

УДК 613.26:664.765

**С. А. Бажай-Жежерун, канд. техн. наук**

*Національний університет харчових технологій*

**Л. М. Петрук**

*Національний університет харчових технологій*

**Д. Б. Рахметов, д-р. с.-г. наук**

*Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАН України*

## **ПИРОДНІ ХАРЧОВІ СОРБЕНТИ ЗЕРНА ПРОСЯНИХ КУЛЬТУР**

*Визначено основні показники фізико-хімічних, органолептичних та технологічних властивостей зерна проса посівного, чумизи, проса пальчастого (елевсіни або дагуси), пайзи, могоару.*

*Експериментально визначено вміст харчових волокон у ядрі та оболонках зерна просяних культур. Досліджено водоутримувальну здатність харчових волокон зерна проса, чумизи, пальчастого проса, пайзи, могоару. Встановлено, що харчові волокна досліджених просяних культур за водоутримувальною здатністю відносяться до групи середньоводозв'язуючих.*

**Ключові слова:** *зерно, просо посівне, чумиза, просо пальчасте, пайза, могоар, природні харчові сорбенти, харчові волокна, водоутримувальна здатність.*

**Ентеросорбенти** – препарати, різної структури і складу які ефективно зв'язують у шлунково-кишковому тракті ендогенні і екзогенні сполуки, надмолекулярні структури і клітини шляхом адсорбції, іонообміну та комплексоутворення з метою лікування та профілактики хвороб. Результатом дії ентеросорбентів є позитивні зміни в організмі: пригнічення чи послаблення токсико-алергічних реакцій, запальних процесів і профілактика соматогенного

екзотоксикозу, зв'язування різного роду токсинів сприяє зменшенню навантаження на органи детоксикації та екскреції.

Відомо, що природні ентеросорбенти для очищення організму у значній кількості містяться у звичайних овочах, фруктах, продуктах перероблення зернових культур, які ми часто споживаємо. Харчові волокна, які є комплексом структурних полісахаридів рослинної сировини, мають виражену сорбційну здатність і радіопротекторну дію, вони впливають на обмін речовин та необхідні для нормального функціонування травної системи і організму в цілому. Основний компонент харчових волокон – клітковина. Вона підтримує нормальну мікрофлору товстого кишечника, підвищує адсорбцію мінеральних речовин у ньому, нормалізує обмін вуглеводний та ліпідний обмін, справляє лікувально-профілактичну дію при цукровому діабеті та ожирінні. Важливими складовими комплексу харчових волокон є також геміцелюлози, пектинові речовини, лігнін.

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

У результаті досліджень, медиками встановлено, що у хворих на цукровий діабет активація процесів вільнорадикального пероксидного окиснення зумовлює розвитку ангіонейропатії та прогресуючого атеросклерозу. Введення до раціону таких хворих харчових волокон злакових культур сприяє позитивним змінам у стані серцево-судинної системи, зникає біль у серці, у 50 % хворих зникає порушення серцевого ритму, підвищується фізична активність. Тому медиками доведено, що використання харчових волокон злакових справляє антиоксидантну дію [1].

Окрім природних сорбентів периферійні частини зерна містять значну кількість інших біологічно активних сполук. Науковцями досліджено, що висівкові фракції зерна (тонкі і грубі висівки), які містять основну кількість

оболонкових частин, мають вищий антиоксидантний потенціал, ніж борошно різної крупності, за рахунок високої кількості фенольних сполук, зокрема флавоноїдів [2].

Відомо, що продукти з цільного зерна, до складу яких входять оболонкові частини, алейроновий шар та зародок, містять потужні антиоксиданти – вітамін Е, С, каротиноїди, холін, фолати; кофактори антиокислювальних ферментів - мікроелементи Se, Cu, Mg, харчові сорбенти – клітковину, лігнін [3].

Просо є однією з основних круп'яних культур, яка здавна використовувалась в Україні для виробництва крупи та борошна, з якого пекли хліб, млинці, робили затірку. Просо знаходить широке застосування в багатьох галузях, зокрема, в сільськогосподарському виробництві, харчовій промисловості. В хлібопеченні та у кондитерському виробництві просяне борошно додають як суміш до борошна інших зернових культур. Зерно проса можна використовувати у пивоварінні для солоду. Із побічних продуктів при переробці проса в крупу отримують олію для технічних цілей [4].

У Державному Реєстрі сортів рослин придатних до поширення в Україні на 2016 рік занесені 25 сортів проса [5].

Рослини роду проса (*Panicum*) культивують у тропіках, субтропічних та помірних зонах, він є одним з найбільш розповсюджених родів підродини просяних і включає понад 500 видів. Більшість видів цього роду – однорічні та багаторічні кормові трави. Види введені в широку культуру характеризуються такими важливими ознаками як посухостійкість, високий коефіцієнт відтворення, забезпечують високі врожаї зерна, яке використовують у харчовій та комбікормовій промисловості, а також значний приріст зеленої маси і сіна.

Основною складовою зерна проса є вуглеводи, їх частка у деяких сортах перевищує 65,0 %. Основним вуглеводом зерна проса є крохмаль – його вміст коливається від 65 до 67,8 %, залежно від сортових особливостей. Вміст моно- та дисахаридів складає 1,36 – 1,75 %, клітковини – 0,72 – 1,36 %. За вмістом білка, кількість якого у пшоні досягає 12 %, крупа перевершує перлову, ячну, рисову, кукурудзяну. Значно знижується кількість білкових речовин у процесі

шліфування проса. Вміст жиру у пшоні може складати 1,0 – 3,9 %. Пшоно характеризується високим вмістом мінеральних речовин – 0,98 -1,75 % [6].

Перспективним є використання продуктів перероблення зерна просяних культур, які є джерелом цінних нутрієнтів, у виробництві оздоровчих харчових продуктів. Також доцільно звернути увагу на значення цієї культури як джерела харчових волокон.

У літературі відсутні дані, які комплексно характеризують просяні культури за вмістом харчових волокон, а також їх фізико-хімічними властивостями, зокрема, водоутримувальною здатністю.

Тому метою нашої роботи є дослідження вмісту харчових волокон у п'яти видах просяних культур, які відносяться до однорічних рослин родини тонконогових (злакових): просо посівне, чумиза, просо пальчасте (елевсіна або дагуса), пайза, могоар.

Просо посівне (*Panicum*) вирощують в помірних зонах на всіх континентах земної кулі. Просо застосовується як у харчових так і у кормових цілях. Із зерна проса виготовляють крупу (пшоно) і борошно; його використовують у пивоварінні та спиртовій промисловості.

Чумиза, чорний рис, головчасте просо (*Setaria italica*) – зернова і кормова культура. Здавна вирощується в Китаї, останнім часом широко культивується в ряді Європейських та Азіатських країн. В Україні вирощують сорт чумизи Дніпровська згідно ТУ У 01.1-30378663-001-2002. Як стверджують науковці, даний сорт чумизи характеризується високим вмістом біологічно активних речовин і може використовуватися не лише як зернокруп'яна культура, яка є сировиною для продуктів дитячого, дієтичного та лікувально-профілактичного харчування, але й як лікарська сировина. Із зерна чумизи отримують олію, яка містить жирні кислоти, з яких домінує лінолева – 42,5 %. Чумиза містить ряд біологічно активних речовин з високою антиоксидантною активністю – кумарини, флавоноїди, оксикоричні кислоти. Вміст полісахаридів у зерні чумизи перевищує 20 %, зокрема кількість пектинових речовин становить 4,94 %, геміцелюлоз - 2,35 % [7].

У Грузії з чумизи готують національну страву – гомі – це прісна густа кашоподібна маса, яка має високу харчову цінність. У продовольчих цілях використовується зерно чумизи, з якого виробляють крупу та борошно. Науковці зазначають, що каша з чумизи має дієтичні властивості.

Елевсіна, дагуса, просо пальчасте (*Eleusine coracana* (L.) Gaertn.) – посухостійка рослина, перспективна зернова і фуражна культура, зокрема для України [8]. Цю культуру 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 mochariam* 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. Досвід вирощування пайзи у Білорусії показав високу продуктивність та перспективність цієї культури для застосування, насамперед, у кормових цілях. [9].

**Матеріали і методи.** Під час проведення експериментальних досліджень використовували зерно рослин проса посівного, чумизи, проса пальчастого (елевсіни або дагуси), пайзи, могогару сортового матеріалу Національного ботанічного саду ім. М. М. Гришка НАН України.

Для визначення фізико-хімічних та технологічних властивостей зерна просяних культур було використано методи, затверджені відповідними нормативними документами.

Відбір проб проводили за ГОСТ 13586.3-83. Вологість зерна визначали згідно ГОСТ 13586.5-93.

Домішки визначали згідно з ГОСТ 13586.2–81.

Визначення зараженості зерна та пошкодженості шкідниками здійснювали згідно з ГОСТ 13586–86.

Об'ємну масу зерна визначали за допомогою метричної пурки, згідно з ГОСТ 10840–64. Масу 1000 зерен згідно ГОСТ 10842-89.

Визначення масової частки клітковини базувалось на розкладанні всіх інших органічних речовин концентрованою азотною кислотою у суміші з оцтовою та трихлороцтовою кислотами [10].

Для визначення впливу температури на водоутримуючу здатність харчових волокон було підготовлено ряд модельних дисперсних сумішей харчових волокон зерна просяних культур у воді, з масовою часткою наповнювача у дисперсії – 3 або 5 %; температура нагрівання дисперсії – 36 °С. Визначення водоутримуючої здатності харчових волокон проводили шляхом центрифугування зразків за температури 20 °С, а також після нагрівання.

Для визначення вмісту пектину використовували ваговий кальцієво–пектатний метод, який базується на гідролізі пектинових речовин до пектових кислот, їх осадженні у формі кальцієвих солей, висушуванні і зважуванні [11].

**Результати.** Просо відноситься до групи власне круп'яних культур, його зерно покрите квітковими плівками до складу яких входить клітковина, а також значна кількість мінеральних речовин. Під квітковими плівками, у зерні проса знаходяться плодові оболонки, які містять підвищену кількість клітковини, відрізняються високою крихкістю і досить легко відділяються від зерна при шліфуванні. Під плодовими оболонками розміщені два шари насінневих оболонок, які відрізняються меншою кількістю клітковини та вищим вмістом білкових речовин. Під насінневими оболонками знаходиться алейроновий шар (зовнішній шар ендосперму), який містить значну кількість азотистих речовин. Товщина алейронового шару у зерні різних культур не однакова. Зерно, звільнене від квіткових плівок, називають ядром.

Будова зерна інших просяних культур подібна.

З метою комплексної оціни зерна просяних культур визначено показники фізико-хімічних та технологічних властивостей, які мають важливе значення у процесі його перероблення з метою отримання оздоровчих продуктів (табл. 1).

### Основні показники якості зерна просяних культур

Показник	Просо посівне	Просо пальчасте	Чумиза	Пайза	Могар
Вологість, %	12	11	13	10	11
Об'ємна маса, г/л	752,76	687,00	687,68	442,48	698,96
Маса 1000 зерен, г	7,2	5,2	5,5	4,0	5,8
Густина, т/м <sup>3</sup>	1,4	1,2	1,25	0,9	1,32
Сміттева домішка до очистки, %	0,20	0,35	0,48	0,54	0,32
Сміттева домішка після очистки, %	-	-	-	-	-
Зараженість шкідниками	Не виявлена				

Характеризуючи визначені показники відмічено, що дані партії зерна є однорідними з високим ступенем очищення. Значення об'ємної маси, показника, який досить повно відображає якість зерна та його добротність, як сировини для перероблення, показують, що партії зерна є вирівняними.

При органолептичній оцінці зерна досліджуваних просяних культур відмічено, що запах є властивий здоровому зерну (без затхлого, пліснявого та інших сторонніх запахів); колір залежить від видових особливостей: зерно проса золотаво-жовтого кольору, пальчастого проса – темно-коричневе, чумизи – коричнево-жовто-гарячого, пайзи – світло-коричневого, могару – світло-жовтого. Смак зерна – прісний.

Вміст харчових волокон визначали у ядрі та оболонках зерна проса, чумизи, пальчастого проса, пайзи, могару (табл. 2).

**Вміст харчових волокон у зерні просяних культур**

№	Культура	Частка квіткових плівок, оболонки та алеїронового 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

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 могоарі.

Виявлено, що оболонки зерна просяних культур містять значну кількість пектинових речовин – від 2 до 4 %. Встановлено, що найбільша кількість пектинових речовин міститься у оболонках зерна чумизи – 4,0 %.

Важливе значення має водоутримувальна здатність харчових волокон.

Ця властивість пов'язана із ступенем їх гідрофільності та кількістю присутніх у них біополімерів; характером поверхні, пористості та розмірів частинок.

У складі харчових волокон містяться біополімери з різною здатністю утримувати воду. Зокрема, пектинові речовини і деякі геміцелюлози

відносяться до категорії гідрофільних колоїдів. Целюлоза є нерозчинною у воді, має значну кількість гідроксильних груп та розвинену систему тонких субмікроскопічних капілярів, що визначає її здатність поглинати і утримувати воду. Лігнін, природний полімер сітчастої будови, є найменш гідрофільним. Кількість зв'язаної води у біополімерах є прямопропорційною їх гідрофільним властивостям [12].

За рахунок високої вологоутримуючої здатності харчові волокна позитивно впливають на процеси травлення, вони займають значний об'єм в кишечнику та підсилюють його перистальтику, полегшують випорожнення.

Харчові волокна з високою водоутримувальною здатністю застосовують у лікувально-профілактичних раціонах для людей з деякими захворюваннями шлунково-кишкового тракту.

Нами досліджено водоутримувальну здатність харчових волокон зерна проса, чумизи, пальчастого проса (дагуси), пайзи, могогару. При підвищенні температури водоутримувальна здатність значно зростає. Дослідження проводилися за температури 20 та 36 °С, щоб максимально наблизити до умов перебування харчових волокон у шлунково-кишковому тракті організму людини. Виявлено, що показники водоутримувальної здатності харчових волокон зерна досліджуваних просяних культур залежали, як від температурного режиму, так і від видових особливостей рослин (рис.1).

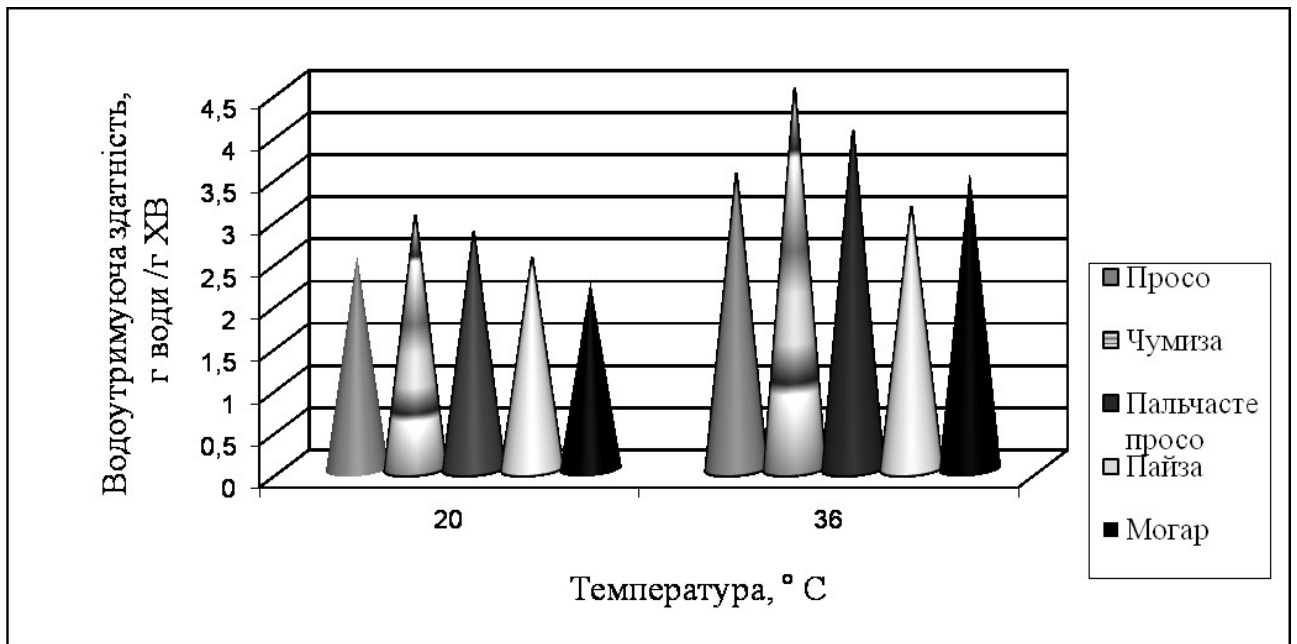


Рис.1. Водоутримувальна здатність харчових волокон зерна просяних культур.

Визначено, що за температури 20 °C водоутримувальна здатність харчових волокон досліджуваних просяних культур становить 2 – 3 г води/г харчових волокон. При підвищенні температури до 36 °C 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.** Таким чином, визначено основні показники фізико-хімічних, органолептичних та технологічних властивостей зерна п'яти просяних культур. За водоутримувальною здатністю харчові волокна зерна досліджених рослин відносяться до групи середньоводозв'язуючих. Включення борошна зерна просяних культур до рецептурного складу продуктів дозволить надати їм потрібної текстури завдяки здатності наявних харчових волокон до зв'язування певної кількості води. Отримані результати мають практичне значення, оскільки дозволяють рекомендувати використання дослідженого зерна просяних культур та продуктів його перероблення, як джерела природних

харчових сорбентів, для виробництва продуктів оздоровчого, функціонального та лікувально-профілактичного призначення.

### Література

1. Федоренченко, Л.О. Технологія природних харчових сорбентів: навч. посіб./ Л.О. Федоренченко, Г.О. Сімахіна. – К.:НУХТ, 2006 – 100 с.
2. A. Fardet, E. Rock, C. Rémésy (2008) “Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo?” *Cereal Science*, Vol. 48, Iss. 2, pp. 258–276.
3. Khalid O., Haddad A., Rabey E. (2015), The Efficiency of Barley (*Hordeum vulgare*) Bran in Ameliorating Blood and Treating Fatty Heart and Liver of Male Rats, *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, Volume 2015, 13 p.
4. Кобизева, Л. Н. Просо – культура універсального напрямку використання / Л. Н. Кобизева, С. М. Горбачова, О. В. Бірюкова // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. 2013. Випуск 14.- С.68-75.
5. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2016 рік / Державна ветеринарна та фіто санітарна служба України. – К., 2016 - 364 с.
6. Дубініна, А.А. Хімічний склад пшона із зерна проса різних сортів, районуваних у Харківській області / А.А. Дубініна, Т.М. Попова С.О., Ленерт ХДУХТ, Харків., 2013. – С. 151-158.
7. Омельченко З.І. Фітохімічне вивчення *setaria italica* та створення на її основі лікарських засобів: автореф. дис. ... канд. техн. наук : 15.00.02 / Омельченко З.І. ; Національна медична академія післядипломної освіти імені П.Л. Шупика . – К., 2008.– 24 с.
8. Баер, Г.Я. Соматоклональная вариабельность как источник для создания новых сортов пальчатого проса *Eleusine Coracana* (L.) Gaertn. / Г.Я. Баер, А.И. Емец, Н.А. Стадничук, Д.Б. Рахметов, Я.Б. Блюм // Цитология и генетика. 2007. № С.9-14.

9. Корольов, К.П. Перспективность выращивания пайзы в республике Беларусь / К.П. Корольов, О.С. Клочкова // Сборник научных статей по материалам Международной научной конференции «Научный поиск молодежи 21 века» 2012 – Горки: БГАСХА, 2012. – Вип.11. – С. 13-15.
10. Найченко, В.М. Практикум з технології зберігання і переробки плодів та овочів / В.М. Найченко – К.:ФАДА, ЛТД, 2001.– 211 с.
11. Донченко, Л.В. Технология пектина и пектинопродуктов. М.: Дели. 2000. – 171 с.
12. Дудкин, М.С. Пищевые волокна / М.С. Дудкин, Н.К. Черно, И.С. Казанская, С.Г. Вайнштейн, А.М. Масик. - К.: Урожай, 1988. – 152 с.

*Аннотация.* Определены основные показатели физико-химических, органолептических и технологических свойств зерна проса посевного, чумизы, проса пальчатого (елевсины или дагусы), пайзы, могоара.

Экспериментально определено содержание пищевых волокон в ядре и оболочках зерна просяных культур. Исследована водоудерживающая способность пищевых волокон зерна проса посевного, чумизы, проса пальчатого, пайзы, могоара. Установлено, что пищевые волокна исследованных просяных культур по водоудерживающей способности относятся к группе средневодосвязывальных.

*Ключевые слова:* зерно, просо посевное, чумиза, просо пальчатое, пайза, могоар, природные пищевые сорбенты, пищевые волокна, водоудерживающая способность.

**Светлана Бажай-Жежерун,**

**Леся Петрук**

**Джамал Рахметов**

## **ПРИРОДНЫЕ ПИЩЕВЫЕ СОРБЕНТЫ ЗЕРНА ПРОСОВЫХ КУЛЬТУР**

The main phantasies of phizico-chemistry, organoleptic and technologic powers of *Panicum*, *Setaria italica*, *Eleusine coracana*, *Setaria mochariam*, *Ehcinochloa colonum* .

Experimentally it is noted that the grain of the fibers in the core of the grain crops of the perennial crops.

It has been studied that fiber content in the *Panicum*, *Setaria italica*, *Eleusine coracana*, *Setaria mochariam*, *Ehcinochloa colonum* is respectively 1,5 – 4,0 %.

Due to the high water-retaining capacity, fibers have positive effect on digestion, they occupy a significant volume of the intestine and increase its motility.

We investigated the water-retaining capacity of fiber of *Panicum*, *Setaria italica*, *Eleusine coracana*, *Setaria mochariam*, *Ehcinochloa colonum*. When the temperature rises the water-retaining capacity increases significantly. The research was conducted at room temperature and at 36° C, to bring to the terms of stay of dietary fiber in the gastrointestinal tract of the human body.

From the received data we can conclude that for their water-retaining ability dietary fibers of *Panicum*, *Setaria italica*, *Eleusine coracana*, *Setaria mochariam*, *Ehcinochloa colonum* relate to water-retaining fibers that connect from 2 to 8 g water / g of fiber.

**Keywords:** grain, *Panicum*, *Setaria italica*, *Eleusine coracana*, *Setaria mochariam*, *Ehcinochloa colonum*, natural food sorbents, food fiber, water-retaining capacity.

**S. Bazhay-Zhezherun**

**L. Petruk**

**D. Rakhmetov**

**NATURAL FOOD SORBENTS GRAIN PANICUM**