та насінневих оболонках зерна проса, вівса, ячменю; плодкових оболонках гречки.

Нами досліджено вміст харчових волокон у нативному та звільненому від оболонок зерні найпоширеніших культур: пшениці, ячменю, тритикале, вівса, кукурудзи (табл. 1).

Клітковина – один з основних компонентів харчових волокон – є активатором травних фер-

Таблиця 1

Харчові волокна зернових культур

№	Культура	Вміст у зерні нативному, %		Вміст у зерні, звільненому від оболонок, %	
		Клітковина	Пектинові речовини	Клітковина	Пектинові речовини
1	Пшениця	2,04	1,01	1,80	0,51
2	Ячмінь	3,26	1,51	1,52	0,64
3	Тритикале	2,63	0,80	2,12	0,35
4	Овес	9,25	1,53	2,90	0,68
5	Рис	7,91	1,60	0,40	0,10
6	Кукурудза	2,25	2,52	1,85	1,02

ментів, на її поверхні відбувається їх стабілізація, що сприяє підвищенню активності ферментних систем, покращенню процесів детоксикації організму. Пектинові речовини є природними ентеросорбентами для очищення організму.

Досліджено, що вміст клітковини у зазначених нативних зернових культурах складає від 2 до 9%. Вміст пектинових речовин становить від 0,8 до 2,5%, залежно від культури. Очищення зерна від оболонки, шліфування та полірування суттєво знижує вміст природних харчових сорбентів у зерні.

Важливе значення має водоутримувальна здатність харчових волокон, яка пов'язана із ступенем їх гідрофільності та кількістю присутніх у них біополімерів; характером поверхні, пористості та розмірів частинок.

Проаналізовано вплив температурного фактора на вологоутримуючу здатність харчових волокон зерна пшениці, ячменю, вівса, тритикале та кукурудзи. Дослідження проводилися за кімнатної температури та за 36 °С, щоб максимально наблизити до умов перебування харчових волокон у шлунково-кишковому тракці організму людини. Відмічено, що при підвищенні температури вологоутримуюча здатність харчових волокон значно зростає. На рис.1. зображено показники вологоутримуючої здатності харчових волокон зерна досліджуваних зернових культур.

Нами визначено, що водоутримувальна здатність харчових волокон досліджуваних зразків зерна становить 2,5...5,6 г води/г харчових волокон, залежно від культури. Тобто харчові волокна даних зернових культур за водоутримувальною здатністю відносяться до групи середньоводозв'язуючих харчових волокон. Найвищою є водоутримувальна здатність зерна вівса.

Високі значення водоутримувальної здатності зернових культур зумовлені наявністю значної кількості целюлози. Вода, яка утримується складною системою зерна, має різний характер зв'язку з полімерами. Целюлоза та деякі види геміцелюлоз, які складають комплекс високомолекулярних вуглеводів нерозчинних харчових волокон, мають різну здатність утримувати воду. Клітинна стінка целюлозного волокна має фібрилярну структуру, що дозволяє ділити волокно на повздовжні фрагменти будь-яких розмірів, а також зв'язувати волокна між собою в єдину структуру. Целюлоза характеризується значною кількістю гідроксильних груп і розвинутою системою субмікроскопічних капілярів, що визначає її здатність поглинати і утримувати воду. Геміцелюлози відносяться до гідрофільних колоїдів, відрізняються високим ступенем набухання у воді та мають спорідненість до целюлози.

Просо відома круп'яна культура, яку здавна вирощують в Україні. З проса отримують пшоно шліфоване, відокремлюючи ядро від квіткових плівок, плодкових і насінневих оболонки, зародка і частково від алейронового шару.

Зважаючи на високу харчову та споживчу цінність, ядро проса також використовують для отримання борошна, в пивоварінні та спиртовій тощо.

Рід проса (*Panicum*) культивують у тропіках, субтропічних та помірних зонах, він є одним з найбільш розповсюджених родів підродина просяних і включає більше 500 видів. У Державному Реєстрі сортів рослин придатних до поширення в Україні на 2016 рік занесені 25 сортів проса [13].

До просяних культур, окрім проса посівного, також відносяться чумиза, просо пальчасте (елевсіна або дагуса), пайза, могар.

Чумиза, чорний рис, головчасте просо (*Setaria italica*) – зернова і кормова культура.

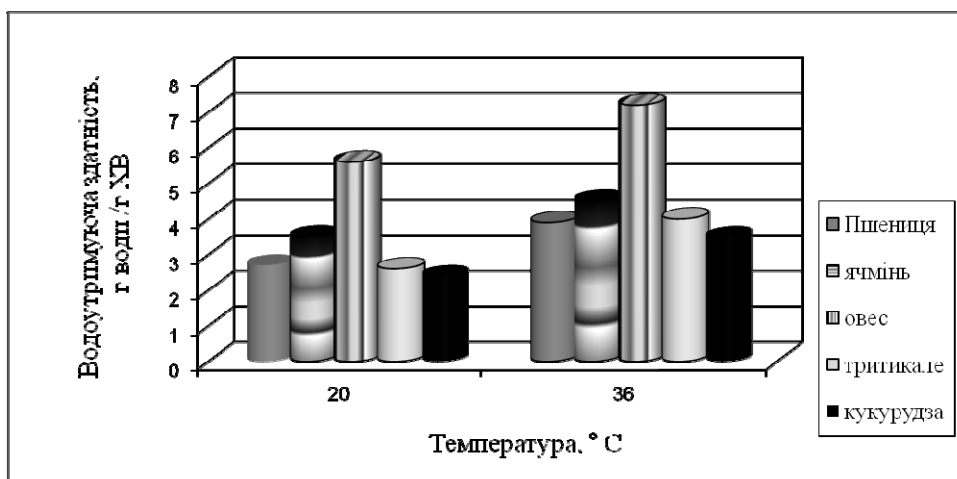


Рис. 1. Вологоутримуюча здатність харчових волокон зернових культур

Здавна вирощується в Китаї, останнім часом широко культивується в ряді Європейських та Азіатських країн. З чумизи отримують олію, борошно, крупу.

Елевсіна, дагуса, просо пальчасте (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) – посухостійка рослина, перспективна зернова і фуражна культура, яку в основному вирощують в Індії. Зерно має високу харчову цінність, його переробляють на крупу та борошно, яке використовують для приготування каш, супів, приправ, хлібців.

Могар, італійське просо (*Setaria tochariam* A.) – харчова і кормова культура. Для продовольчих цілей могар використовують як сировину для спиртової промисловості.

Пайза, японське просо (*Ehchinochloa colonum* L.) – трав'яна рослина родини злакові. Зерно та зелену масу пайзи використовують на корм худобі, після переробки зерна отримують крупу, яку застосовують у харчових цілях.

Нами визначено вміст харчових волокон у ядрі та оболонках зерна проса, чумизи, пальчастого проса, пайзи, могару (табл. 2).

Встановлено, що найвищим вмістом харчових волокон характеризується оболонка зерна чумизи та пайзи – відповідно 71,8 та 75,8%. У ядрі просяних культур найбільша кількість харчових волокон міститься у пайзі та могарі.

Досліджено вологоутримуючу здатність харчових волокон зерна просяних культур, рис. 2.

Визначено, що за температури 20 °С водоутримувальна здатність харчових волокон досліджуваних просяних культур становить 2 – 3 г води/г харчових волокон. При підвищенні температури до 36 °С водоутримувальна здатність зростає і складає від 3,0 до 4,5 г води/г харчових волокон. Тобто харчові волокна досліджених просяних культур за водоутримувальною здатністю відносяться до групи середньоводозв'язуючих харчових волокон. Найвищою є водоутримувальна здатність зерна чумизи.

Висновки. Зерно з непорушеною структурою, без відділення оболонок, а також продукти його перероблення – борошно грубого помелу, крупа, пластівці тощо є джерелом клітковини, пектинів, геміцелюлоз. Харчові волокна дослі-

Таблиця 2

Вміст харчових волокон у зерні просяних культур

№	Культура	Частка квіткових пльовк, оболонок та алейронового шару, % до маси зерна	Вміст харчових волокон, %			
			ядро		оболонки зерна	
			клітковина	пектинові речовини	клітковина	пектинові речовини
1	Просо посівне	25	1,5	0,8	55,5	3,5
2	Чумиза	28	1,6	1,2	71,8	4,0
3	Просо пальчасте	13	2,1	1,0	57,7	3,8
4	Пайза	29	3,9	1,5	75,8	2,2
5	Могар	27	4,0	0,6	59,0	3,0

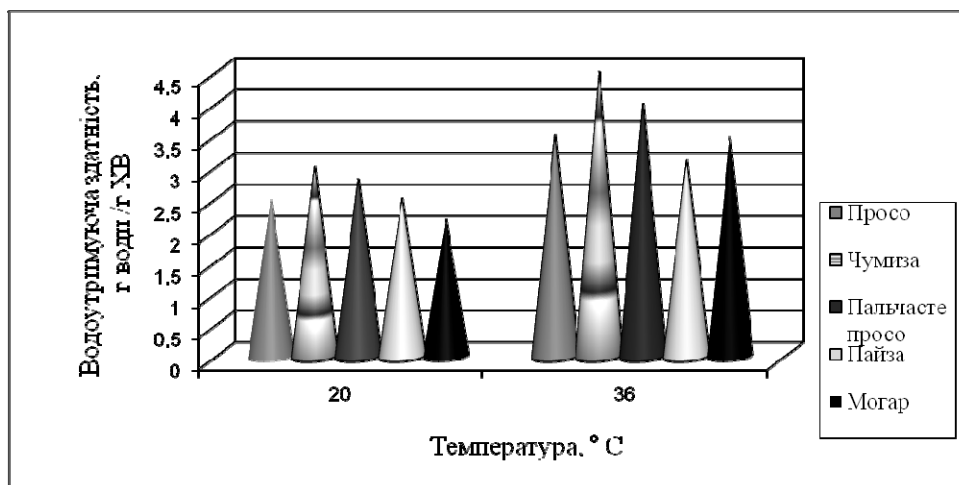


Рис. 2. Вологоутримуюча здатність харчових волокон просяних культур

джених злакових та просяних культур за водо- є природними харчовими сорбентами, які вико-
утримувальною здатністю відносяться до групи нують важливу фізіологічну роль а організмі
середньоводозв'язуючих. Харчові волокна зерна людини.

Список літератури:

1. Федоренченко Л.О., Сімахіна Г.О. Технологія природних харчових сорбентів: підручник. Київ: НУХТ, 2006. 100 с.
2. Дудкин, М.С., Черно Н.К., Казанская И.С. К. : Урожай, 1988. 152 с.
3. Cheng G., Zhang X., Simmons B., Singh S. Theory, practice and prospects of X-ray and neutron scattering for lignocellulosic biomass characterization: towards understanding biomass pretreatment // *Energy Environmental Science*. 2015. V. 8. P. 436–455.
4. Lattimer J.M., Haub M.D. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health // *Nutrients*. 2010. V.2. P. 1266–1289. doi: 10.3390/nu2121266
2. Fadaei V., Salehifar M. Some chemical and functional characteristics of dietary fiber from five fiber sources // *European Journal of Experimental Biology*. 2012. V. 2(3). P. 525–528.
5. Goni I., Diaz-Rubio M.E., Perez-Jimenez J., Saura-Calixto F. Towards an updated methodology for measurement of dietary fiber, including associated polyphenols, in food and beverages // *Food Research International*. 2009. V. 42. P. 840–846. doi: 10.1016/j.foodres.2009.03.010
6. Daou Ch., Zhang H. Physicochemical properties and antioxidant activities of dietary fiber derived from defatted rice bran // *Advance Journal of Food Science and Technology*. 2011. V. 3(5). P. 339–347.
7. Ozyurt V.H., Otles S. Effect of food processing on the physicochemical properties of dietary fibre // *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 2016. V.15(3). P. 233–245. doi: 10.17306/J.AFS.2016.3.23
8. Tappy L. (2006), Effects of break fast cereals containing various amounts of beta-glucan fibres on plasma glucose and insulin responses in NIDDM subjects. *Diabetes Care*, 19, p. 831–834.
9. Wang R.; Li Y., Shuai X., Liang, R., Chen, J., Liu, C. (2021), Pectin/Activated carbon-based porous microsphere for Pb²⁺ adsorption: Characterization and adsorption behaviour. *Polymers* , 13, 2453.
10. Jandosov J., Alavijeh M., Sultakhan S., Baimenov A., Bernardo M., Sakipova Z., Azat S., Lyubchik S., Zhylybayeva N., Naurzabayeva G., Mansurov Z., Mikhailovsky S., Berillo D. (2022), Activated Carbon/Pectin Composite Enterosorbent for Human Protection from Intoxication with Xenobiotics Pb(II) and Sodium Diclofenac. *Molecules*, 27, 2296. DOI.org/10.3390/molecules27072296
11. Осокіна Н. М., Костецька К. В. Порівняльна оцінка круп'яних властивостей зерна ярих пшениці, тритикале та ячменю. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2014. № 1. С. 79–83.
12. Нуралиев М.А., Панов С.А., Мырзагалиев А.М. Сравнение адсорбционных свойств пищевой клетчатки, полученной из растительного сырья. *Медицинский журнал Западного Казахстана*. 4 (56) 2017. С. 75–84.
13. Дубініна, А.А. Хімічний склад пшоно із зерна проса різних сортів, районуваних у Харківській області. *Ленерт ХДУХТ, Харків.*, 2013. С. 151–158.

Bazhay-Zhezherun S.A., Bereza-Kindzerska L.V. NATURAL FOOD SORBENTS GRAIN

Dietary fibers are an important component of the human diet. These nutrients are natural food sorbents, they detoxify the body, promote the removal of radionuclides and heavy metals, have a positive effect on the activity of the gastrointestinal tract, and reduce the level of cholesterol in the blood.

Cereal crops are characterized by a significant content of dietary fibers, in particular fiber, hemicellulose, lignin, etc.

We investigated the dietary fiber content in native and dehusked grains of the most common cereal crops: wheat, barley, triticale, oats, and corn. It was determined that the fiber content in the specified native cereal crops is 2...9%; pectin substances – 0.8...2.5%, depending on the culture. Cleaning grain from shells, grinding and polishing significantly reduces the content of natural food sorbents in grain.

*The content of dietary fibers in the kernel and shells of *Panicum*, *Setaria italica*, *Eleusine coracana*, *Setaria mochariam*, *Ehcinochloa colonum*, was determined. It was established that the shells of *Setaria italica* and *Ehcinochloa colonum* grains are characterized by the highest content of dietary fibers – 71.8 and 75.8%, respectively. In the kernel of millet crops, the largest amount of dietary fiber is contained in *Ehcinochloa colonum* and *Setaria mochariam*.*

The influence of the temperature factor on the moisture-retaining capacity of dietary fibers of wheat, barley, oats, triticale and corn was analyzed. The water-retaining capacity of dietary fibers of the studied grain samples is 2.5...5.6 g of water/g of dietary fibers, depending on the culture. The water-retaining capacity of oat grain is the highest. As the temperature rises, the moisture-retaining capacity increases significantly. It

was determined that at a temperature of 20 °C, the water-retaining capacity of dietary fibers of millet crops: Panicum, Setaria italica, Eleusine coracana, Setaria mochariam, Echinochloa colonum is 2...3 g of water/g of dietary fiber. When the temperature rises to 36 °C, the water-retaining capacity increases and amounts to 3.0...4.5 g of water/g of dietary fiber.

Dietary fibers of cereal and millet crops belong to the group of medium water-binding in terms of their water-retaining capacity.

The use of dietary fibers of cereal and millet crops in the production of health and preventive products is a promising direction of increasing their nutritional value.

Key words: *food fibers, natural food sorbents, grain, cereal, millet crops, water-retaining capacity.*