УДК 575.113.2:577.112.82
© 2017

А.А. Лінчевський,
академік НААН, доктор сільськогосподарських наук
Селекційно-генетичний інститут — Національний центр насіннєзнавства та сортовивчення

ЯЧМІНЬ — ДЖЕРЕЛО ЗДОРОВОГО СПОСОБУ ЖИТТЯ СУЧАСНОЇ ЛЮДИНИ

Наведено порівняльну характеристику поживних властивостей «забутого основного хліба багатьох народів світу — ячменю» і сьогоднішнього хліба насущного — пшениці. Перевага ячменю над пшеницею безсумнівна як продукту харчування, запобіжного засобу проти серцево-судинних і ракових захворювань і як запобіжно-лікувального засобу проти цукрового діабету, алергічних захворювань тощо. Особлива увага приділяється сортам голозерного ячменю, що мають ще більші поживні і лікувальні властивості. Наведено характеристику нових сортів голозерного ячменю селекції СГІ — НЦНС.

Ключові слова: *ячмінь, пшениця, сорти, якість, харчування, здоров'я.*

Ячмінь нині є основним джерелом здорового способу життя сучасної людини [1–12]. «Хліб насущний», як називають пшеницю, не входить до переліку продуктів, рекомендованих дієтологами для здорового харчування. Пояснення цього феномену ми знаходимо в нещодавно виданій книзі В. Дейвіса «Wheat Belly», що в перекладі означає «пшеничний живіт». William Davis — відомий американський кардіолог, ґрунтуючись на результатах новітніх наукових досліджень та власній багаторічній лікарській практиці, називає сучасні сорти пшениці шкідливими для здоров'я людини. Автор стверджує, що масове ожиріння американців і пов'язані з цим хвороби не є наслідком надмірного вживання жирів та цукру і тривалого сидіння за комп'ютером. Причиною цього зла є пшениця, а точніше — сучасні її сорти, створені селекціонерами за останні 50 років минулого століття з використанням сучасних генетичних технологій. Низка недугів, таких, як целіакія, пов'язані з цілковитим несприйняттям продуктів із зерна пшениці, неврологічні та алергічні захворювання, діабет, хвороби серця, артрити і, навіть шизофренія, є наслідком вживання продуктів із зерна пшениці. Автор наводить із власної лікарської практики приклад цілковитого одужання 38-річної жінки з діагнозом «виразковий коліт» та загрозою хірургічного видалення частини кишечника, яка видужала лише завдяки повній відмові від вживання пшеничного хліба і хлібопродуктів. Інша історія: 26-річний чоловік ледве рухався через хворобу суглобів та видужав, повністю відмовившись від продуктів із зерна пшениці [13].

Пшеничний живіт утворюється від надмірного вживання продуктів із зерна пшениці. На відміну від жиру в інших частинах тіла, черевний жир провокує процеси

запалення, посилає спотворені метаболічні сигнали в інші частини та органи тіла, посилює синтез гормону естрогену та утворення обвислих «жіночих грудей» у чоловіків. Негативний вплив цього жиру не обмежується лише поверхневими проявами. Він деструктивно діє практично на всі внутрішні органи: кишечник, печінку, серце, щитоподібну залозу і навіть мозок [13].

У дієтології є таке поняття, як глайсемічний індекс (*glycemic index*), який визначає швидкість трансформації вуглеводів у глюкозу крові після вживання вуглеводистої їжі, якою фактично є хліб та хлібопродукти. Так, сірий хліб із оббивного борошна має глайсемічний індекс у середньому 72, звичайний цукор — 59. Це означає, що хлібопродукти, навіть швидше за цукор, трансформуються в шлунково-кишковому тракті людини в глюкозу, спричиняючи підвищення глюкози в плазмі крові. Щоб нейтралізувати надлишки глюкози, підшлункова залоза починає виробляти більше інсуліну, але не справляється з цим, і глюкоза трансформується в жирові відкладення. Це є причиною утворення цукрового діабету. Надінтенсивна робота підшлункової залози призводить до її захворювання [13].

Завдяки світовим досягненням у селекції пшениці було створено нові високоврожайні сорти. Проте нікому на думку не спало перевірити безпечність нового зерна за його впливом на організм людей і тварин. Відомо, що за гібридизації різних сортів пшениці виникають нові білки і ферменти, яких не було в батьківських форм. Особливо варіабельними і мінливими є білки клейковини, з якими пов'язані хлібопекарські властивості. І як наслідок, з'явилася нова хвороба під назвою целіакія — імунна відповідь кишечнику людини на клейковинні білки пшениці, які виявилися для цих людей отрутою. Водночас люди, хворі на целіакію, без ніяких негативних наслідків вживають хліб із давньої пшениці однозернянки. Ці дослідження провів сам В. Дейвіс [13].

Зерно пшениці на 70–75% складається з крохмалю, який поділяється на 2 полімери глюкози — амілозу і амілопектин у співвідношенні 1:3. Амілопектин значно швидше за амілозу розщеплюється ферментом амілазою і трансформується в глюкозу в організмі людини. Саме амілопектин спричиняє підвищення вмісту глюкози в крові після вживання пшеничного хліба і призводить до ускладнення здоров'я людини.

Зерно пшениці містить і такі білки, що зумовлюють у людей алергенні реакції аж до анафілактичного шоку. У певної групи чутливих осіб вони призводять до астми, дерматитів, висипань, кропив'янки тощо і, навіть впливають на мозок та психічне здоров'я людини. Ефекти впливу на людську психіку схожі з дією наркотичних препаратів. В. Дейвіс вбачає аналогію між реакцією пацієнтів, позбавлених хліба, і реакцією наркозалежних осіб.

Факти щодо неймовірного і парадоксального зв'язку між продуктами із зерна пшениці і такими патологіями людського мозку, як шизофренія та аутизм науково обґрунтовані і доведені співробітниками американського Національного Інституту Здоров'я [13].

Німецькі вчені з Johannes Gutenberg University виявили в зерні пшениці білок, здатний спричиняти запальні процеси, які погіршують перебіг хронічних захворювань. Проте він не має ніякого відношення до глютену (клейковини), який завжди вважався найнебезпечнішим компонентом у продуктах, виготовлених із пшениці. Такий білок може призводити до запалень у тканинах за межею кишечнику, включаючи лімфатичні вузли, нирки, жовчний міхур та мозок. Такий шокуючий висновок зробили німецькі вчені. Мова йде про інгібітори амілази-трипсину (ATIs), здатні погіршувати перебіг ревматоїдного артриту, розсіяного склерозу, астми, вовчака, неалкогольного гепатозу, а також запального захворювання кишечнику.

Склад ATIs у зерні пшениці становить близько 4%, що робить пшеницю ще небезпечнішим продуктом. До останнього часу вважалося, що здоров'ю людини шкодить виключно глютен, який погіршував стан здоров'я хворих на целіакію [14].

Постало питання, чим же можна пом'якшити негативний вплив пшениці на здоров'я людини.

Головні зернові культури — рис, пшениця, кукурудза і ячмінь, виробництво зерна якого у світі становить 120–155 млн т, в Україні — 9,0–11,5 млн т. Зерно ячменю використовують у тваринництві (майже

85%), як харчову культуру — найбільше в Тибеті, Японії, Китаї, країнах Африки та Скандинавії. Тут на продукти харчування використовують до 40–60% виробленого зерна, загалом у світі — усього до 2%. Солодові витяжки з ячменю широко застосовують у медицині, кондитерській, текстильній і шкіряній промисловостях, для виробництва віскі та пива [12].

Ячмінь більш давня культура, ніж пшениця, він був окультурений людством 10 000–13 000 років тому. Слово «ячмінь» як хліб згадується в Біблії 35 разів. А.А. Орлов (1935) відзначав його широке розповсюдження в прадавніх народів.

Високі поживні властивості ячменю відомі із сивої давнини. Римський історик Пліній старший (23–73 рр. н.е.) писав, що ячмінь був головним продуктом харчування римських гладіаторів, він давав силу м`язам і заважав ожирінню. У наші часи цю технологію було застосовано в Радянській Армії.

Високі харчові властивості зерна ячменю відзначав і знаменитий лікар стародавнього світу Гіппократ. Він писав, що в Греції основним продуктом харчування була ячмінна каша, яку подавали в рідкому вигляді в глечиках, навіть на банкетах у царів [12].

Поступово ячмінь як хліб замінюють хлібом пшеничним із кращими смаковими властивостями. Так і понині.

Однак дедалі більше в наукових розробках останніх часів наголошують на кращих поживних і, навіть лікувальних, властивостях саме ячменю [15–20].

Підсумовуючи ряд системних сучасних клінічних досліджень, поважна американська організація Food and Drug Administration (FDA), що виконує контрольні та адміністративні функції за обігом продуктів харчування, ліків та косметичних засобів, 19 травня 2006 р. занесла ячмінь у список культур (пшениці там немає), продукти із зерна яких здійснюють профілактику коронарної хвороби серця. До речі, за останні роки у світі від коронарної хвороби серця щороку в середньому вмирає 17,3 млн людей, а за прогнозом до 2030 р. кількість жертв зросте до 23,6 млн. Що ж такого є в ячмінному зерні, що дає організму сили протистояти такій страшній недузі [12]?

Зерно ячменю найбільш збалансоване за амінокислотним складом і наближається за кормовими якостями до стандартних концкормів. До того ж воно містить надзвичайно цінні для здоров'я людини компоненти, яких майже немає або наявні в незначній кількості в зерні й борошні пшениці та інших культур і які забезпечують захист людини від найнебезпечніших хвороб століття — серцево-судинних і раку внутрішніх органів. Зерно ячменю містить такі агенти лікувально-профілактичної дії, як β-глюкани (знижують уміст холестерину крові, здійснюють антиракову профілактику кишечнику) і токоли (вітамін Е) — потужні антиоксиданти протиракової дії. У зерні ячменю β-глюканів — 6–11%, пшениці — 0,2%.

Профіль ізомерів токолів ячменю є унікальним серед злаків, він забезпечує максимальний антиоксидантний захист організму. Тому хліб з пшеничного борошна може бути поліпшеним за показником дієтичної цінності за рахунок добавки 30% і більше борошна ячменю. Такий хліб уже випікають у багатьох країнах.

Порівняльний уміст токолів у ячменю та пшениці наведено в табл. 1. Як бачимо, токолів у зерні ячменю значно більше, ніж у зерні пшениці. А найціннішого першого ізомеру α-Т у ячменю — 3,1+10,2, у пшениці — 0,4+0,3.

Докладнішу характеристику β-глюканів і токолів ячменю наведено нижче.

Стратегічну роль у харчуванні людини відіграє клітковина, передусім розчинна (β-глюкани), антиоксиданти рослинного походження (токоли) і мінерали. Жодний із цих компонентів в організмі людини не синтезується і надходить виключно з їжею. Виявляється, що всі ці життєво важливі компоненти в гармонічному співвідношенні містяться в зерні ячменю. На думку нутриціологів, продукти із зерна ячменю належать до групи функціональних харчових продуктів, або таких, що забезпечують нашому організму не лише енергетичний ресурс, а й поліпшують фізичне здоров'я людини.

Зерно ячменю містить у великій кількості унікальну розчинну клітковину у формі некрохмалистих полісахаридів β-глюканів, які живлять кишкову мікрофлору, забезпечують нормальне функціонування епітелію

1. Порівняльний уміст токолів у зерні ячменю і пшениці

Зерно	Уміст токолів, мг/кг				Сума
Ячмінь	Ізомери-токофероли				
	α-Т	β-Т	γ-Т	δ-т	
	3,1	0,7	1,1	1,2	6,1
	Ізомери-токотриеноли				
	α-Т	β-Т	γ-Т	δ-Т	
	10,2	4,9	3,9	1,0	20,0
Усього					26,1
Пшениця	Ізомери-токофероли				
	α-Т	β-Т	γ-Т	δ-Т	
	0,4	0,8	0,0	0,0	1,2
	Ізомери-токотриеноли				
	α-Т	β-Т	γ-Т	δ-Т	
	0,3	11,8	0,0	0,0	12,1
Усього					13,3

кишечнику та енергетичний ресурс печінки, стримують розмноження патогенної мікрофлори, знижують уміст холестерину в крові [17].

Ячмінне зерно є багатим джерелом рослинних антиоксидантів, представлених у вигляді жиророзчинних токолів (токоферолів і токотриенолів), фітохімічних сполук (феноли і флавоноїди). Фенольні кислоти ферулова, бензойна і цинамонова виконують функцію потужних рослинних антиоксидантів. Навіть пігменти ячменю мають високу антиоксидантну активність. За вмістом і активністю рослинних антиоксидантів ячмінь — абсолютний чемпіон серед злаків. Рослинні антиоксиданти забезпечують організму стійкість до агресивних вільних радикалів, які блокують важливі метаболічні реакції, руйнують клітинні структури, спричиняють старіння організму, серцево-судинні та онкологічні хвороби [3, 16, 17].

Зерно ячменю багате на мінерали, особливо такі, що належать до ключових. Це залізо, цинк, марганець, фосфор, хром, молібден і, особливо селен, який бере участь у численних метаболічних процесах, здійснює антиоксидантний захист клітин, забезпечує стійкість організму до ракових пухлин. Селен сприяє відновленню пошкодженої ДНК, блокує розмноження ракових клітин, спричиняє їх самознищення. Ячмінні лігнани виконують протекторну функцію проти ракових пухлин грудей у жінок та простати в чоловіків.

Ячмінне зерно є багатим джерелом нікотинової кислоти. Цей вітамін захищає проти коронарної хвороби серця. Як харчовий засіб для профілактики діабету II типу ячмінь навіть кращий за овес, оскільки продукти із зерна ячменю мають досить низький гліцемічний індекс — ГІ 55–60 [33–36].

Отже, з наведеної, далеко не повної інформації про унікальні харчові властивості зерна ячменю зрозуміло, що людству зовсім не варто було забувати про цей воістину великий злак. І нині ячмінь стрімко відроджується із забуття в усьому цивілізованому світі.

У Канаді, Австралії, США, розвинених країнах Європи спостерігається активне відродження ячменю як продукту харчування. Особливо це помітно в Канаді, де композитний пшенично-ячмінний хліб і хлібопродукти (50% пшеничного і 50% ячмінного оббивного борошна) зайняли постійне місце на харчовому ринку країни. Є ресторани, які пропонують їжу лише із зерна ячменю. Зацікавлений читач може зайти на відкритий канадський сайт: gobarley.com/recipes/ і ознайомитися з описом, режимом приготування і харчовою цінністю близько 150-ти страв із ячменю. Серед них напої, сніданки, супи, салати, ризотто, різновиди ячмінного хліба і піци, пиріжки, муфіни, кекси, печиво, різні делікатеси, млинці, оладки, тощо. Ці блюда є плодами фантазії канадських кулінарів, які розробляють рецепти блюд спеціально з ячменю.

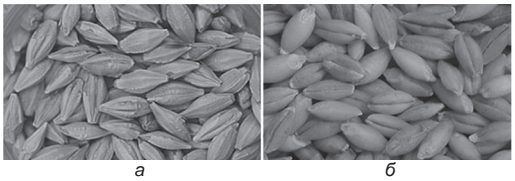
Італійські технологи розробили рецепт пшенично-ячмінних макаронних виробів, які містять 4,3% β-глюканів [15].

Продукти осолодження зерна ячменю пропонуються виробниками у вигляді сухих добавок, рідини, екстрактів, сиропів.

Китайські дослідники відзначили високу антиоксидантну активність екстрактів зі смаженого зерна ячменю та їх антивіковий ефект [37].

Видатний хорватський філантроп Жорж Мательян називає ячмінь «найздоровішим у світі зерном».

Виробництво зерна ячменю ґрунтується на сортах голозерних і плівчастих (рис. 1).



а *б*

Рис. 1. Зерно плівчастих (а) і голозерних (б) сортів ячменю

У голозерних сортів усі зазначені позитивні властивості проявляються ще більше. Під час технологічного обрушення плівки в плівчастих сортів видаляється 30% і більше алейронового шару зерна і зародок, де розташовані майже всі цінні біохімічні компоненти, зазначені вище. Зерно голозерного ячменю практично на 100% переробляється в оббивне борошно для виготовлення харчових продуктів.

У Селекційно-генетичному інституті також проводять селекцію голозерного ячменю на основі новітніх теоретичних розробок (О.І. Рибалка). Тут уже створено 2 сорти — ярий Ахіллес і озимий — дворучка Презент. Сорт Ахіллес занесено до Державного реєстру сортів рослин України з 2014 р., сорт Презент з 2016 р. проходить державне сортовипробування.

Завжди вважалося, що створити сорт голозерного ячменю з урожайністю вище плівчастих стандартів неможливо. Теоретично сорти голозерного ячменю мають поступатися за врожайністю зерна сортам плівчастого ячменю на 10–15%. Саме такою в плівчастого ячменю є маса плівки, якої немає в голозерного ячменю. І так було багато років. Нині уявлення про врожайність голозерних сортів дещо змінюється. Так, у польових дослідах відділу генетичних основ селекції СГІ–НЦНС (О.І. Рибалка) урожайність їхнього сорту Ахіллес не мала істотної різниці порівняно з урожайністю плівчастих сортів стандартів, а харчові властивості були значно вищими. За врожайності 40 ц/га спостерігається підвищений уміст білка в зерні (в окремі посушливі роки — до 18–22%), β-глюканів та інших цінних у харчовому плані компонентів зерна. Цей сорт цілком придатний для технологічної переробки на крупу і борошно, виготовлення всіх 150-ти страв з ячменю, про які йшлося вище.

Сорт Презент створено у відділі селекції та насінництва ячменю. Це перший сорт озимого ячменю-дворучки голозерного типу, одержаний від схрещування сортів Достойний × БРЛ-5GR (Канада). В умовах жорсткої посухи 2015 р. без єдиного дощу його врожайність становила 5,5 т/га. Середньостиглий, стійкий до вилягання, середньостійкий до листостеблових хвороб, високостійкий до сажкових захворювань, зимо- і морозостійкість — 8 балів. Уміст білка — 16,2%, маса 1000 зерен 35–37 г в умовах посухи. У перший рік державного сортовипробування його врожайність була дуже високою (табл. 2).

У середньому по зоні Лісостепу за врожайності 86,1 ц/га він перевершив національний стандарт Достойний на 21,4 ц/га. У цих самих дослідах його врожайність була вищою за врожайність нового сорту дворучки Валькірія на 0,6 ц/га, але останній мав значно вищий потенціал

2. Державне сортовипробування сортів ячменю в 2016 р.

Сорт	Зона вирощування	Урожайність, ц/га	
		стандарту	сорту
Презент, голозерний дворучка	Лісостеп,	64,7	86,1 (+21,4)
	у т.ч. Тернопіль	64,7	87,4 (+22,7)
Валькірія, плівчастий дворучка	Лісостеп,	64,7	75,5 (+10,8)
	у т.ч. Вінниця	64,7	105,5 (+40,8)
Моураві, плівчастий ярий	Лісостеп,	42,8	46,3 (+3,5)
	у т.ч. Вінниця	42,8	61,0 (+18,2)
	Полісся,	37,3	42,2 (+4,9)
	у т.ч. Волинь	37,3	62,3 (+25,0)

Примітка. У дужках — перевищення врожайності сорту над стандартом.

Рис. 2. Голозерний сорт дворучка Презент

урожайності — 105,5 ц/га. Тобто можна впевнено говорити про новий етап селекційних досягнень — створення конкурентоспроможних голозерних сортів. Голозерні озимі сорти явно будуть більш урожайними за однакових умов порівняно з плівчастими і голозерними ярими сортами.

За результатами 2016 р., у сортовипробуванні інституту було виділено ще врожайніші голозерні посухостійкі лінії, ніж сорт Презент (табл. 3). Усі вони дворучки.

До останнього часу голозерних сортів ячменю у виробництві і в Державному реєстрі сортів рослин України не було. Програму селекції голозерного ярого ячменю було розпочато в останнє десятиріччя. Перший сорт Носівської СДС Козацький занесено до Реєстру в 2010 р. Цей сорт за 4 роки державного сортовипробування сформував урожайність на 11% нижчу від урожайності середнього зваженого стандарту і набагато нижчу від урожайності національних стандартів. Поки урожайність голозерних сортів не буде хоча б на рівні врожайності плівчастих, вони не будуть впроваджені у виробництво. Проходять державне сортовипробування аналогічні сорти Носівської СДС і Кіровоградського інституту АПВ. У ярих сортів невисока врожайність, рослини не витримують перестою після дозрівання, зерно осипається, під час обмолоту вибивається зародок, важко виростити кондиційне насіння. Сорти містять більше білка, але якщо перераховувати на плівчастість, то його стільки, як і в плівчастих сортів. Тобто проблеми є і їх потрібно розв'язувати.

Ентузіасти закликають скрізь замінити плівчастий ячмінь голозерним. Це нереально, і в цьому немає ніякої потреби. Адаптивні властивості плівчастого ячменю значно вищі. Зерно не травмується під час обмолоту, довше зберігається неушкодженим у ґрунті за сівби в суху чи холодну землю. Менше уражується хворобами, які передаються через ґрунт. Тому плівчастий ячмінь, у якому плівка під час переробки не видаляється, завжди буде незамінним кормом для тварин. А для виготовлення продуктів харчування для людей дійсно кращим буде голозерний ячмінь.

У селекції голозерного ячменю ми працюємо з ярими та озимими сортами. Перевагу надаємо озимим сортам дворучкам, де маємо певні успіхи в поліпшенні морфотипу. До того ж їх урожайність значно вища, ніж у сортів ярого ячменю. У Державному сортовипробуванні починають вивчати наш новий сорт дворучка Гордість Пальміри. Його середня врожайність в інституті за роки випробувань становила 7,9 т/га, перевищила врожайність стандарту Достойний на 1,6 т/га (12,5%), однотипного голозерного сорту Презент — на 2,4 т/га (14,4%). Сорт дворучка Гордість Пальміри належить до групи середньоранніх сортів, тривалість вегетаційного періоду — 253 доби, середньорослий — 110 см, зимостійкість — 8 балів, критична температура вимерзання (у вузлів кущіння) — –13°С, стійкість до вилягання, осипання і посухи — 8 балів, придатність

3. Нові лінії голозерного ячменю

Сорт, лінія	Походження	Урожайність, ц/га	+/– до st
Презент st	–	67,8	0
09-05-17	Достойний × × Селекційна лінія	77,7	+9,9
09-05-21	» »	82,7	+14,9
06-19-05	Достойний × × БРЛ 6 GK	77,6	+9,8
06-19-21	» »	81,4	+13,6
07-54-02	Достойний × × БРЛ 1 GK	79,2	+11,4
06-18-14	Достойний × × БРЛ 5 GK	81,6	+13,8
07-57-03	Достойний × Х4	78,8	+11,0

до механізованого збирання врожаю — 9 балів, уміст білка — 16%, вуглеводів — 69,1%, маса 1000 зерен — 39,1 г, вихід крупи — 75%. Стійкість до борошнистої роси — 7 балів, гельмінтоспоріозу сітчастого — 5, летючої сажки — 9, стійкість до заселення шкідниками — 8, п'явиці — 9 балів.

Для успішного вирощування голозерних сортів в умовах виробництва слід обов`язково розробити зональні технології і їх ретельно дотримуватися. Ґрунтуючись на досвіді Канади та інших розвинених країн, віримо, що й Україна матиме свої високоадаптовані до умов виробництва сорти голозерного ячменю, а їх поживні властивості сприятимуть зміцненню здоров`я людей.

Висновки

Ячмінь повною мрію містить саме ті поживні та біологічно активні речовини, харчові волокна, вітаміни і мікроелементи, які потрібні людині для нормальної життєдіяльності та міцного здоров'я.

І саме як збалансований продукт функціонального харчування він значно перевершує, на жаль, більш популярну в наш час пшеницю. Перспективою оздоровлення сучасної людини має бути широке впровадження ячменю в харчування населення.

Бібліографія

1. *Newman R.* Barley for food and health. Science, technology and products/R. Newman, C. Newman. — J. Willey & Sons, Inc. Publications, Hoboken, New Jersey. — 2008. — 245 p.

2. *Effect* on the human lipoprotein profile of β-glucan, soy protein and isoflavones, plant sterols, garlic and tocotrienols/D. Kerckhoffs, F. Brouns, G. Hornstra, Mensink//R.J. Nutr. — 2002. — V. 132. — P. 2494–2505.

3. *Tocotrienol* and fatty acid composition of barley oil and their effects on lipid metabolism/L. Wang, Q. Xue, R. Newman, C. Newman et al.//Plant Foods Hum. Nutr. — 1993. — V. 43. — P. 9–17.

4. *A new* approach for the utilization of barley in food products: barley tarhana/H. Erkan, S. Çelik, B. Bilgi, H. Köksel//Food Chem. — 2006 — V. 97. — P. 12–18.

5. *Weaning* food with improved energy and nutrient density prepared from germinated cereals: 2. Nutritional evaluation of gruels based on barley/B. Pedersen, M. Hansen, L. Munck, B. Eggum//Food Nutr. Bull. — 1989. — V. 11(2). — P. 46–52.

6. *Weaning* food with improved energy and nutrient density prepared from germinated cereals: I. Preparation and dietary bulk of gruels based on barley/M. Hansen, B. Pedersen, L. Munck, B. Eggum//Food Nutr. Bull. — 1989. — V. 11(2). — P. 40–45.

7. *Antioxidant* effect of roasted barley (*Hordeum vulgare* L.) grain extract towards oxidative stress *in vitro* and *in vivo*/M. Omwamba, Li Feng, Sun Guiju, Hu Qiuhui//Food Nutr. Sci. — 2013. — V. 4. — P. 139–146.

8. *Yu Y.* Effect of young barley leaf extract and oxidative vitamins on LDL oxidation and free radical cavenging activities in type 2 diabetes/Y. Yu, W. Chang//Diabetes Metab. — 2002. — P. 107–114.

9. *Wigmore Ann.* The wheatgrass book/Ann Wigmore//Avery Penguin Putnam Inc., USA. — 1985. — 123 p.

10. *Degradation* of organophosphorus pesticides in aqueous extracts of young green barley leaves (*Hordeum vulgare* L.)/J. Durham, J. Ogata, S. Nakajima et al.//T.J. Sci. Food Agric. — 1999. — V. 79. — P. 1311–1314.

11. *Some* nutritional properties of starch and dietary fiber in barley genotypes containing different levels of amylose/I. Björck, A.-C. Eliasson, A. Drews et al.//Cereal Chem. — 1990. — V. 67. — P. 327–334.

12. *Рибалка О.І.* Ячмінь як продукт функціонального харчування/О.І. Рибалка, Б.В. Моргун, С.С. Поліщук. — К.: Логос, 2016. — 619 с.

13. *Davis W.* Wheat belly: lose the wheat, lose the weight, and find your path back to health/W. Davis. — Emmaus, Pa: Rodale Press. — 2011.

14. *LC/MS* analysis of proteolytic peptides in wheat extracts for determining the content of the allergen amylase/trypsin inhibitor CM3: influence of growing area and variety/B. Prandi, A. Faccini, T. Tedeschi et al.//Food Chem. — 2013. — V. 140. — P. 141–146.

15. *Marconi E.* Composition and utilization of barley pearling by-product for making functional pastas rich in dietary fiber and β-glucans/E. Marconi, M. Graziano, R. Cubadda//Cereal Chem. — 2000. — V. 77. — P. 133–139.

16. *Bunzel M.* Phenolic compounds as cross-links of plant derived polysaccharide/M. Bunzel, J. Ralph, H. Steinhart//Czech. J. Food Sci. — 2004. — V. 22. — P. 64–67.

17. *Mazza G.* Blue and purple grains/G. Mazza, L. Gao//Specialty Grains for Food and Feed. E. — Abdel-Aal and P. Woods, eds. Am. Assoc. Cereal Chem., St. Paul., MN. — 2005. — P. 313–350.

18. *Köksel H.* Barley bulgur: effect of processing and cooking on chemical composition/H. Köksel, M. Edney, B. Ozkaya//J. Cereal Sci. — 1999. — V. 29. — P. 165–190.

19. *Beta-glucan* content and viscosity of extracts from barley/S. Ullrich, I. Clancy, R. Eslick, R. Lance// J. Cereal Sci. — 1986. — V. 4. — P. 279–285.

20. *Barley* sex6 mutants lack starch synthase IIa activity and contain a starch with novel properties/ M. Morell, B. Kosar-Hashemi, M. Cmiel, M. Samuel et al.//Plant J. — 2003. — V. 34. — P. 173–185.

21. *Aman P.* Chemical composition of some different types of barley grown in Montana, USA/ P. Aman, Newman//C. J. Cereal Sci. — 1986. — V. 4. — P. 133–141.

22. *Szczodrak J.* Starch and enzyme-resistant starch from high-amylose barley/J. Szczodrak, Y. Pomeranz// Cereal Chem. — 1991. — V. 68. — P. 589–596.

23. *Resistant* starch and health — Himalaya 292, a novel barley cultivar to deliver benefits to consumers/D. Topping, M. Morell, R. King et al.// Starch. — 2003. — 55. — P. 539–545.

24. *Gastrointestinal* implications in pigs of wheat and oat fractions. 2. Microbial activity in the gastrointestinal tract/K. Bach-Knudsen, B. Jensen, J. Andersen, I. Hansen//Br. J. Nutr. — 1991. — V. 65. — P. 233–248.

25. *Wholegrain* foods made from a novel high-amylose barley variety (Himalaya 292) improve indices of bowel health in human subjects/A. Bird, M. Vuaran, R. King et al.//Br. J. Nutr. — 2008. — V. 99. — P. 1032–1040.

26. *Bhatty R.S.* The potential of hull-less barley/ R.S. Bhatty//Cereal Chem. 1999. — V. 76. — P. 589–599.

27. *Hu F.B.* Globalization of diabetes the role of diet, lifestyle, and genes/F.B. Hu//Diabetes Care. — 2011. — V. 34. — P. 1249–1257.

28. *Global* prevalence of diabetes estimates for the year 2000 and projections for 2030/S. Wild, G. Roglic, A. Green et al.//Diabetes Care. — 2004. — V. 27. — P. 1047–1053.

29. *The importance* of type 2 diabetes prevention: The Norfolk Diabetes Prevention Study/N. Murray, S. Abadi, A. Blair et al.//Br. J. Diab. Vasc. Dis. — 2011. — V. 11. — P. 308–313.

30. *Baik B.* Barley for food: characteristics, improvement, and renewed interest/B. Baik, S. Ullrich// J. Cereal Sci. — 2008. — V. 48. — P. 233–242.

31. *Dickin E.* Hulless barley for functional food/E. Dickin, K. Steele, D. Wright//HGCA Project Report. — 2010. — 472 p.

32. *Influence* of the hulless, waxy starch, and short-awn genes on the composition of barleys/Q. Xue, I. Wang, R. Newman et al.//J. Cereal. Sci. — 1997. — V. 26. — P. 251–257.

33. *Sunberg B.* Composition and properties of bread and porridge prepared from different type of barley flour/B. Sunberg, H. Falk//Am. J. Clin. Nutr. (Suppl.). — 1994. — 780 p.

34. *Theuer R.* Effect of iron on the color of barley and other cereal porridges/R. Theuer//J. Food Sci. — 2002. — V. 67. — P. 1208–1211.

35. *Wallace I.H.* The Rumford complete cookbook/I.H. Wallace. — Rumford Co., Rumford, Rhode, Island. — 1930. — P. 222.

36. *Pazola Z.* Changes in carbohydrates during the production of coffee substitute extract, especially in the roasting process/Z. Pazola, J. Cielak//Food Chem. — 1979. — V. 4. — P. 41–52.

37. *Tocotrienol* and fatty acid composition of barley oil and their effect on lipid metabolism/ L. Wang, Q. Xue, R. Newman et al.//Plan Foods Hum. Nutr. — 1993. — V. 43. — P. 9–17.

Надійшла 10.07.2017.