

УДК 581.4:577.1:631.527:633.16

С. С. ПОЛІЩУК, молод. наук. співроб.,
СГІ–НЦНС, Одеса
e-mail: Pol.Sergey@ukr.net

МЕТОДОЛОГІЯ І РЕЗУЛЬТАТИ СЕЛЕКЦІЇ ЯЧМЕНЮ ХАРЧОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Обговорюються проблеми селекції голозерного ячменю харчового призначення; наведені результати селекційних, біохімічних, гематологічних і технологічних досліджень.

Ключові слова: ячмінь, голозерність, анатомія зернівки, білки, крохмаль, β -глюкани, жирні кислоти, вітаміни, мікроелементи, LDL-холестерин, цукровий діабет, селекція, харчове використання.

Вступ. Зерно ячменю, в залежності від призначення, характеризується досить чіткими показниками пивоварної, харчової і кормової якості. Пивоварний ячмінь використовується для виготовлення пива, віскі, спирту та інших напоїв, харчовий — для виготовлення різноманітних круп, борошна, локшини, макаронів, хлібобулочних виробів, пластівців, мюслі та інших продуктів, кормовий — як компонент комбікормів у тваринництві.

За останнє 15-річчя в провідних селекційних і медичних центрах світу увага генетиків і селекціонерів, медиків і дієтологів прикута до проблем селекції голозерного ячменю харчового призначення. Тому що саме голозерний ячмінь, завдяки наявності у ньому β -глюканів, розчинних білків, токолінів, вітамінів, мікроелементів, фітостеролів, ненасичених жирних кислот та інших сполук, є потужним профілактичним і лікувальним засобом здорового харчування.

Чому саме голозерний ячмінь? Вихід ячної крупи з обдертого плівчастого ячменю не перевищує 40–45 %, а головне, при виготовленні ячної крупи з голозерного ячменю (вихід 85–90 %) не втрачаються найбільш цінні речовини, які містяться в поверхневому (алеїроновому) шарі зернівки і в зародку.

У розвинених країнах світу голозерний ячмінь почали активно використовувати для виробництва харчових продуктів як у чистому вигляді (круп, борошно, пластівці, борошняні вироби, напої), так і у вигляді різних хлібопродуктів із сумішей борошна пшениці і ячменю. Виробництво харчових продуктів з ячменю останніми роками стрімко збільшилось у Марокко (на 61 %), Китаї (на 62 %), Індії (на 73 %), Ефіопії (на 79 %). В Шотландії, на батьківщині всесвітньовідомого віскі, яке виготовляють з

плівчастого пивоварного ячменю, посівні площі останнього майже удвоє зменшилися на користь голозерного ячменю. Найкращими прикладами розумного використання ячменю як продукту функціонального харчування є США і Канада. В Канаді голозерний ячмінь називають «кукурудзою Канади». На ринку Канади, США, Євросоюзу та інших країн вже широко розповсюджені нові продукти з борошна голозерного ячменю та борошно-носумішей ячмінь+пшениця: хліб, бублики, спагеті, тортила, пластівці, кекси, різноманітні напої [1; 2].

На теренах колишнього СРСР, в т. ч. і в Україні, на жаль, ще мало знають про унікальну харчову цінність ячмінного зерна. Наукові дослідження у цьому напрямі практично відсутні, а сортів голозерного ячменю спеціального харчового призначення в Україні поки немає.

За майже 10 тисяч років еволюції і селекції ячмінь набув досить широкого інтервалу мінливості багатьох морфологічних ознак і ознак якості зерна.

Сучасна генетика і селекція базується на використанні системи молекулярних маркерів, які тісно зчеплені з багатьма локусами хромосом і максимально перекривають увесь геном ячменю. Генетичні дослідження ознак якості зерна набули принципово іншої методологічної основи, вони здатні не лише контролювати успадковування окремих генів якості, досліджувати їхню функціональну роль, а й цілеспрямовано впливати на рекомбінаційні процеси біосинтезу вуглеводів, білків, жирів, мікроелементів та інших сполук, заміщення небажаних генів, маніпулювання генами з метою цілеспрямованого формування ознак якості зерна з бажаними для виробника і споживача характеристиками [3].

Зернівка ячменю складається з декількох основних, чітко визначених анатомічних частин: плівка (або її відсутність), алейроновий і субалейроновий шари, зародок і ендосперм. Хімічний склад цих частин суттєво відрізняється і відображає їхні функціональні особливості.

Плівка займає 6–15 % від маси зернівки. Хімічний склад: високополімерні нерозчинні вуглеводи — клітковина, целюлоза, геміцелюлоза, лігнін. На целюлозу припадає > 40 % від сухої маси плівки; ~5 % складає лігнін; 7–16 % — нерозчинні білки та інші азотисті сполуки; ~2,0 % становлять некорисні високомолекулярні насичені жирні кислоти — стеаринова і пальмітинова; решта — кремній, хлор, сірка та інші шкідливі мінеральні речовини [4–7].

Було доведено: відсутність гена ***Nud*** (в хромосомі 7HL) у голозерного аналога плівчастого сорту Чорноморець забезпечує **суттєве збільшення** вмісту крохмалю на 6,8–20,4, білка — на 13,8–19,0 %, незамінних амінокислот: лізину (в протеїні) на 21, аргініну — на 20, гістидіну — на 21, проліну — на 13 %; **зниження майже в 10 разів** вмісту нерозчинної клітковини, лігніну — в 1,5 раза. Харчування одномісячних білих щурят (лінія Вістар) крупкою голозерного ячменю, проведене фахівцями віварію

Одеського національного медичного університету, забезпечило збільшення приросту маси тварин вже через 5 діб майже в 2 рази (96,4 %), а через 10 діб — на 38,0 % більше, ніж у їхніх родичів, яких годували крупною плівчастого Чорноморця [8].

У зерні ячменю як харчового продукту особливо велике значення має хімічний склад алейронового шару, зародка і ендосперму (рис. 1).

Алейроновий шар сучасних сортів займає 13,0–20,5 % від маси зернівки, складається з 2–5 рядів клітин, товщиною 76–95 мкм. Хімічний склад: >25 % від маси зернівки припадає на розчинні білки — багаті на незамінні амінокислоти; корисні ненасичені жирні кислоти — олеїнова, лінолева і ліноленова; ~ 65 % стінок клітин складають арабіноксилани і ~ 25 % β -глюкани (некрохмалисті полісахариди); присутні токоли, фітостероли, антиоксиданти, мікроелементи, водорозчинні вітаміни [4–7; 23].

Численними медичними дослідженнями, виконаними в останні 15 років у багатьох країнах світу, переконливо доведено, що саме β -глюкани (1 \rightarrow 3;1 \rightarrow 4)- β -D-глюкани) голозерного ячменю є потужним лікувальним і профілактичним засобом проти смертоносних хвороб століття: **серцево-судинних захворювань**, завдяки зниженню вмісту шкідливого LDL-холестерину в плазмі крові; **цукрового діабету**, сприяють низькому гліцемічному та інсуліномічному індексам; **виразкових і онкологічних захворювань шлунка і кишківника**. β -глюкани називають «загальною дієтичною клітковиною» (TDF — total dietary fiber) [1; 2; 9–15].

Серед широкого набору зернових культур лише у двох з них, а саме в зернівках ячменю (2–11 %) і вівса (1–3,5 %), виявлено найвищий вміст β -глюканів. У вівсі β -глюкани сконцентровані в периферійній частині зернівки, а у ячменю — в алейроновому шарі (~20 %) і в ендоспермі (~70 %). На відміну від целюлози, β -глюкани частково розчинні у воді, утворюють стійкі розчини з високою в'язкістю. β -глюкани майже не перетравлюються у людському організмі, але цінні з іншого боку. Під дією кишкової мікрофлори вони деградують і утворюють ряд дієтично важливих коротколанцюгових жирних кислот (оцтову, пропіонову, бутилову) [9–15].

В алейроновому шарі зернівки знаходяться цінні мінеральні мікроелементи: залізо, цинк, магній, мідь та інші. Як відомо, нестача в крові людини заліза призводить до зменшення кількості гемоглобіну та анемії крові, від чого страждають і передчасно вмирають мільйони людей [16–21]. Цинк і магній відіграють потужну роль в імунній системі людського організму.

Саме в алейроновому шарі і в зародку голозерного ячменю міститься найбільше: заліза — 36,0–85,0 мг/кг сухої речовини, цинку — 19,0–35,0 мг/кг, магнію — 17,0–27,5 мг/кг [21]. До речі, в зерні пшениці сучасних сортів заліза міститься не більше 32 мг/кг.

Вітамінний комплекс ячмінного зерна, як і «загальна дієтична кліткови-на», є також предметом підвищеної уваги фахівців здорового харчування.

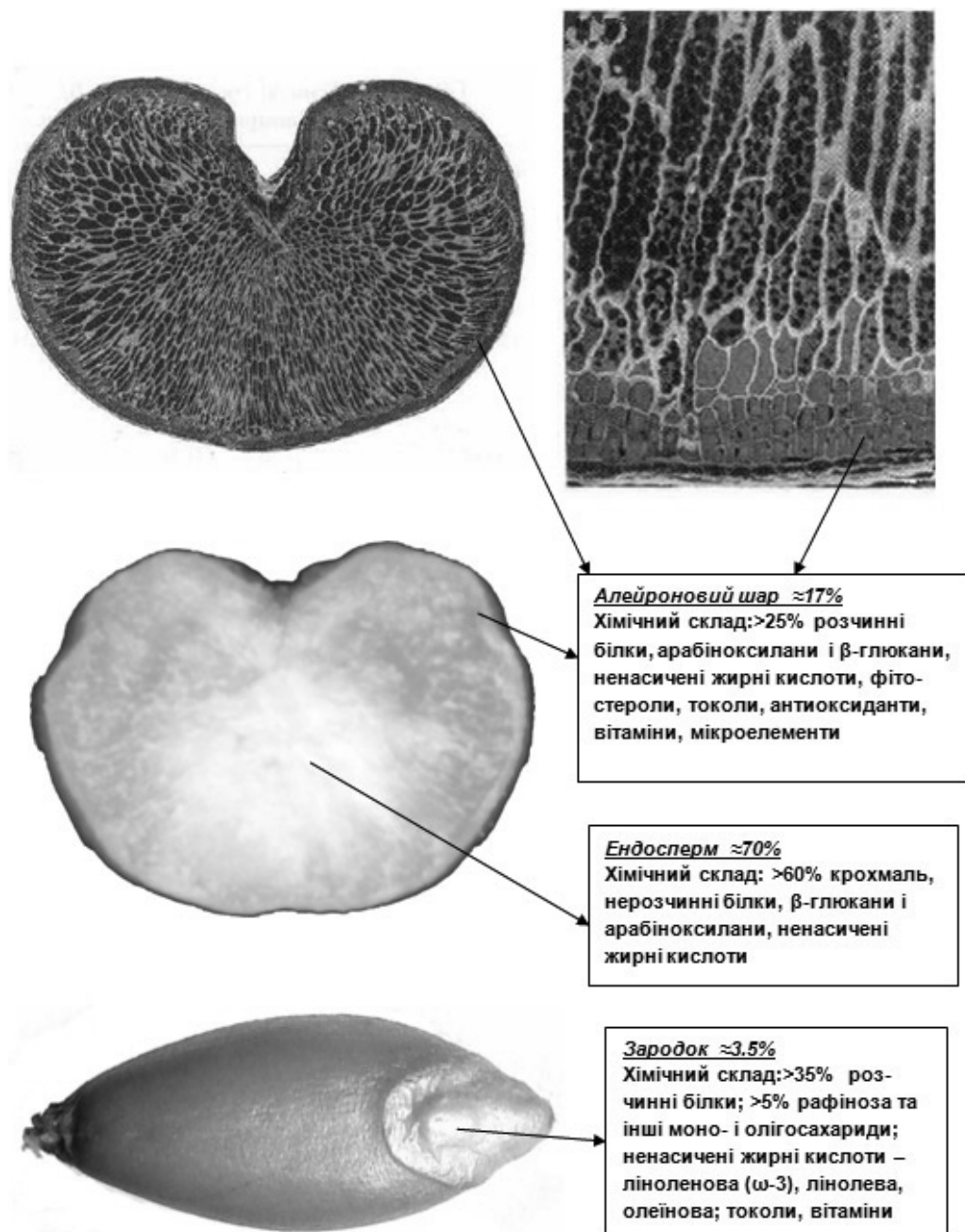


Рис. 1. Анатомія зернівки голозерного ячменю та її біохімічний склад (флуоресцентні мікрофотографії виконані по Andersson et al., 1999, J. Cereal Sci.)

Важливішими водорозчинними вітамінами є тіамін (B_1), рибофлавін (B_2), нікотинава кислота (B_3), піридоксин (B_6), кобаломін (B_{12}), біотин, холін, міоїнозитол, пантотенова, фолієва і аскорбінова (C) кислоти. Усі вони містяться переважно в алейроновому шарі зернівки.

Список корисних для здоров'я людини складників зерна голозерного ячменю був би неповним, якщо б ми не згадали ряд важливих фітону-

трієнтів, що мають антиоксидантну, протекторну активність щодо певних типів раку та серцево-судинних захворювань. Найбільш дослідженими в цьому аспекті компонентами ячмінного зерна є стероли, токотриєноли, флавоноли та фітофеноли. Значну частку антиоксидантної активності в зерні ячменю складають нерозчинні феноли і ферулева кислота, яка етерифікована з арабіноксиланами клітинних стінок алейронового шару і ендосперму [22]. Фітостероли, як і багато інших цінних сполук, зосереджені також в алейроновому шарі зернівки. Загальний вміст фітостеролів у зерні ячменю становить від 820 до 2349 мг/кг [23].

Ряд фітонутрієнтів ячменю є пігментами, що синтезуються в зерні різного кольору. Чорний колір зерна зумовлений присутністю меланінів, коричневий — антоціанінів у поверхневому шарі зернівки. Більшість пігментів зерна підпадають під фітохімічну класифікацію, включаючи антоціанідини, прантодіанідини, флавоноли, фенольні кислоти і фенологлюкозиди [24].

Слід наголосити, в сучасних сортах лісостепової екології алейроновий шар складає ~13,2 % від маси зернівки, а в сортах степової екології — 17,3–20,5 % [4–5].

Субалейроновий шар плівчастих сортів формується з 2–4 рядів клітин товщиною 80–100 мкм. Складається переважно з крохмалю. При нестачі вологи в ґрунті в період дозрівання в клітинах субалейронового шару спостерігається повна відсутність крохмалю. Зменшується маса зернівок, спостерігається «щуплість», «зморшкуватість» зерна плівчастого ячменю і в цілому знижується урожайність. Виявлено, що між кількістю протеїну в зерні і кількістю незаповнених крохмалем клітин в субалейроновому шарі спостерігається висока зворотна кореляція (-0,71). Тобто, в посуху налив зерна нежаростійких плівчастих сортів відбувається з суттєвим недобором крохмалю, що, в свою чергу, збільшує кількість клітковини і сирого протеїну [4].

Зародок займає 2,8–5,5 % від маси зернівки. Хімічний склад: >35 % — розчинні білки (альбуміни і глобуліни); ~20 % — ненасичені жирні кислоти (ліноленова, лінолева, олеїнова); 1,4–6,8 % — рафіноза та інші моно- і олігосахариди; жиророзчинні вітаміни — А; D; E; K; F; мікроелементи [4; 7; 16–20].

Ячмінь є абсолютним чемпіоном серед злаків за вмістом токолів — вітаміну E (жиророзчинні токоферолі і токотриєноли). Токолі пов'язані з вмістом ненасичених жирних кислот переважно в зародку і в алейроновому шарі, а їхня концентрація позитивно корелює з вмістом олії. Вміст α -токоферолів і α -токотриєнолів в олії зерна ячменю відповідно в 24 і 17 разів (!) вищий, ніж в олії кукурудзи. Ячмінь, у порівнянні з іншими культурами, вигідно відрізняється високим вмістом ліноленової кислоти (вітамін F або ω -3), якій сучасна дієтологія відводить **стратегічну роль** у жировому обміні організму людини. Ліноленова кислота майже зовсім відсутня в олії кукурудзи, соняшнику і маслин, в зерні пшениці і вівса, незначна кількість присутня в олії сої [23].

Ендосперм займає 70–80 % від маси зернівки. Хімічний склад: левова частка належить крохмалю — 44–65 %; запасні нерозчинні високомолекулярні білки (гордеїни і глютеліни) займають 12–8 %; ненасичені жирні кислоти — 2,0–2,8 %; целюлоза і геміцелюлоза — біля 40 %; стінки клітин ендосперму складаються з β -глюканів (~70 %) і арабіноксиланів (~20 %) [4; 23].

Крохмаль ячменю, подібно до пшеничного, складається з двох структурно відмінних компонентів: мілких зерен — амілози (20–23 %) і крупних, округлих, пластидних зерен — амілопектину (70–80 %). Амілоза є лінійним полімером α -(1,4)-D-глюкози, вона утворюється з кількох ланцюжків, зчеплених по спіралі глюкозидними рештками. Молекулярна маса амілози варіює від 30 до 1000 кД. Амілопектин має розгалужену молекулярну структуру, в якій лінійно розміщені залишки α -(1,4)-D-глюкози. Молекулярна маса «гіллястого» амілопектину сягає сотень мільйонів дальтон. Амілоза більш розчинна у воді, ніж амілопектин, але розчини її нестійкі, швидко утворюється кристалічний осад. Амілопектин утворює в'язкі, надзвичайно стійкі розчини і майже повністю перетравлюється в організмі людини. Амілоза і амілопектин входять у різних пропорціях до складу крохмальних зерен, в результаті чого у сортів спостерігається неоднакова швидкість і температура оцукрювання та клейстеризації крохмалю. Це співвідношення змінює стійкість крохмалю до солей і кислот. Спостерігається зворотна кореляція між кількістю крохмалю в зерні і амілози в крохмалі [4; 23].

У ячменю значно раніше, ніж у пшениці, генетики і селекціонери створили так звані сорти ваксі (*waxy*), крохмаль яких, на відміну від звичайних сортів ячменю, містить майже 100 % амілопектину. Ознака ваксі контролюється геном **wax**, розміщеним у хромосомі 1(7)HS. Перші сорти ячменю ваксі одержали в Японії (1995), Канаді (1997) і Швеції (2005). Ячмені ваксі, на відміну від звичайних сортів, мають підвищений вміст простих цукрів: глюкози, фруктози, цукрози і розчинної клітковини в формі β -глюканів. Вважають, що ячмінь ваксі має підвищений вміст β -глюканів у зв'язку з тим, що у нього генетично блокований процес трансформації глюкози в крохмаль, і метаболізм за участю глюкози частково спрямований на біосинтез β -глюканів. Ячмінь з геном **wax** містить на ~ 40 % більше β -глюканів у порівнянні із звичайним, крім того, він містить в середньому на 25 % більше олії, ніж зерно звичайного. В деяких мутантних формах голозерного ячменю, створених нещодавно в Канаді, виявлено вже до 15–16 % β -глюканів. До речі, β -глюкани клітинних стінок ендосперму складаються з досить великих (107 Да) та стійких молекул і утворюють справжній бар'єр для гідролітичних ферментів. Суттєво зменшується швидкість оцукрювання крохмалю, збільшується термін фільтрації суслу і його в'язкість, тобто виробництво якісного пива щонайперше залежить від кількості (не більше 2–3 %) β -глюканів [25–27].

За фракційним складом білків сорти ячменю суттєво різняться між собою. Сорти лісостепової екології в оптимальних умовах вирощування містять більше альбумінів і глобулінів, ніж сорти степової екології, де переважають гордеїни і глютеніни. В умовах посухи, в Степу України, накопичується більше гордеїнів і глютенінів, тому зростає кількість клейковини. Але за фізичними властивостями клейковина ячменю суттєво поступається клейковині пшениці, вона сірого кольору, туга, нееластична, швидко рветься.

Матеріал і методи досліджень. У відділі генетичних основ селекції СГІ протягом останнього 10-річчя розгорнута найширша в Україні програма створення селекційного матеріалу для сортів голозерного ячменю різноманітного харчового призначення. Програма націлена на створення високопродуктивних селекційних ліній голозерного ячменю з технологічними показниками зерна, придатного для виготовлення широкої гамми харчових продуктів. Для одержання борошна, круп, локшини, макаронів і хлібобулочних виробів створюються твердозерні сорти, в тому числі ваксі коричневого, жовтого, білого та інших кольорів; для пластівців — м'якозерні сорти; соків — з паростків ячменю; для питного спирту — м'якозерні сорти ваксі з підвищеним вмістом якісного крохмалю.

Селекція сортів голозерного ячменю включає в себе всі проблеми і складнощі селекції плівчастого: стійкість до інфекційних хвороб та полягання, холодостійкість і жаростійкість тощо. Але, крім того, значення має стійкість зародка зернівки при обмолоті, форма, колір і виповненість зернівки, вміст і якість білка та крохмалю, твердість зерна, вихід борошна і крупи, якість крупи і пластівців, вміст β -глюканів, вміст загальної і розчинної клітковини, вміст олії та її жирнокислотний склад, вміст мікроелементів, вміст і склад ізомерів токоферолів і токотриенолів, вихід питного спирту при ферментації і дистиляції збіжжя тощо.

Вивчали українські і закордонні сорти та селекційні лінії ячменю, сортозразки з колекції VIP — донори цінних за якістю зерна та іншими господарськими ознаками. За анатомією зернівки досліджено > 5000 голозерних колекційних і селекційних сортозразків. Виявлені майже всі різновиди голозерного ячменю за наступними ознаками: колір зернівки — білий, сірий, жовтий, зелений, блакитний, коричневий, чорний; форма зернівки — видовжена, овальна, округла; основа зернівки — скошена (зародок виступає за овал зернівки), пряма (зародок захований). Джерелом гена **wax** стали комерційні голозерні сорти канадської селекції Alamo і Candle, отримані від провідного селекціонера Канади проф. Брайана Росснагеля (Crop Development Centre, University of Saskatchewan, Canada). До гібридизації залучені ~ 60 сортів і селекційних сортозразків вітчизняної і закордонної селекції: плівчасті і голозерні, дворядні і шестирядні, остисті, безості і фуркатні, джерела стійкості до інфекційних хвороб, до вилягання, холодостійкості і жаростійкості ярого і морозостійкості озимого ячменю тощо.

Полюві досліді здійснювали за загальноприйнятими методиками. Відбирали селекційний матеріал гібридного походження до F_8 за методом Педігрі.

Селекційні лінії контрольного розсадника вивчали при заліковій площі ділянок 10 м². Через кожних три селекційні лінії голозерного ячменю розміщували національний стандарт України — плівчастий сорт Командор. Попереднє і конкурсне сортовипробування — за загальноприйнятими методиками. Вивчалися також плівчасті популярні сорти України Геліос, Гетьман, Водограй, Святогор, Воевода.

Фракційний склад зерна здійснювали на лабораторному класифікаторі «Paul Polikeit» за ГОСТом 5784–60.

Твердозерність визначали на мікротвердомірі «Brabender».

Борошно (шрот) виготовляли на лабораторному млині «Laboratory 3100».

Вміст білка — за міжнародним стандартом ISO 659 і на приладі «SpektraAlyzer premium». Вміст крохмалю визначали за ГОСТом 10845–98; вміст олії — за ISO 659; жирних кислот олії — методом газової хроматографії в ультратонкій колонці на хроматографі «Shimadzu 2014» за стандартом ISO 5508 та ISO 5509.

Процедуру ферментації та дистиляції виконували з використанням сконструйованого у відділі генетичних основ селекції СГІ лабораторного реактора-ферментатора та лабораторної дистиляційної установки. Концентрацію етанолу після ферментації визначали за допомогою високоточних пікнометрів та спеціальних розрахункових таблиць. Вміст розчинних білків здійснювали в 50 % 1-пропанолі [20].

Крупку виготовляли на мікрокрупорушці КТ-30 «Falling Number». Витримували фізичні параметри крупки у відповідності з вимогами ГОСТу 5784–60. Визначали вихід крупки у відсотках і за тривалістю помелу.

Приготування каші для оцінки технологічних властивостей крупки голозерних ліній ячменю відбувалося за такою процедурою: зважували 25 г крупки з точністю до 0,1 г, переносили в мірний циліндр 250 мл для визначення об'єму сухої крупки. Потім переносили крупку в термостійку ємкість 500 мл (попередньо зважену). Додавали води у співвідношенні крупка до води 1 : 6 і нагрівали, з моменту закипання відраховували час — 20 хвилин, помішуючи скляною паличкою. Далі охолоджували (~20 хвилин). Зважували ємкість з готовою кашею для визначення маси каші. Потім переносили кашу повністю в мірний циліндр 500 см³, додавали невелику кількість води до повного об'єму циліндра, ретельно перемішували і відстоювали протягом двох годин (достатньо для осадження готової каші та мутного залишку). Визначали об'єм каші і об'єм залишку.

Для оцінки селекційних ліній голозерного ячменю за якістю пластівців застосовували елементи технології з наступними етапами: 1) *відволоження* зерна до 25 % протягом 16 годин; 2) *обробка парою* 0,15 МПа протягом 5 хвилин у сконструйованій у відділі пароварці; 3) *охолодження*

і підсушування 10 хвилин; 4) *плющення* на гладеньких вальцях лабораторного формувача тіста «Brevettata» виробництва компанії «TITANIA», зазор між вальцями 0,5–0,6 мм; 5) *висушування* в термостаті до вологості 12 %.

Результати досліджень та обговорення. Однією з негативних ознак зерна голозерного ячменю є слабка стійкість зародка до механічної дії молотильних органів і, як наслідок, зниження польової схожості насіння. Для подолання цього важливе значення в селекції має контроль за формою зернівки і характером розміщення зародка. Більшість сучасних сортів плівчастого ячменю має видовжену і видовжено-овальну зернівку. Тому в роботі з гібридами голозерного ячменю ми ретельно досліджуємо особливості морфології зерна і зародка. Вже створено чимало ліній з овальною формою зернівки і навіть округлим зерном, отриманих від схрещувань голозерного, канадського сорту McGwire, BRL-6 (BIP) та інших з плівчастими сортами Гетьман, Вакула, Linus та іншими. Створені перспективні голозерні лінії з округлим зерном СЛ-2083 і СЛ-2085 та багато інших, до того ж вони вирізняються найвищим рівнем твердозерності (майже на рівні озимої твердої пшениці Алий парус), що має суттєве значення для виготовлення високоякісної крупки.

Створені селекційні лінії відрізняються різноманіттям за показниками харчової якості зерна. За кількістю білка в зерні перспективні голозерні лінії значно перевищують плівчасті сорти України — 17,14–21,06 % проти 12,5–14,05 % у плівчастих сортів; за кількістю β -глюканів — до 9,56 % проти 4,28–6,21 % у плівчастих сортів; за кількістю олії — 2,73–3,24 % проти 2,37 % у сорту Командор. У створених ліній спостерігається висока варіабельність за ознакою твердості зерна — від 17–28 сек до 136–286 сек.

За вмістом ліноленової кислоти (вітамін F або ω -3), яка має *стратегічне значення* в процесах метаболізму жирів в організмі людини, голозерний ячмінь майже в 20 разів перевищує соняшникову олію. А у нашій кращій лінії СЛ-2031wx цей показник становив 5,49 % проти 4,21 % у сорту Командор.

Головним критерієм харчової цінності білків зернових культур є їх розчинність, тобто доступність для протеолітичного гідролізу, та ефективність засвоєння в процесі перетравлювання їжі. Більшість створених голозерних селекційних ліній за розчинністю білків майже удвічі перевищують за цим показником сучасні сорти озимої пшениці: 40,3–45,9 % у голозерних ліній проти 21,7 % у кращого сорту озимої пшениці Селянка (табл. 1).

За виходом етанолу з тонни зерна лінії голозерного ячменю на 28 літрів переважали зразки плівчастого ячменю. Причиною цього є перевищення голозерного ячменю над плівчастим за вмістом крохмалю, який в окремих ліній сягав 8 % навіть при тому, що голозерні лінії значно перевищують плівчасті сорти за кількістю білка в зерні. А перевага зразків голозерного ячменю ваксі над зразками плівчастого становила 49 (!) літрів з тонни збіжжя. Суттєва різниця спостерігалась за виходом

Таблиця 1

Характеристика перспективних селекційних ліній голозерного ячменю за показниками біохімічної і технологічної якості зерна, ячної крупи і каші, СГІ, 2012–2013 рр.

Перспективні селекційні лінії, сорти	Зерно						Крупа						Каша		
	білок, %	β-глюкани, %	олія, %	в т. ч. жирні кислоти, %			твердо-зерність, сек	білок, %	в т. ч. розчинні білки, %	β-глюкани, %	олія, %	вихід крупи, %	об'єм каші, см ³	кулінарні якості, бал	
				олеїнова	лінолева	ліноленова									
СЛ-2019wx	17,65	8,38	3,24	18,69	54,50	3,91	42	15,60	40,3	6,92	2,83	78,4	29,5	230	7
СЛ-2020wx	17,24	8,18	2,76	14,77	55,26	4,17	95	15,35	40,2	7,33	2,65	79,4	30,0	245	6
СЛ-2021wx	17,14	7,93	2,72	14,88	55,60	4,39	136	15,03	41,1	6,81	2,46	80,0	29,5	245	5
СЛ-2022wx	17,96	7,99	2,92	14,95	55,41	4,46	60	15,86	45,3	7,02	2,67	78,8	30,5	255	7
СЛ-2023wx	17,72	8,33	2,73	18,51	52,46	4,27	240	15,55	42,0	7,02	2,69	79,2	29,5	260	3
СЛ-2024wx	17,64	7,85	2,82	19,52	52,56	4,97	63	15,46	41,3	6,45	2,67	80,8	31,0	250	7
СЛ-2028wx	17,75	8,35	2,65	17,49	53,08	3,99	286	15,76	45,9	6,98	2,62	79,6	30,0	220	3
СЛ-2029wx	17,73	8,66	2,65	18,08	52,78	4,32	131	15,46	43,8	7,12	2,54	79,4	30,0	270	3
СЛ-2030wx	17,82	7,46	2,67	17,60	53,97	4,75	140	15,31	40,2	6,21	2,55	79,4	29,5	240	3
СЛ-2031wx	17,36	7,76	2,92	17,42	53,27	5,49	69	15,20	33,4	6,42	2,82	80,8	29,5	220	6
СЛ-2085	18,97	5,11	2,41	16,92	52,45	4,32	17	17,31	19,6	4,19	2,28	82,4	30,5	200	9
Ахіллес	21,06	6,57	2,52	18,05	55,48	4,60	28	19,94	42,0	5,72	2,48	81,4	29,0	175	9
Командор — нац. стандарт України	14,52	5,34	2,37	21,11	51,55	4,21	60	13,82	32,1	4,52	2,18	52,7	28,0	245	3
Крупа «Жменька»	–	–	–	–	–	–	–	11,02	29,3	4,13	1,3	~45,0	38,5	240	3
Алий парус (оз. тв. пшениця)	12,58	–	–	–	–	–	17	9,51	–	–	–	84,6	31,0	200	4
НСР _{0,05}	0,96	0,95	0,19	1,76	1,21	0,46	–	1,15	0,92	0,88	0,12	1,36	0,91	11,3	–

етилового спирту між селекційними лініями голозерного ячменю з нормальним та блокованим синтезом амілози, що становила в середньому 21 літр з тонни (рис. 2).

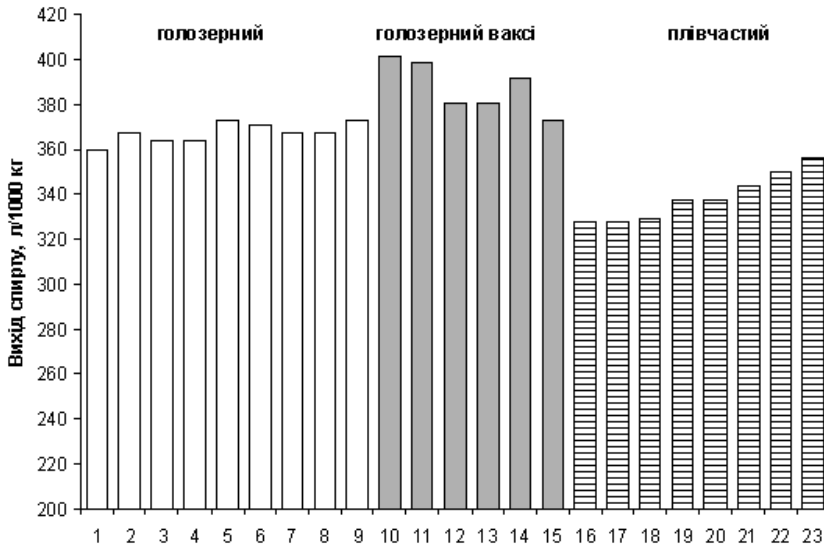


Рис. 2. Вихід етилового спирту із селекційних ліній звичайного голозерного, голозерного ваксі і сортів плівчастого ячменю

Відмінність між досліджуваними селекційними лініями голозерного ячменю полягає перш за все у фізико-хімічних властивостях крохмалю. Генотипи ячменю ваксі мають аномальний його склад — нульовий вміст амілози. Очевидно, що, як і у пшениць типу ваксі і кукурудзи ваксі, крохмальні гранули ячменю ваксі є нестійкі проти механічної дії при помелі зерна, і, як наслідок, значна їхня частина руйнується. Це призводить до відчутного підвищення загальної активної фізичної поверхні крохмалю та його більш ефективної ферментації.

Вміст крохмалю у сухому залишку після ферментації та дистиляції у генотипів ячменю ваксі мінімальний — 1,1 %, що на 0,6 % менше, ніж у генотипів плівчастого ячменю. Це є свідченням того, що крохмаль амілопектинового типу більш ефективно трансформується у спирт.

Вивчали вміст білка, β -глюканів та олії в зерні голозерного ячменю в залежності від розміру зерна. На лабораторному класифікаторі «Paul Polikeit» були відокремлені фракції зерна за сходом з сит 2,5; 2,2; 2,0 мм. Ці дослідження довели: вміст білка, β -глюканів і олії в залежності від розміру зерна голозерного ячменю не змінюються (табл. 2). На відміну від плівчастих сортів, у яких, зазвичай, спостерігається зворотна кореляція між вмістом білка і масою 1000 зерен та плівчастістю (табл. 3). Тобто, якщо для плівчастих пивоварних і «цінних» для виготовлення перлової і ячної крупи одними із перших критеріїв технологічної оцінки зерна є крупність, вирівняність і плівчастість, то для голозерного ячменю калібрувати зерно і насіння на зерночисних машинах не потрібно, достатньо лише відвіяти плівку.

Таблиця 2

Вміст білка, β-глюканів, олії в зерні голозерного ячменю в залежності від розміру зерна, СГІ, 2013 р.

Сорт, селекційні лінії	2,5 мм				2,2 мм				2,0 мм						
	Схід з сита, %	МТЗ, г	Вміст, %			Схід з сита, %	МТЗ, г	Вміст, %			Схід з сита, %	МТЗ, г	Вміст, %		
			білка	β-глюканів	олії			білка	β-глюканів	олії			білка	β-глюканів	олії
Ахіллес	66,0	48,1	17,9	7,27	2,73	21,0	38,0	17,8	7,37	2,77	13,0	31,3	17,4	7,07	2,72
СЛ-2035	62,0	41,2	15,1	7,28	2,54	22,0	35,4	15,2	7,04	2,67	15,0	29,2	15,7	7,27	2,71
СЛ-2055	66,0	42,4	14,4	6,77	2,50	22,0	35,3	14,1	6,74	2,58	12,0	28,1	14,4	6,62	2,43
СЛ-2078	49,0	44,3	14,8	6,20	2,55	28,0	37,0	14,9	6,55	2,57	23,0	28,0	15,0	6,61	2,57
СЛ-2085	43,0	50,1	17,1	6,74	2,23	40,0	43,2	17,0	7,03	2,24	17,0	32,1	17,0	7,09	2,26
СЛ-2019	65,0	43,1	15,7	8,39	2,96	18,7	36,2	15,3	8,45	3,04	15,4	28,4	15,6	8,64	3,09
СЛ-2022	58,7	41,4	16,2	8,52	3,11	24,6	36,0	15,9	8,36	3,17	16,2	28,2	16,5	8,45	3,27
СЛ-2023	55,3	42,7	16,5	8,57	3,19	28,0	36,8	15,9	8,10	3,24	16,2	28,6	16,1	8,27	3,21
СЛ-2028	58,5	41,5	16,7	8,70	3,24	28,7	36,9	16,1	8,49	3,13	12,7	29,1	16,3	8,58	3,22

Таблиця 3

Вміст білка в зерні півчастого ячменю в залежності від розміру зерна СГІ, 2012 р.

Сорт	2,5 мм			2,2 мм			2,0 мм		
	схід з сита, %	МТЗ, г	вміст білка, %	схід з сита, %	МТЗ, г	вміст білка, %	схід з сита, %	МТЗ, г	вміст білка, %
Командор	93,0	47,0	14,41	4,5	34,3	16,31	2,5	24,7	18,02
Воєвода	94,0	51,0	13,88	4,0	32,5	16,00	2,0	25,5	19,56
Гетьман	92,0	49,2	14,59	5,8	33,1	16,88	2,2	27,1	18,09
Святогор	92,0	48,6	13,48	6,0	32,4	14,59	2,0	25,0	15,81

Досліджували також вміст білка, β -глюканів та олії в шроті і в борошні голозерних ліній ячменю. Ці досліди довели: при виготовленні борошна із голозерного ячменю відбуваються суттєві втрати корисних речовин (табл. 4).

Таблиця 4

Вміст білка, β -глюканів та олії в шроті і у борошні голозерних ліній ячменю СГІ, 2013 р.

Сорт, селекційні лінії	Твердо-зерність, сек	Шрот (вихід 100 %)			Борошно (вихід ~ 50 %)		
		білок, %	β -глюкани, %	олія, %	білок, %	β -глюкани, %	олія, %
Ахіллес	28	18,02	6,14	2,88	15,8	4,05	2,39
СЛ-3016	17	16,96	5,95	2,44	14,7	3,30	2,08
СЛ-3008wx	131	16,76	8,70	2,94	15,3	5,11	2,89

Ячну крупу, а не зерно, сорту Ахіллес ми використали в біохімічних і технологічних дослідженнях з тих міркувань, що саме цей продукт, зазвичай, використовується для кулінарної обробки і споживання. Результати цієї роботи наведені на рисунках 3, 4 (СГІ, 2012 р.).

Вражаючі результати досліджень нещодавно отримали фахівці кафедри фізіології людини і тварин Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. Тримісячних білих щурів годували крупкою нашого голозерного сорту Ахіллес і півчастим сортом Святогор. Харчовий раціон щурів першої групи складався на 70 % з крупки голозерного ячменю, решта — збалансований стандартний раціон віварію, друга група — 70 % з крупки півчастого сорту Святогор, решта — стандартний раціон. Контрольну групу тварин годували стандартним раціоном. За два тижні дослідіу приріст маси тварин у першій групі становив на 106,30 % ($P > 0,05 - 0,01$) більше, ніж у другій групі. Але після 4...6 тижнів дослідіу темпи приросту маси тварин сповільнилися (23,34...18,60 %).

Досліджували кількість загального холестерину в крові піддослідних тварин. За 6 тижнів дослідіу кількість загального холестерину достовірно

($P > 0,05 - 0,01$) зменшилась на 33,4 % у першій групі тварин проти 25,0 % у другій. Кількість альбуміну за 6 тижнів харчування достовірно ($P > 0,05 - 0,01$) збільшилась у першій групі на 25,5 % проти 18,1 % у другій групі [28]. Голозерний сорт Ахіллес в 2011 році мав 15,5 % білка і 6,33 % β -глюканів, а плівчастий сорт Святогор — 10,2 % білка і тільки 3,60 % β -глюканів.

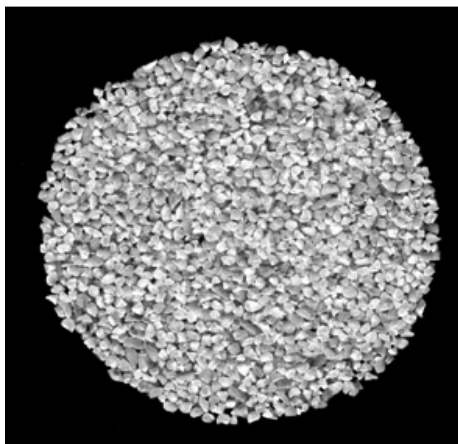


Рис. 3. Ячна крупа сорту Ахіллес
Хімічний склад: білки — **19,94 %**
в т. ч. розчинні білки — **42,0 %**
 β -глюкани — **5,51 %**
олія — **2,48 %**.
Твердозерність — **28 %**.
Вихід крупи — **81,4 %**

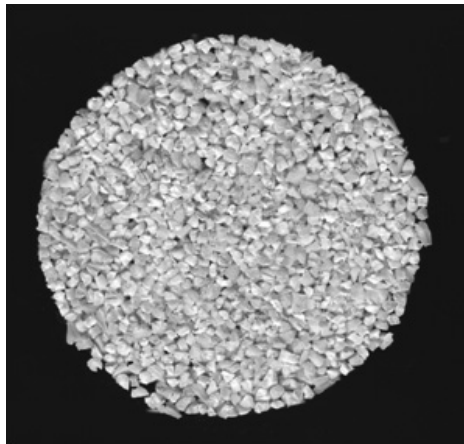


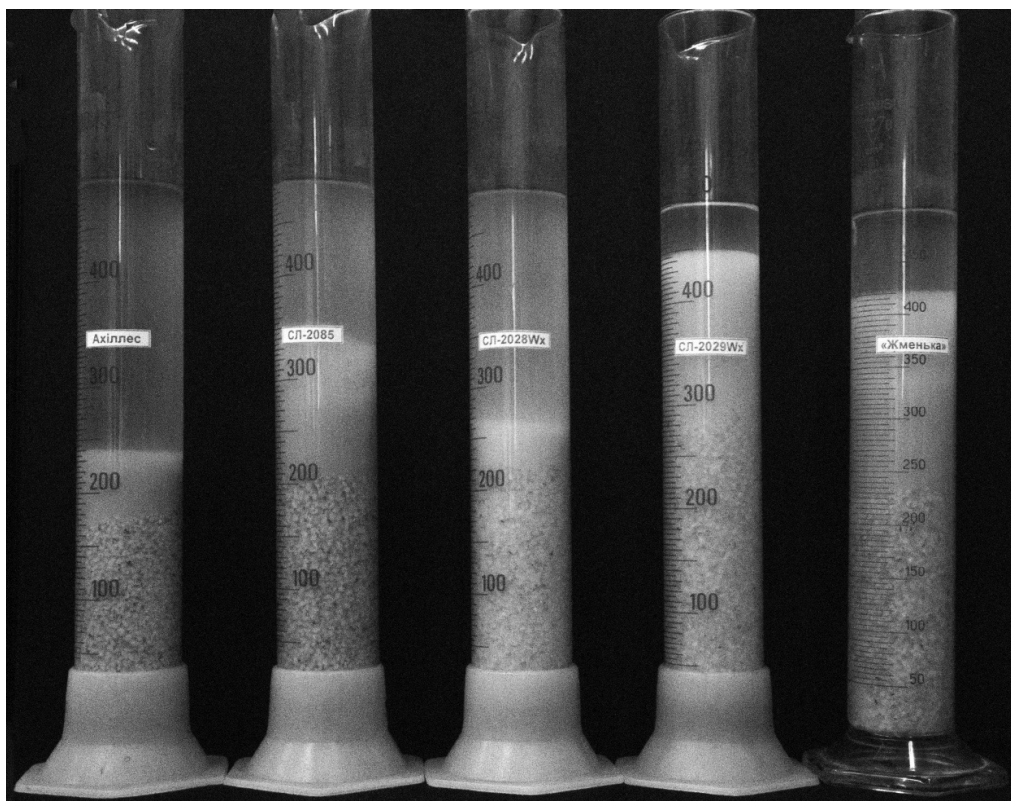
Рис. 4. Ячна крупа ТМ «Жменька»
Хімічний склад: білки — 11,02 %
в т. ч. розчинні білки — 29,3 %
 β -глюкани — 4,13 %
олія — 1,3 %.
Твердозерність — 49 %.
Вихід крупи ~ 45 %

Технологічну оцінку каші, виготовленої із ячної крупи голозерних селекційних ліній, вивчали в залежності від показників твердозерності, кількості білка і β -глюканів. Ці дослідження засвідчили наступне (табл. 1, рис. 3, 4, 5).

Порівнювали також каші, виготовлені з цілого зерна голозерних ліній, в порівнянні з перловою крупою ТМ «Жменька», час варіння 30 хв. Каші з цілого зерна твердозерних і м'якозерних ліній зберігали свою структуру і консистенцію на відміну від перлової каші ТМ «Жменька», яка була майже однорідною, крохмалистою, клейкою масою зі специфічною гіркотою (рис. 6).

Пластівці, виготовлені із м'якозерних і твердозерних ліній, навпаки, суттєво різнилися між собою. Пластівці із м'якозерних ліній — СЛ-2023wх, СЛ-2030wх були м'якими, некрихкими, більш смачними. Від комерційних білих, крохмалистих пластівців із обдертого плівчастого ячменю ТМ Fine Food «Екстра» відрізнялися більш привабливим золотистим кольором (рис. 7).

Перший чистолінійний сорт голозерного ячменю Ахіллес з 2014 року внесений до Державного реєстру сортів рослин України для вирощу-



Ахіллес	СЛ-2085	СЛ-2028wx	СЛ-2029wx	«Жменька»
Твердоз. – 28 сек	Твердоз. – 17 сек	Твердоз. – 286 сек	Твердоз. – 131 сек	Твердоз. – 49 сек
Білок – 19,94%	Білок – 17,31%	Білок – 15,76%	Білок – 15,46%	Білок – 11,02%
β-глюкани – 5,72%	β-глюкани – 4,19%	β-глюкани – 6,98%	β-глюкани – 7,12%	β-глюкани – 4,13%
Об'єм каші – 175 см ³	Об'єм каші – 200 см ³	Об'єм каші – 220 см ³	Об'єм каші – 270 см ³	Об'єм каші – 240 см ³
Об'єм мутного залишку – 50 см ³	Об'єм мутного залишку – 120 см ³	Об'єм мутного залишку – 45 см ³	Об'єм мутного залишку – 170 см ³	Об'єм мутного залишку – 180 см ³

Рис. 5. Якість каші, виготовленої із ячної крупи різноманітних ліній голозерного ячменю (СГІ, 2013 р.)

вання у всіх зонах. Виведений він із популяції голозерного Чорноморця, отриманого в свою чергу від схрещування Jet (var.nigrinudum) x Чорноморець (var.nutans), восьми переривчастих бекросів і добором голозерних генотипів. В F₂₀ було відібрано кілька сотень колоссів. У подальшому створені селекційні лінії вивчалися в селекційному і контрольному розсадниках за наступними показниками: для визначення ступеню затримки третього етапу органогенезу (фотоперіодична чутливість) і морозостійкості посів здійснювали в середині жовтня; для визначення холодостійкості на стадії сходи — кущення сіяли в «лютневі вікна». У попередньому і конкурсному сортовипробуваннях голозерні лінії досліджували за кольором і формою зернівки, зазубреністю остюків, життєздатністю насіння, стійкістю до хвороб, біохімічними і технологічними показниками зерна.

Сорт Ахіллес ярого типу розвитку, але з суттєвою (>25 діб) затримкою стадії трубкування на короткому дні. Посіви 10–15 жовтня в дослідах 2006–2011 років витримували морози в грудні до -12...-14 °С в зоні

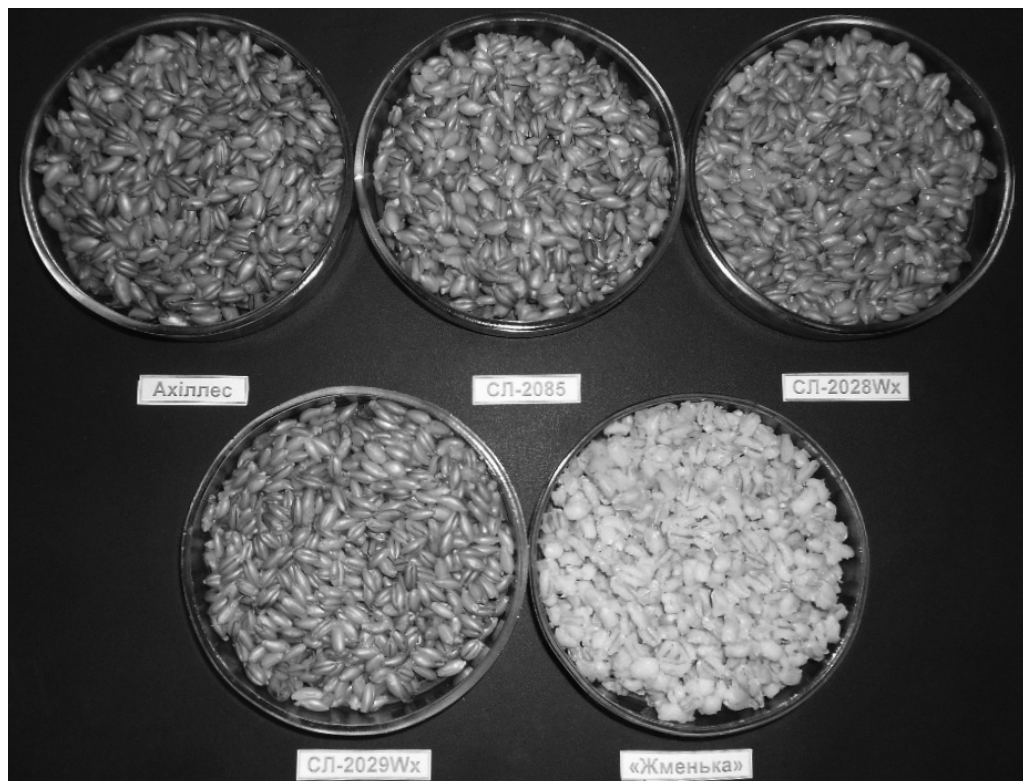


Рис. 6. Продукти, виготовлені з цілого зерна голозерних ліній, у порівнянні з кашею, звареною з перлової крупи ТМ «Жменька»

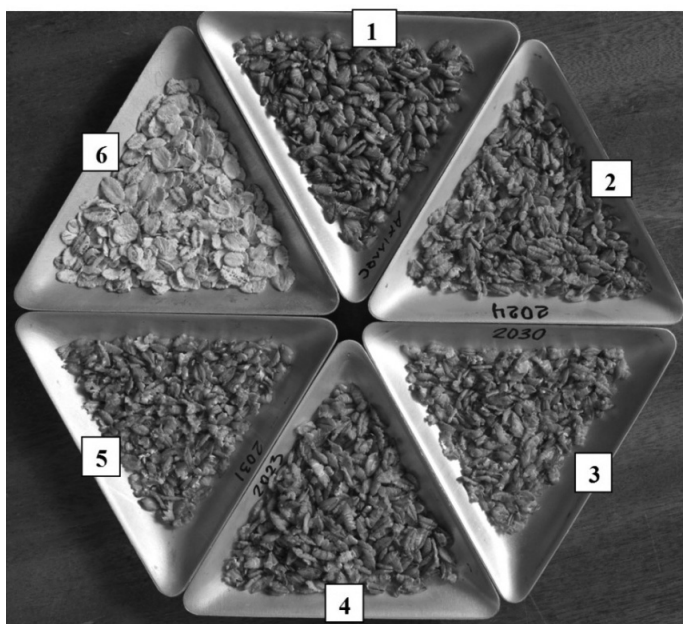
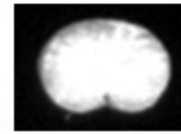
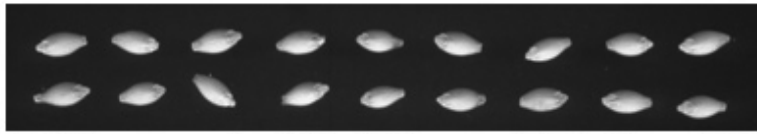
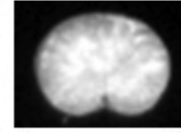
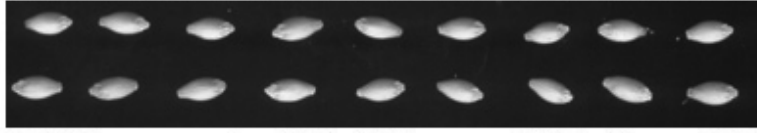


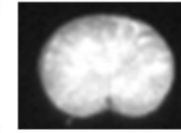
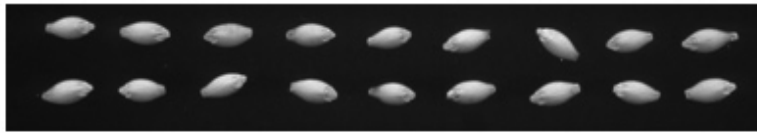
Рис. 7. Пластівці із голозерних ліній ячменю: 1 — сорт Ахіллес — 28 сек ; 2 — СЛ-2024wx — 63 сек; 3 — СЛ-2030wx — 140 сек; 4 — СЛ-2023wx — 240 сек; 5 — СЛ-2031wx — 69 сек; 6 — комерційні пластівці «Екстра» із плівчастого ячменю



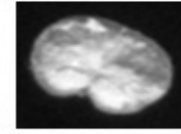
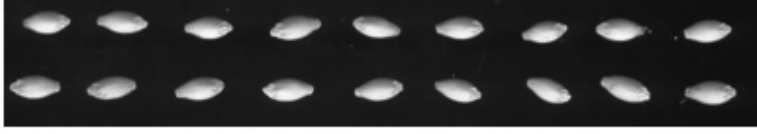
СЛ-2028wx, var. *nudum*, МТЗ – 40,9 г, натура 760 г/л, білок – 17,75 %, β-глюкани – 8,35 %
твердозерність – 286 сек, олія – 2,65 %, урожай – 3,40 т/га (90,7 %)



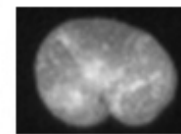
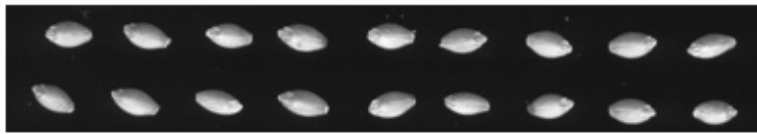
СЛ-2029wx, var. *nudum*, МТЗ – 37,8 г, натура 766 г/л, білок – 17,73 %, β-глюкани – 8,66 %
твердозерність – 131 сек, олія – 2,65 %, урожай – 3,77 т/га (100,5 %)



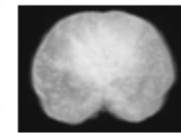
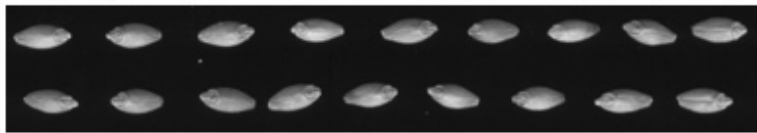
СЛ-2030wx, var. *nudum*, МТЗ – 44,0 г, натура 736 г/л, білок – 17,82 %, β-глюкани – 7,46 %
твердозерність – 140 сек, олія – 2,67 %, урожай – 3,86 т/га (102,9 %)



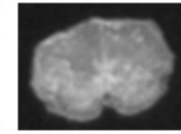
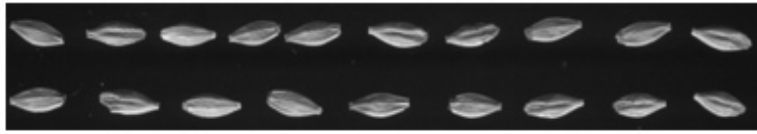
СЛ-2031wx, var. *nudum*, МТЗ – 37,8 г, натура 756 г/л, білок – 17,36 %, β-глюкани – 7,76 %
твердозерність – 69 сек, олія – 2,92 %, урожай – 4,03 т/га (107,4 %)



СЛ-2085, var. *nudum*, МТЗ – 44,8 г, натура 776 г/л, білок – 18,79 %, β-глюкани – 5,85 %
твердозерність – 20 сек, олія – 2,58 %, урожай – 3,74 т/га (99,7 %)



Сорт Ахіллес, var. *glabrinudum*, МТЗ – 45,2 г, натура 758 г/л, білок – 21,06 %, β-глюкани – 6,57 %, твердозерність – 28 сек, олія – 2,52 %, урожай – 4,08 т/га (108,8 %)



Сорт Командор – нац. стандарт України, var. *nutans*, МТЗ – 42,4 г, натура 648 г/л, білок – 14,52 %, β-глюкани – 5,34 %, твердозерність – 60 сек, олія – 2,37 %, плівчастість – 12,2 %, урожай – 3,75 т/га

Рис. 8. Характеристика перспективних селекційних ліній голозерного ячменю за показниками форми зернівки, урожайності, технологічної і біохімічної оцінки зерна, СГП, 2012–2013 рр.

вузла кущення без снігового покриву і отримували врожаї >7 т/га. Посів у «лютневі вікна» в 2013 році в стадії сходи — кущення, після повернення холодів у березні, Ахіллес за температурою -10 °С (три доби) був зовсім не ушкоджений, тоді як багато плівчастих українських і західноєвропейських сортів загинули майже зовсім.

Різновидність *glabrinudum* є рідкісною і характеризується гладенькими остюками (апробаційна ознака). Рослина середньої висоти, формує крупне, достатньо вирівняне, овальної форми зерно від жовтого до коричневого кольору. Сорт холодостійкий, середньостиглий. Достатньо стійкий до вилягання (8 балів), стійкий до осипання. Стійкий до карликової іржі (9 балів), видів гельмінтоспориозу (9 балів), рінхоспориозу (9 балів), борошнистої роси (8 балів). Відрізняється від плівчастих сортів підвищеною жаростійкістю. За врожайністю майже не поступається найбільш популярним плівчастим сортам України.

Агротехнічні вимоги звичайні для сортів ярого ячменю: ранні строки сівби на глибину не більше ніж 5–6 см, норма висіву 3,5–4,0 млн/га схожого насіння, внесення мінеральних добрив, особливо азотних. У фазу кушіння — початок трубкування рекомендую провести обприскування посіву сумішшю: гербіцид (системної дії) + фунгіцид + інсектицид (системної дії) + 10–15 кг/га карбаміду у вечірні часи.

Перспективні голозерні лінії з овальною і округлою формою зернівки вивчаються в конкурсному сортовипробуванні. За результатами 2012–2013 років за врожаєм не поступалися сорту Командор, але значно перевищували його за технологічними і біохімічними показниками зерна продовольчого призначення (рис. 8).

Висновки.

1. Найбільш корисні продукти з голозерного ячменю слід виготовляти з ячної крупи або з цільного зерна, борошно для дитячого харчування — із шроту. При виготовленні борошна із голозерних ліній (вихід ~ 50 %) спостерігаються суттєві втрати корисних речовин: білка на 9–13 %, β -глюканів на 34–44 %, олії на 2–17 %.

2. Слід сподіватися, що незабаром і в Україні, як і в інших цивілізованих країнах, населення матиме можливість споживати значно корисніші продукти, виготовлені з голозерного ячменю власного виробництва.

Відділ генетичних основ селекції СГІ плідно співпрацює з фахівцями Одеської національної академії харчових технологій, кафедри фізіології людини і тварин Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова, Інституту клітинної біології і генетичної інженерії Національної академії наук України, Інституту фізіології рослин і генетики Національної академії наук України за плідну технічну співпрацю.

Висловлюю подяку моїм учителям: доктору біологічних наук *Рибалці О. І.*, кандидату сільськогосподарських наук *Кірдогло Є. К.* і окрема вдячність — високо досвідченому вченому — технологу зернових культур *Ліні Семенівні Лифенко*.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Newman R. K., Newman C. W. Barley for food and health — science, technology and products. — John Wiley & Sons, Inc., Publ. USA, 2009. — 245 p.
2. Conway J. M. Health Benefits of Barley — Effect of barley consumption on glucose, insulin and lipid a effect metabolismbolis. — Canada, 2006. — 83 p.
3. Рибалка О. І. Якість зерна ячменю: генетична методологія селекції // Збірник наукових праць СГІ–НЦНС. — Одеса, 2008. — Вип.12(52). — С. 76–95.
4. Трофимовская А. Я. Ячмень (эволюция, классификация, селекция). — Л.: Колос, 1972. — 294 с.
5. Лукьянова М. В., Трофимовская А. Я. и др. Культурная флора СССР // Ячмень. — Л.: Агропромиздат, 1990. — Т. 2, ч. 2. — 421 с.
6. Имшенецкий Е. И., Сысоев А. Ф. Исследование белковых фракций зерна пленчатого и голозерного ячменя методами хроматографии и электрофореза // Доклады ВАСХНИЛ. — 1971. — № 5. — С. 9–11.
7. Закрыжевская Л. Т. Липиды ячменя и их изменения в процессе его созревания. — М.: МТИПП, 1979. — 28 с.
8. Кирдогло Е. К., Левицкий А. П. и др. Изогенный анализ голозерности у ячменя в связи с селекцией на повышение кормовых достоинств // Доклады ВАСХНИЛ. — 1983. — № 1. — С.12–14.
9. Hinata M., Ono M. et al. Metabolic improvement of male prisoners with type 2 diabetes in Fukushima Prison Japan // Diabetes Res. Clin. Pract. — 2007. — V. 77. — P. 327–332.
10. NACRe. Fibres et prévention du cancer colorectal // Let. Sc. IFN. — 2001. — V. 81. — P. 1–12.
11. Rimm E. B., Ascherio A. et al. Vegetable, fruit and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men // Journ. Am. Med. Assoc. — 1996. — V. 275. — P. 447–451.
12. Trowell H. Coronary heart disease and dietary fiber // Am. Journ. Clin. Nutr. — 1975. — V. 28. — P. 798–800.
13. Yang J.-L., Kim Y.-H. et al. Barley β -glucan lowers serum cholesterol based on the up-regulation cholesterol 7 α -hydroxylase activity and mRNA abundance in cholesterol — fed rats // Journ. Nutr. Sci. Vitaminol. — 2003. — V. 49. — P. 381–387.
14. Cavallero M., Viva A. et al. Improvement of spaghetti and bread with beta-glucan and tocolds from naked barley flour // Proc. of the 8th Intl. Barley Genet. Symp. — 2000. — V. 1. — P. 282–285.
15. Wang L., Xue Q. et al. Tocotrienol and fatty acid composition of barley oil and their effects on lipid metabolism // Plant Foods Hum. Nutr. — 1993. — V. 43. — P. 9–17.
16. Cakmak I., Ozkan H. et al. Zinc and Iron concentration in seed of wild, primitive, and modern wheat's // Food Nutr. Bull. — 2000. — V. 21. — P. 401–403.
17. Graham R. D., Welch R. M. et al. Addressing micronutrient malnutrition through enhancing the nutritional quality of staple foods: principles, perspectives and knowl-edge gaps // Adv. Agron. — 2001. — V. 70. — P. 77–142.
18. Welch R. M., William A. et al. Potential for improving bioavailable zinc in wheat grain (Tritikum spesies) through plant breeding // Journ. Agric. Food Chem. — 2005. — V. 53. — P. 2176–2180.
19. Абугалиева А. И., Грандо С. и др. Характеристика коллекции ячменя по биохимическим показателям зерна, определяющим его хозяйственную

- ценность // Генетические ресурсы культурных растений. Проблемы эволюции и систематики культурных растений. — Санкт-Петербург: ВИР, 2009. — С. 244–247.
20. Савин Т. В., Аbugалиева А. И. и др. Характеристика сортовых ресурсов ячменя по содержанию Fe в зерне // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. — Санкт-Петербург: ВИР, 2013. — Т. 171. — С. 81–85.
 21. Marconi E., Graziano M. et al. Composition and utilization of barley pearling by-product for making functional pastas rich in dietary fiber and β -glucans // *Cereal Chem.* — 2000. — V. 77. — P. 133–139.
 22. Bunzel M., Ralph J. et al. Phenolic compounds as cross-links of plant derived polysaccharides. // *Czech. Journ. Food Sci.* — 2004. — V. 22. — P. 64–67.
 23. Рибалка О. І. Харчова цінність зерна ячменю як джерела для поліпшення харчової цінності пшениці // Якість пшениці та її поліпшення. — Київ: Логос, 2011. — С.110–118.
 24. Mazza G., Gao L. Blue and purple grains // *Specialty Grains for Food and Feed* / E. Abdel-Aal and P. Woods, eds.; Am. Assoc. Cereal Chem. — St. Paul., MN, 2005. — P. 313–350.
 25. Forrest I. S., Wainwright T. The mode of binding of b-glucans and pentosans in barley endosperm cell walls // *Journal of the Institute of Brewing.* — 1977. — 83. — P. 279–286.
 26. Lusk L. T., Duncombe G. R. et al. Ryder Barley-glucan and beer foam stability // *Journal of the American Society of Brewing Chemists D.* — 2001. — V. 59. — P. 183–186.
 27. Baik B.-K., Ullrich S. E. Barley for food: Characteristics, improvement, and renewed interest // *Journal of Cereal Science.* — 2008. — V. 48. — P. 233–242.
 28. Майкова Г. В., Еберле Л. В. та ін. Гематологічні та біохімічні показники крові щурів за умов харчування голозерним та плівчастим ячменем // Вісник Одеського національного університету ім. І. І. Мечникова. — 2011. — Т. 16, вип. 18 (25). — С. 89–94.

Надійшла до редакції 20.05.2014

UDC 581.4:577.1:631.527:633.16

Polishchuk S. S. Plant Breeding and Genetics Institute — National Center of Seed and Cultivar Investigations

THE METHODOLOGY AND RESULTS OF BARLEY BREEDING FOR FOOD PURPOSE

The problems of hullless barley breeding for food purposes are discussed, the results of breeding, biochemical, hematological and technological studies have been presented. The developed breeding lines are diverse in terms of the nutritional value of the grain. By the content of soluble proteins, β -glucans, oil, vitamins the promising lines of hullless barley significantly exceed hulled barley varieties of Ukraine. The most useful products from hullless barley should be made from pearl barley groats or whole grain and flour for

baby food — from *schrott*. The first pure line variety of hulless barley Akhiles in 2014 was enrolled in the State Register of Plant Varieties of Ukraine for growing in all the regions of Ukraine.

УДК 581.4:577.1:631.527:633.16

Полищук С. С.

МЕТОДОЛОГИЯ И РЕЗУЛЬТАТЫ СЕЛЕКЦИИ ЯЧМЕНЯ ПИЩЕВОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Обсуждаются проблемы селекции голозерного ячменя пищевого назначения, приведены результаты селекционных, биохимических, гематологических и технологических исследований. Созданные селекционные линии отличаются разнообразием по показателям пищевой ценности зерна. По содержанию растворимых белков, β -глюканов, масла, витаминов перспективные голозерные линии значительно превышают пленчатые сорта Украины. Наиболее полезные продукты из голозерного ячменя следует изготавливать из ячневой крупы или из целого зерна, муку для детского питания — из шрота. Первый чистолинейный сорт голозерного ячменя Ахиллес с 2014 года внесен в Государственный реестр сортов растений Украины для выращивания во всех зонах.