

СТВОРЕННЯ ВИХІДНОГО МАТЕРІАЛУ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ (*TRITICUM AESTIVUM* L.) ЗА ГІБРИДИЗАЦІЇ З ПШЕНИЦЕЮ СПЕЛЬТОЮ (*TRITICUM SPELTA* L.)

БАБІЙ М. М., здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)

*Проведено аналітичний огляд літератури щодо створення вихідного матеріалу пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) за гібридизації зі спельтою (*Triticum spelta* L.). Проаналізовано результати наукових досліджень українських та закордонних вчених, що підтверджують перспективність використання пшениці спельти у селекційному процесі створення вихідного матеріалу пшениці м'якої. Розглянуто генетичні та морфологічні особливості спельти, що визначають її цінність як джерела нових селекційних ознак.*

Ключові слова: пшениця м'яка, пшениця спельта, селекційний процес, генетичне різноманіття

Вступ. Розширення генетичного різноманіття вихідного матеріалу для селекції пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) нині набуває актуального значення. Перспективним джерелом нових селекційно-цінних ознак є спельта (*Triticum spelta* L.), що характеризується високим вмістом білка, мікроелементів і стійкістю до низки абіотичних та біотичних чинників довкілля. Використання спельти для селекційно-генетичного поліпшення пшениці м'якої дозволяє індукувати широкий формотворчий процес і отримати нащадки з поліпшеними якісними та кількісними показниками продуктивності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Спельта – стародавній гексаплоїдний вид пшениці, що характеризується високою адаптивністю до стресових умов, підвищеним вмістом білка, клейковини, сприятливими хлібопекарськими якостями. Завдяки генетичній спорідненості обох видів, їхня гібридизація вдається легко і є ефективним методом інтрогресії цінних ознак спельти до генофонду пшениці м'якої [1–3].

Гібридизацію пшениці м'якої зі спельтою почали проводити в середині ХХ століття, коли селекціонери шукали джерела генетичної варіабельності для поліпшення якості зерна та адаптивного потенціалу. У кінці ХІХ – на початку ХХ століття цей напрямок широко розвивали дослідники із Західної Європи та США, зосередившись на створенні трансгресивних форм із покращеними технологічними та харчовими властивостями зерна. Сьогодні гібридизація пшениці м'якої зі спельтою активно ведеться в наукових центрах Європи, Канади та Австралії, а також у низці українських науково-дослідних інститутів, де використовується поєднання традиційних методів селекції та сучасних молекулярно-генетичних підходів [4, 5].

Гібридизація пшениці м'якої (*Triticum aestivum* L.) зі спельтою (*Triticum spelta* L.) є ефективним інструментом розширення генетичної бази для створення нових сортів з високими показниками якості зерна [5, 6]. Обидва види мають однаковий гексаплоїдний набір хромосом ($2n = 6x = 42$, AABBDD), тісну генетичну подібність, ідентичний геномний і хромосомний склад (BBA^uA^uDD) що забезпечує високу сумісність за схрещування та утворення фертильних гібридів [6, 7]. У результаті такої гібридизації можлива інтрогресія ознак, характерних для спельти: підвищеного вмісту білка, клейковини, мінеральних елементів (Zn, Fe), стійкості до вилягання, хвороб і стресових чинників [5–7]. Отримані нащадки можуть поєднувати продуктивність пшениці м'якої з адаптивністю та харчовою цінністю спельти, що є перспективним напрямом у створенні сортів із покращеними технологічними та біологічними властивостями зерна [7, 8].

Методика досліджень. Проведено аналітичний огляд літератури за темою дисертаційного дослідження. За проведення огляду було використано наступні методи: діалектичного пізнання процесів і явищ, монографічний, емпіричний; порівняльного аналізу, узагальнення і абстрактно-логічний.

Результати досліджень. Спельта вважається одним із найдавніших гексаплоїдних видів пшениці, проте, вона утворилася на кілька тисяч років пізніше стародавніх ди- і тетраплоїдних видів пшениці, зокрема, однозернянки і емера [9–11]. За походженням спельту поділяють на європейський (supraconvar. *spelta*) та азійський (supraconvar. *kuckuckianum* Gökg. ex Dorof.) підвиди. Найдавніші форми азійської спельти були відомі близько VI тисячоліття до н. е. на території Іраку. Вони утворилися за гібридизації пшениці м'якої з тетраплоїдною пшеницею, ймовірно, емером (*Triticum dicoccum* (Schrank ex Schübl.) Thell) [12]. Європейські підвиди спельти утворилися на близько III тисячоліття до н. е. на території Центральної Європи. Нині відомо 40 різновидів азійської спельти і 14 – європейської [12].

Упродовж останніх років спостерігається стабільне зростання зацікавленості до пшениці спельти як в Україні, так і за кордоном. Це зумовлено активним розвитком органічного землеробства та зростаючим попитом на продукти високої харчової якості, які може забезпечити ця культура. Із зерна спельти виготовляють різноманітні продукти: борошно, висівки, крупу, макарони, хлібобулочні вироби, печиво, пиво, спиртові напої тощо [5–8]. Особливий інтерес становить так зване «зелене зерно» – зібране у фазі воскової стиглості, висушене й обмолочене, яке використовують у супах, котлетах, соусах, десертах і як добавку до кисломолочних продуктів [13]. Усе це сприяло суттєвому розширенню площ вирощування спельти в останні роки.

Вид *Triticum spelta* L. має нещільний (близько 15 шт. колосків на 10 см колосового стрижня), ламкий, грубий і жорсткий колос, який за обмолоту розпадається на окремі колоски, що суттєво ускладнює механізоване збирання. Колоскова луска – широка, клиновидна, лопатчата, в верхній частині скошена впоперек. Істотна різниця між спельтою і пшеницею м'якою полягає у наявності міцної колоскової луски, що щільно обгортає насінину. Це додатково ускладнює

процес обмолоту зерна. Генетична природа цього явища детермінуються мутаціями у двох локусах [14, 15].

Перевагою спельти відносно сучасних високоінтенсивних сортів пшениці м'якої є невибагливість до умов і досконалих новітніх технологій вирощування. Спельта майже не зазнала активного впливу селекційної роботи, тому менше ніж сучасні сорти пшениці м'якої реагує на зміни клімату та погіршення родючості ґрунту [16]. Вона має кращі поживні характеристики зерна аніж сучасні сорти пшениці м'якої [7]. Її зерно містить більше загального і розчинного (перетравного) протеїну, цінних ліпідів, мінералів, зокрема, Mg, P, Fe, Cu, Zn та розчинної дієтичної клітковини (з низьким вмістом глютену), ніж сучасні сорти пшениці м'якої. Генетична біофортифікація є загальновизнаною стратегією та найбільш стійким підходом до зменшення дефіциту мінералів і поживних речовин, зокрема, таких мікроелементів, як Fe та Zn [17].

Цінними харчовими властивостями спельти є підвищений вміст у зерні вітамінів, низки мікро- та макроелементів, ненасичених жирних кислот, клейковини, білка з високою кількістю незамінних амінокислот, що не надходять із їжею тваринного походження та інших корисних речовин, порівняно з пшеницею м'якою [18, 19]. Вчені також повідомляють, що в зерні спельти, як і у пшениці м'якої, лімітуючою амінокислотою є лізин [20]. Проте вміст лізину в зерні спельти вищий на 7,7 % порівняно з пшеницею м'якою.

Спельта характеризується у 8–10 разів вищим вмістом резистентного крохмалю [22], вищою аніж у пшениці м'якої антиоксидантною активністю, що обумовлено високим вмістом фолатів, алкілрезорцинолів і фітостеролів [22]. Спельта переважає сучасну пшеницю за вмістом у зерні селену, містить фітинову кислоту, що хелатує на 40 % менше мінералів, ніж у інших видів пшениці [22, 23]. Навіть плівчастість спельти має позитивне значення, оскільки плівка, що тісно огортає насінину, перешкоджає накопиченню шкідливих хімікатів і мікотоксинів [7]. Вчені [23, 24] зазначають, що за хлібопекарськими характеристиками спельта поступається сучасним сортам пшениці м'якої, оскільки останні системно поліпшуються селекційно за показниками якості зерна. Незважаючи на вищий, ніж у пшениці м'якої вміст у зерні білка і клейковини, хлібопекарські властивості цих компонентів у спельти невисокі. Високі якісні характеристики та м'якозерна консистенція ендосперму зерна спельти забезпечують отримання з неї високоякісних кондитерських виробів і круп з відмінними смаковими властивостями [25–28].

Спельта характеризується витривалістю до низки негативних біо- та абіотичних чинників довкілля, зокрема, до суворих умов гірських районів, низки хвороб і шкідників, що зводить до мінімуму необхідність застосовування хімічних засобів захисту [29]. Вирощуванню і використанню спельти перешкоджає низька якість обмолоту зерна, що обумовлено плівчастістю і ламкістю колосового стрижня. Це ускладнює процес механізованого збирання, оскільки виникає потреба у спеціальному обладнанні і додаткових енергетичних витратах, а спроби повністю вимолотити їх призводять до травмування зернівок, внаслідок чого знижується їх схожість. Плівчастість також перешкоджає якісному посіву зерновими сівалками. Західні виробники зерна створили

спеціальні машини, що дозволяють ефективно очистити зернову масу пшениці спельти від плівок без негативного впливу на зерно. В західній Німеччині і Баварії схрещуванням з пшеницями м'якими виведені щільноколосі сорти спельти, які не розпадаються на колоски та легко обмолочуються [29].

Нині сортимент спельти в Україні представлений вісьмома сортами озимого типу розвитку, що характеризуються цінними господарськими ознаками і можуть слугувати вихідним матеріалом для селекції, зокрема: сорти Зоря України і Європа селекції Уманського національного університету садівництва і Всеукраїнського наукового інституту селекції; сорти Евріка і Вишиванка створені Білоцерківською дослідною станцією Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України; сорт Attergauer Dinkel селекції Пробстдорфер Заатцухт Гез.м.б.Х. енд КоКГ (Австрія); сорт Mv Martongold селекції Сентре фор Агрікултурал Ресearч, Хунгаріан Академі оф Сіенсес, Мартонвасар (Угорщина); сорт Білбері створено в Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства і сортовивчення НААН України; сорт Paracelsus селекції SAATBAU LINZ eGen (Австрія) [30].

У Інституті рослинництва імені В. Я. Юр'єва зібрана цінна колекція вихідного матеріалу спельти, що налічує 26 зразків європейських та азійських підвидів. До її складу входять десять сортів, п'ять селекційних ліній і 11 форм народної селекції [31]. Колекція регулярно доповнюється новими спельтоїдними формами, які мають перспективні селекційні ознаки й отримані в процесі наукових досліджень. На основі цих зразків були створені лінії ярої м'якої пшениці (NAK 170/11, NAK 185/11, NAK 195–1/11, NAK 200–1/11), що вирізняються високою продуктивністю, а також лінії (NAK 180–п/11, NAK 254–2/11, NAK 221–1/11, NAK 221–п/11, NAK 228–п/11) з підвищеним вмістом клейковини І групи якості. Крім того, відібрані озимі форми спельти з укороченим стеблом, високою стійкістю до вилягання та полегшеним обмолотом зерна [32–34].

Генетичні дослідження спельти розпочали ще у другій половині ХІХ століття. Встановлено, що низка генів, що контролюють формування адаптивного потенціалу спельти, могли бути успадковані від тетраплоїдних пшениць за гібридизації. До таких генів належать *TaQ-5A*, *TaCOP1-6A*, *TaHY5-like*, *TaPHYA-4B* і *5A-CentANG-H2*, що контролюють морфологічні та таксономічні особливості спельти, зокрема, плівчастість зерна, якість обмолоту пізньостиглість і забезпечують специфічну стійкість до біотичних і абіотичних чинників, що сприяє виживанню рослини в екстремальних умовах [35–37].

Міжвидова гібридизація з пшеницею м'якою є основним напрямом удосконалення, як спельти, так і пшениці м'якої, оскільки дозволяє отримувати нові гібридні форми з покращеними кількісними і якісними показниками [38, 39]. Для забезпечення ефективної селекційної роботи та розширення генетичного різноманіття в наукових установах створюються спеціалізовані колекції зразків, що сприяють збереженню й розширенню генетичної мінливості та забезпечують можливість ретельного аналізу зразків з метою добору оптимальних батьківських компонентів для гібридизації на основі комплексу цінних ознак. В світі активно формуються генетичні банки зразків *Triticum spelta* L., що досліджуються за морфологічними, молекулярно-генетичними, фізіолого-

біохімічними характеристиками, показниками структури врожаю та хлібопекарської якості зерна [40].

Схрещування видів *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. вдається легко, оскільки види мають ідентичний геномний і хромосомний склад окремих субгеномів. У дослідженнях І. І. Місюри зі співавторами [37] показано, що на рівень зав'язування насіння істотно впливає генотип материнської рослини, дата колосіння і цвітіння, спосіб запилення. За використання пшениці м'якої материнською формою рівень зав'язування насіння був істотно вищим (близько 40 %), ніж за запилення спельти пилком пшениці м'якої (близько 15 %). Ці дані узгоджуються з результатами досліджень інших вчених, які також відзначають низький рівень перехресної сумісності у пшениці спельти [36]. Встановлено [37], що за схрещування *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. відсутні проблеми несумісності, пов'язані із впливом Кг-генів. Найвищий рівень зав'язування насіння фіксували за запилення квіток материнської форми на п'яту–шосту добу після кастрації.

Гібридизацію видів *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. почали проводити низка вчених у XIX–XX століттях, зокрема, Л. Вільморен, Б. Каянус, Д. Латуверс, Ф. Лейті і А. Бошнакян, А. Малл, А. Малиновський, В. Нільсон-Лейснер, В. Рімпау, Е. Чермак та ін. Ними встановлено, що гібриди першого покоління між пшеницею м'якою і спельтою за показниками продуктивності наближаються до спельти. У другому поколінні відбувається розчеплення за фенотипом на більш-менш виражені спельти, пшениці м'які та проміжні рослини [41]. Деякі вчені за морфологією колосу у гібридів F₂ *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. отримали розщеплення за моногенною схемою 3 : 1 з кількісною перевагою форм із спельтоїдним типом колосу [42]. Проте, більшість вчених отримували розщеплення за схемою 12 : 3 : 1 або 15 : 1 з домінуванням ознак спельтоїдності [43–46]. У дослідженнях С. М. Січкаря зі співавторами [42] було проаналізовано спадковість морфологічних ознак колосу і встановлено, що у простих та беккросних гібридів F₁ і F₂, отриманих від схрещування спельти з пшеницею м'якою форма, плівчастість, остистість колосу та висота рослин, успадковуються моногенно. Кількість колосків у колосі визначається адитивною взаємодією генів обох батьківських форм, що спричиняє статистично достовірне збільшення цього показника у гібридів F₁ і F₂. Зафіксовано, що зі збільшенням частки генів спельти в геномі беккросних гібридів морфологічні параметри колосу наближаються до спельти.

Гібридизація між *Triticum aestivum* L. і *Triticum spelta* L. може слугувати альтернативою для усунення несприятливих характеристик спельти та поліпшення поживної цінності пшениці м'якої [47]. Проте потенційні переваги таких гібридів на сьогодні ще не вивчені достатньо глибоко [48]. Описані гібриди характеризуються відносною легкістю обмолоту зерна та стійкістю до вилягання, як і у пшениці м'якої, а також можуть слугувати перспективним джерелом вихідного матеріалу для створення нових сортів пшениці [5, 43]. Гібриди F₁, отримані внаслідок схрещування пшениці м'якої зі спельтою, виявили значний ефект гетерозису за такими показниками, як урожайність зерна, кількість зерен у колосі та маса зерна [43].

У низці європейських країн (Німеччина, Чехія, Польща, Франція, Швейцарія) створено сорти пшениці м'якої, зокрема, для органічного землеробства, які в родоводі містять генетичний матеріал *Triticum spelta* L., а гібридні форми використовуються як джерело високого вмісту в зерні білка, адаптивності та придатності до органічного виробництва [49, 50].

В Україні дослідження з використання *Triticum spelta* L. для селекційно-генетичного поліпшення *Triticum aestivum* L. активно ведуться в Інституті фізіології рослин і генетики НАН України, Миронівському інституті пшениці НААН України, Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН, Селекційно-генетичному інституті – Національному центрі насіннєзнавства і сортівивчення НААН, Уманському національному університеті [3–6, 51, 52]. За результатами цих досліджень, створено низку перспективних гібридних форм, що можуть слугувати цінним вихідним матеріалом для подальшої селекції. Зокрема, в Уманському національному університеті за гібридизації *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. створено колекцію вихідного матеріалу з понад 500 зразків пшениці – м'якої озимої, понад 200 зразків – пшениці спельти озимої. Створені генотипи є донорами генів окремих господарсько-цінних ознак, а деякі зразки характеризуються сукупним поєднанням низки важливих ознак і властивостей. Створено і занесено до Державного реєстру сортів рослин придатних для поширення в Україні сорти пшениці м'якої озимої Фрея, Артаплот, Уманська царівна, Євразія, що містять генетичний матеріал пшениці спельти, завдяки чому характеризуються підвищеним вмістом в зерні білка і клейковини [43, 44].

У результаті досліджень проведених І. О. Полянецькою [44] в умовах Уманського національного університету з гібридизації *T. aestivum* × *T. spelta* спостерігали широкий формоутворювальний процес за низкою показників. Всі отримані зразки було умовно поділено на три групи: 1) з ознаками пшениці м'якої; 2) спельтоїдні форми; 3) перехідні форми. Перша та третя групи характеризувались відносною вирівняністю ознак морфології рослин і наближались до пшениці м'якої. Спельтоїдні гібриди, навпаки, були не вирівняними. Серед них спостерігались високі, середні та порівняно низькі рослини (розмах мінливості за висотою рослин 69–130 см) з різним рівнем продуктивної кушистості (від 3 до 9 шт. стебел), форми з різною міцністю соломиною, гібриди з ламким, пружним і середньої ламкості колосом, форми з широкими і типовими листовими пластинками. Варіабельність забарвлення колосу була від світло-жовтого до світло-коричневого. Виділено гібриди з довгим та коротким колосом (12–25 см), і різною щільністю колосу. Кількість колосків у колосі варіювала від 16 до 24 шт. Спостерігали формування всіх трьох основних типів колосу: веретеноподібний, призматичний та булавоподібний (скверхедний). Виділено один зразок з гіллястою формою колосу та відмічено півчасті гібриди з низькою якістю обмолоту.

У Миронівському інституті пшениці селекція спельти ведеться за двома основними напрямками: 1) створення сортів власне спельти для комерційного використання; 2) залучення спельти до гібридизації з пшеницею м'якою для передачі цінних генів. У межах першого напрямку вченими інституту створено і виділено низку перспективних генотипів спельти, що мають високий вміст білка

(до 17%), добрі хлібопекарські якості, підвищену стійкість до основних грибкових хвороб (борошниста роса, бура та жовта іржа), добру морозостійкість та посухостійкість [53].

Другий напрям передбачає залучення спельти до гібридизації з пшеницею м'якою для розширення адаптивних, кількісних і якісних властивостей обох видів. Значної уваги приділяють аналізу генотипів у поколіннях F_3 – F_6 і добору стабільних форм з високим рівнем прояву господарсько-цінних ознак, зокрема, врожайністю у межах 5,5–6,5 т/га, вмісту в зерні білка в межах 16–17 % [53–55].

У Селекційно-генетичному інституті селекція ведеться у напрямі створення кольорових сортів пшениці із різним забарвленням зерна (фіолетовим, синім і чорним) [7]. Це новітній світовий тренд селекції, спрямований на істотне поліпшення харчових властивостей сортів пшениці за біофортифікації біоактивними пігментами. З цією метою вчені інституту проводять гібридизацію спельти з сортами пшениці з різнокольоровим зерном. Результатом досліджень стало створення першого в Україні сорту спельти озимої з фіолетовим зерном Білбері [7].

Гібриди *T. aestivum* L. × *T. spelta* L. демонструють різний ступінь гетерозису за такими важливими агрономічними ознаками, як урожайність, кількість зерен у колосі, маса 1000 зерен, вміст білка та клейковини. У низці досліджень встановлено, що за вмістом білка та клейковини гібридні форми можуть значно перевищувати пшеницю м'яку та наближатися до рівня спельти, водночас зберігаючи задовільні хлібопекарські властивості [55, 82]. Вченими кафедри генетики, селекції рослин та біоресурсної інженерії Вармінсько-Мазурського Університету в Ольштині (Польща) досліджено 36 ліній, отриманих простих парних схрещувань пшениці м'якої зі спельтою, і встановлено що вміст клейковини у зерні гібридних ліній (28,2–46,7 %) був достовірно вищим порівняно з пшеницею м'якою (25,9–29,9) та не відрізнявся статистично від показників у зерні спельти (32,2–40,9). Вміст білка в зерні з гібридних ліній (13,4–19,1) був достовірно вищим, ніж у пшениці м'якої (12,7–13,8 %). Хліб, виготовлений із зерна гібридів, відзначався високою якістю та кращими властивостями порівняно з хлібом зі спельтового борошна [56].

Висновки. Пшениця спельта є унікальним джерелом селекційних ознак і цінним вихідним матеріалом для селекційно-генетичного поліпшення пшениці м'якої, на основі якого можна створювати нові сорти з підвищеною екологічною пластичністю, покращеним біохімічним складом зерна та адаптивністю до сучасних викликів агровиробництва. Вона має значний потенціал для створення сортів для органічного землеробства, здорового і дієтичного харчування. Проте селекції спельти в Україні приділяють мало уваги, а сортів культури, дозволених до вирощування в Україні всього вісім. Це обумовлює необхідність створення і всебічного аналізу нових зразків спельти з метою залучення їх в селекційний процес створення нових сортів пшениці.

Гібридизація *Triticum aestivum* L. з *Triticum spelta* L. є ефективним напрямом створення вихідного матеріалу для селекції м'якої пшениці з покращеними агрономічними та якісними ознаками. Створені гібридні лінії демонструють високу варіабельність за морфоструктурними, фенологічними та біохімічними показниками, що відкриває широкі можливості для

цілеспрямованої селекції. Позитивні результати свідчать про ефективність залучення *спельти* донором для отримання вихідного матеріалу з підвищеним вмістом білка, покращеними хлібопекарськими властивостями, стійкістю до абіотичних і біотичних факторів середовища.

Література:

1. Селекція пшениці м'якої озимої за використання пшенично-житніх транслокацій в умовах центрального Лісостепу: монографія / Кириленко В. В., Дубовик Н. С., Гуменюк О. В., Вологдіна Г. Б., Лось Р. М., Дубовик Д. Ю. К.: Компрінт, 2021. 221 с.
2. Нінієва А. К., Козуб Н. О., Созінов І. О. та ін. Характеристика зразків *Triticum spelta* L. за показниками якості зерна та електрофоретичними спектрами запасних білків. Вісник Українського товариства генетиків і селекціонерів. 2013. Т. 11. № 1. С. 96–105.
3. Новак Ж. М., Жекова О. І. Характеристика пшениці озимої *Triticum spelta* L. Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. 2011. № 75. С. 128–132.
4. Poltoretskyi S., Hospodarenko H., Liubych V., Poltoretska N., Demydas H. Toward the theory of origin and distribution history of *Triticum spelta* L. *Ukrainian Journal of Ecology*. 2018. № 8. Р. 263–268. DOI: https://doi.org/10.15421/2018_336.
5. Діордієва І. П. Характеристика спельтоподібних форм пшениці, створених за гібридизації *Triticum Aestivum* L. × *Triticum Spelta* L. Збірник наукових праць «Агробіологія». 2020. № 1. С. 29–34.
6. Diordiieva I. et al. The characteristic of wheat collection samples created by *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. Hybridization. *Agronomy research*. 2018. Vol. 16. № 4. Р. 45–53. DOI: <http://dx.doi.org/10.15159/ar.18.181>
7. Рибалка О. І., Поліщук С. С., Червоніс М. В., Моргун М. В., Моргун Б. В. Унікальна пшениця спельта (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) з темно-фіолетовим зерном. *Фізіологія рослин і генетика*. 2024. Т. 56. № 5. С. 419–430.
8. Суворова К. Ю., Леонов О. Ю., Усова З. В., Хухрянська М. М., Криштопа М. А., Богуславський Р. Л. Характеристика селекційних ліній пшениці спельти озимої (*Triticum spelta* L.) в умовах східного лісостепу України. Селекція і насінництво. 2023. Вип. 123. С. 48–56.
9. Babenko L. M., Hospodarenko H. M., Rozhkov R. V., Pariy Y. F., Pariy M. F., Babenko A. V., Kosakivska I. V. *Triticum spelta*: Origin, biological characteristics and perspectives for use in breeding and agriculture. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2018. № 9 (2). Р. 250–257. DOI: <https://doi.org/10.15421/021837>.
10. Luo V.-C., Yang Z.-L., You F. M. The structure of wild and domesticated emmer wheat populations, gene flow between them, and the site of emmer domestication. *Theor. Appl. Genet.* 2007. № 114(6). Р. 947–959. <https://doi.org/10.1007/s00122-006-0474-0>
11. Kislev M. Emergence of wheat agriculture. *Palorient*. 1984. № 10(2). Р. 61–70. <https://doi.org/10.3406/paleo.1984.940>
12. Alvarez J. B., Guzman C. Spanish ancient wheat: a genetic resource for wheat quality breeding. *Adv Crop Sci Tech.* 2013. № 1(101). <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000101>

13. Моргун Б. В., Радченко О. М., Дубровна О. В. Пшениця спельта: біологічні властивості та господарське значення. *Фізіологія рослин і генетика*. 2025. Т. 57. № 2. С. 117–136.
14. Полянецька І. О. Селекційно-генетичне покращення *Triticum spelta* L. Та використання її в селекції *Triticum aestivum* L. Дис. к. с.-г. н. Чабани: ННЦ «Інститут землеробства НААН». 2012. 245 с.
15. Salarov M., Filipchev B. Spelt vs common wheat: potential advances and benefits. *Acta Innovations*. 2020. № 35. P. 58–65. <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.35.4>
16. Wang Y., Wang Z., Chen Y., Lan T., Wang X. та ін. Genomic insights into the origin and evolution of spelt (*Triticum spelta* L.) as a valuable gene pool for modern wheat breeding. *Plant Comm*. 2024. № 5. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2024.100883>
17. Rapp M., Beck H., Gutler H., Heilig W., Starck N. та ін. Spelt: Agronomy, quality, and favor of its breads from 30 varieties tested across multiple environments. *Crop Sci*. 2017. № 57(2). P. 739–747. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.05.0331>
18. Xie Q., Mayes S., Sparkes D. L. Spelt as a genetic resource for yield component improvement in bread wheat. *Crop Sci*. 2015. № 55. № 6. P. 2753–2765. <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.12.0842>
19. Curzon A. Y., Kottakota C., Nashef K., Abbo S., Bonfl D. J. та ін. Assessing adaptive requirements and breeding potential of spelt under Mediterranean environment. *Sci. Reports*. 2021. № 11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86276-1>
20. Господаренко Г. М., Любич В. В., Полянецька І. О. Амінокислотний склад білка пшениці спельти залежно від походження сорту та лінії. *Вісник УНУС*. 2016. Вип. 2. С. 44–48.
21. Escarnot E., Agneessens R., Wathelet B., Paquot M. Quantitative and qualitative study of spelt and wheat fibres in varying milling fractions. *Food Chem*. 2010. № 122. P. 857–863. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.047>
22. Hammed A. M., Simsek S. Hulled Wheats: A Review of nutritional properties and processing methods. *Cereal Chem*. 2014. № 91. P. 97–104. <https://doi.org/10.1094/cchem09-13-0179-rw>
23. Filipcev B., Simurina O., Bodroza-Solarov M., Obreht D. Comparison of the bread-making performance of spelt varieties grown under organic conditions in the environment of northern Serbia and their responses to dough strengthening improvers. *Hemijaska Industrija*. 2013. № 67. P. 443–453. <https://doi.org/10.2298/hemind120606083f>
24. Любич В. В., Железна В. В. Хлібопекарські властивості зерна пшениці спельти залежно від удобрення і тривалості зберігання. *Агробіологія*. 2021. № 1. С. 75–84.
25. Escarnot E., Agneessens R., Wathelet B., Paquot M. Quantitative and qualitative study of spelt and wheat fibres in varying milling fractions. *Food Chem*. 2010. № 122. P. 857–863. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.047>
26. Bonafaccia G., Galli V., Francisci R., Mair V., Skrabanja V., Kreft I. Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chem*. 2000. № 68. P. 437–441. [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(99\)00215](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(99)00215)
27. Abdel-Aal E-S. M., Rabalski I. Effect of baking on nutritional properties of starch in organic spelt whole grain products. *Food Chem*. 2008. № 111. P. 150–156. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.050>

28. Моргун В. В., Січкара С. М., Починок В. М., Нінієва А. К., Чугункова Т. В. Характеристика колекційних зразків спельти (*Triticum spelta* L.) за елементами структури продуктивності та хлібопекарською якістю. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. № 2. С. 112–119. <https://doi.org/10.15407/frg2016.02.112>
29. Господаренко Г. М., Костоґриз П. В., Любич В. В., Парій М. Ф., Полторецький С. П., Полянецька І. О., Рябовол Л. О., Рябовол Я. С., Сухомуд О. Г. Пшениця спельта: монографія. К.: Стік груп Україна. 2016. 300 с.
30. Міністерство аграрної політики та продовольства України. Реєстр сортів рослин, допущених до використання в Україні. Доступно за адресою: <https://minagro.gov.ua/file-storage/reyestr-sortiv-roslin>
31. Суворова К. Ю., Леонов О. Ю., Усова З. В., Хухрянська М. М., Криштопа Н. А., Богуславський Р. Л. Характеристика селекційних ліній пшениці спельти озимої (*Triticum spelta* L.) в умовах східного лісостепу України. *Селекція і насінництво*. 2023. Випуск 123. С. 48–56.
32. Нінієва А. К., Козуб Н. О., Созінов І. О., Рибалка О. І., Леонов О. Ю., Твердохліб О. В., Богуславський Р. Л. Характеристика зразків *Triticum spelta* L. за показниками якості зерна та електрофоретичними спектрами запасних білків. *Вісник українського товариства генетиків і селекціонерів*. 2013. Т. 11, № 1. С. 96–105.
33. Твердохліб О. В., Богуславський Р. Л. Видове різноманіття пшениці, напрямки і перспективи його використання. *Збірник наукових праць УНУС*. 2012. Вип. 80. С. 37–47.
34. Твердохліб О. В., Голік О. В., Нінієва А. К., Богуславський Р. Л. Спельта і полба в органічному землеробстві. *Посібник українського хлібороба*. 2013. С. 154–155.
35. Motsnyi I. I., Lytvynenko M. A., Molodchenkova O. O., Sokolov V. M., Fayt V. I., Sechniak V. Yu. Development of winter wheat starting material using interspecific crossing in breeding for increased protein content. *Cytology and Genetics*. 2019. № 53(2). Р. 113–123. doi: 10.3103/S0095452719020075.
36. Laugerotte J., Baumann U., Sourdille P. Genetic control of compatibility in crosses between wheat and its wild or cultivated relatives. *Plant Biotechnology Journal*. 2022. № 20(5). Р. 812–832. doi: 10.1111/pbi.13784.
37. Місюра І. І., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., *Triticum spelta* L. в селекції пшениці озимої. Матеріали II Міжнародної науково-практичної конференції «Аграрна освіта та наука: досягнення і перспективи розвитку» (4–5 березня). Біла Церква, 2021. С. 38–40.
38. Diordiieva I. P., Riabovol I. S., Riabovol L. O., Babii M. M., Fedorenko S. V., Serzhuk O. P., Maslovata S. A., Liubchenko A. I., Novak Z. M., Liubchenko I. O. Breeding and genetic improvement of spelt wheat (*Triticum spelta* L.) by interspecific hybridization. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*. 2024. Vol. 15. № 3. Р. 463–469. <https://doi.org/10.15421/022465>.
39. Моргун В. В., Радченко О. М., Дубровна О. В. Пшениця спельта: біологічні властивості та господарське значення. *Фізіологія рослин і генетика*. 2025. № 57(2). С. 117–136. <https://doi.org/10.15407/frg2025.02.117>
40. Moskalets V., Knyazyuk O., Bordiug N., Ishchuk O., Matkovska S. Extension of the forming process in the selection of winter common wheat for productivity and quality by using the gene pool of related wheat species within the

framework of food security. *Scientific Horizons*. 2023. № 26(6). P. 43–57. <https://doi.org/10.48077/scihor6.2023.43>

41. Geisslitz S., Longin C. F. H., Scherf K. A., Koehler P. Comparative Study on Gluten Protein Composition of Ancient (Einkorn, Emmer and Spelt) and Modern Wheat Species (Durum and Common Wheat). *Foods*. 2019 № 8. doi:10.3390/foods8090409

42. Січкач С. М., Моргун В. В., Дубровна О. В. Успадкування морфологічних ознак у гібридів F_1 – F_2 *Triticum spelta* × *T. aestivum*. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. Т. 48. № 4. С. 344–355.

43. Діордієва І. П. Теоретичні основи створення вихідного матеріалу в селекції за показниками якості зерна пшениці та тритикале озимих. Автореф. дис. д. с.-г. н.: 06.01.05. Умань, 2025. 44 с.

44. Полянецька І. О. Селекційно-генетичне покращення *Triticum spelta* L. та використання її в селекції *Triticum aestivum* L. Дис. к. с.-г. н.: 06.01.05. Умань: Уманський національний університет садівництва, 2012. 214 с.

45. Якимчук Р. А. Характер успадкування морфологічних ознак та елементів продуктивності у гібридів спельтоїдний хемомутант × пшениця м'яка озима. Вісник харківського національного аграрного університету серія біологія, 2017. Вип. 3 (42). С. 92–101.

46. Бурденюк-Тарасевич Л. А. Характер успадкування ознак *T. spelta* L. чорнобильськими мутантами пшениці м'якої озимої. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2013. Т. 13. С. 135–139.

47. Wiwart M., Szafraska A., Suchowilska E. Grain of hybrids between spelt (*Triticum spelta* L.) and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) as a new raw material for breadmaking. *Polish J. Food Nutr. Sci.* 2023. № 73(3). P. 265–277. <https://doi.org/10.31883/pjfn/170870>

48. Ratajczak K., Sulewska H., Grayna S., Matysik P. Agronomic traits and grain quality of selected spelt wheat varieties versus common wheat. *J. Crop Improv.* 2020. № 34(5). P. 654–675. <https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1761921>

49. Salarov M., Filipchev B. Spelt vs common wheat: potential advances and benefits. *Acta Innovations*. 2020. № 35. P. 58–65. <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.35.4>

50. Alvarez J. B., Guzmán C. Interspecific and intergeneric hybridization as a source of variation for wheat grain quality improvement. *Theor. Appl. Genet.* 2017. Vol. 131. № 2. P. 225–251. doi: 10.1007/s00122-017-3042-x

51. Січкач С. М., Моргун В. В., Дубровна О. В. Характер успадкування морфологічних ознак колоса у гібридів *Triticum spelta* × *Triticum aestivum*. *Фактори експериментальної еволюції організмів*. 2016. Т. 18. С. 149–153.

52. Моргун В. В., Січкач С. М., Починок В. М., Нінієва А. К., Чугункова Т. В. Характеристика колекційних зразків спельти (*Triticum spelta* L.) за елементами структури продуктивності та хлібопекарською якістю. *Фізіологія рослин і генетика*. 2016. Т. 48. № 2. С. 112–119.

53. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солоня В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць: монографія. Миронівка, 2012. 326 с.

54. Місюра І. І., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Спельта (*Triticum spelta* L.), як донор корисних ознак в селекції пшениці озимої. Інтеграція освіти,

науки та бізнесу в сучасному середовищі: зимові диспути : II Міжнародна науково-практична інтернет-конференція (4–5 лютого). Дніпро, 2021. Т. 2. С. 135–136.

55. Місюра І. І., Гуменюк О. В., Кириленко В. В. Зав'язування зерна пшениці озимої в F₁ при схрещуванні сортів *Triticum aestivum* L. та *Triticum spelta* L. Генетика та селекція сільськогосподарських культур – від молекули до сорту : матеріали V інтернет-конференції молодих учених (21 вересня). Київ, 2021. С. 5.

56. Wiwart M., Szafrńska A., Suchowilska E. Grain of Hybrids Between Spelt (*Triticum spelta* L.) and Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) as a New Raw Material for Breadmaking. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2023. № 73(1). P. 265–277. DOI:10.31883/pjfn/170870

References:

1. Kyrylenko, V. V., Dubovyk, N. S., Humeniuk, O. V., Volohdina, H. B., Los, R. M., Dubovyk, D. Yu. (2021). *Selection of winter soft wheat using wheat-rye translocations in the conditions of central Forest-Steppe: monograph*. Kyiv: Komprint. 221 p. [in Ukrainian].

2. Niniieva, A. K., Kozub, N. O., Sozinov, I. O., et al. (2013). Characterization of *Triticum spelta* L. samples by grain quality indicators and electrophoretic spectra of storage proteins. *Visnyk of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*, 11(1), 96–105. [in Ukrainian].

3. Novak, Zh. M., Zhekova, O. I. (2011). Characterization of winter wheat *Triticum spelta* L. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 75, 128–132. [in Ukrainian].

4. Poltoretskyi, S., Hospodarenko, H., Liubych, V., Poltoretska, N., Demydas, H. (2018). Toward the theory of origin and distribution history of *Triticum spelta* L. *Ukrainian Journal of Ecology*, 8, 263–268. https://doi.org/10.15421/2018_336

5. Diordiieva, I. P. (2020). Characterization of spelt-like wheat forms created by *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. hybridization. *Collection of Scientific Works “Agrobiology”*, 1, 29–34. [in Ukrainian].

6. Diordiieva, I., et al. (2018). The characteristic of wheat collection samples created by *Triticum aestivum* L./*Triticum spelta* L. hybridization. *Agronomy Research*, 16(4), 45–53. <http://dx.doi.org/10.15159/ar.18.181>

7. Rybalka, O. I., Polishchuk, S. S., Chervonis, M. V., Morgun, M. V., Morgun, B. V. (2024). Unique spelta wheat (*Triticum aestivum* ssp. *spelta* L.) with dark-purple grain. *Plant Physiology and Genetics*, 56(5), 419–430. [in Ukrainian].

8. Suvorova, K. Yu., Leonov, O. Yu., Usova, Z. V., Khukhryanska, M. M., Kryshchtopa, M. A., Bohuslavskyi, R. L. (2023). Characterization of breeding lines of winter spelta wheat (*Triticum spelta* L.) under eastern Forest-Steppe conditions of Ukraine. *Selection and Seed Production*, 123, 48–56. [in Ukrainian].

9. Babenko, L. M., Hospodarenko, H. M., Rozhkov, R. V., Pariy, Y. F., Pariy, M. F., Babenko, A. V., Kosakivska, I. V. (2018). *Triticum spelta*: Origin, biological characteristics and perspectives for use in breeding and agriculture. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 9(2), 250–257. <https://doi.org/10.15421/021837>

10. Luo, V.-C., Yang, Z.-L., You, F. M. (2007). The structure of wild and domesticated emmer wheat populations, gene flow between them, and the site of emmer domestication. *Theoretical and Applied Genetics*, 114(6), 947–959. <https://doi.org/10.1007/s00122-006-0474-0>

11. Kislev, M. (1984). Emergence of wheat agriculture. *Palorient*, 10(2), 61–70. <https://doi.org/10.3406/paleo.1984.940>
12. Alvarez, J. B., Guzmán, C. (2013). Spanish ancient wheat: A genetic resource for wheat quality breeding. *Advances in Crop Science and Technology*, 1(101). <https://doi.org/10.4172/2329-8863.1000101>
13. Morgun, B. V., Radchenko, O. M., Dubrovna, O. V. (2025). Spelt wheat: Biological characteristics and economic significance. *Plant Physiology and Genetics*, 57(2), 117–136. [in Ukrainian].
14. Polyanetska, I. O. (2012). *Breeding and genetic improvement of Triticum spelta L. and its use in the breeding of Triticum aestivum L.* Doctoral dissertation. Chabany: NSC “Institute of Agriculture NAAS”. 245 p. [in Ukrainian].
15. Salarov, M., Filipchev, B. (2020). Spelt vs common wheat: Potential advances and benefits. *Acta Innovations*, 35, 58–65. <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.35.4>
16. Wang, Y., Wang, Z., Chen, Y., Lan, T., Wang, X., et al. (2024). Genomic insights into the origin and evolution of spelt (*Triticum spelta* L.) as a valuable gene pool for modern wheat breeding. *Plant Communications*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.xplc.2024.100883>
17. Rapp, M., Beck, H., Gutler, H., Heilig, W., Starck, N., et al. (2017). Spelt: Agronomy, quality, and favor of its breads from 30 varieties tested across multiple environments. *Crop Science*, 57(2), 739–747. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.05.0331>
18. Xie, Q., Mayes, S., Sparkes, D. L. (2015). Spelt as a genetic resource for yield component improvement in bread wheat. *Crop Science*, 55(6), 2753–2765. <https://doi.org/10.2135/cropsci2014.12.0842>
19. Curzon, A. Y., Kottakota, C., Nashef, K., Abbo, S., Bonfl, D. J., et al. (2021). Assessing adaptive requirements and breeding potential of spelt under Mediterranean environment. *Scientific Reports*, 11. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86276-1>
20. Hospodarenko, H. M., Liubych, V. V., Polyanetska, I. O. (2016). Amino acid composition of spelt wheat protein depending on variety origin and line. *Visnyk UNUH*, 2, 44–48. [in Ukrainian].
21. Escarnot, E., Agneessens, R., Wathelet, B., Paquot, M. (2010). Quantitative and qualitative study of spelt and wheat fibres in varying milling fractions. *Food Chemistry*, 122, 857–863. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.047>
22. Hammed, A. M., Simsek, S. (2014). Hulled wheats: A review of nutritional properties and processing methods. *Cereal Chemistry*, 91, 97–104. <https://doi.org/10.1094/cchem09-13-0179-rw>
23. Filipčev, B., Simurina, O., Bodroza-Solarov, M., Obreht, D. (2013). Comparison of the bread-making performance of spelt varieties grown under organic conditions in the environment of northern Serbia and their responses to dough strengthening improvers. *Hemijska Industrija*, 67, 443–453. <https://doi.org/10.2298/hemind120606083f>
24. Liubych, V. V., Zhelezna, V. V. (2021). Baking properties of spelt wheat grain depending on fertilization and storage duration. *Agrobiology*, 1, 75–84. [in Ukrainian].
25. Escarnot, E., Agneessens, R., Wathelet, B., Paquot, M. (2010). Quantitative and qualitative study of spelt and wheat fibres in varying milling fractions. *Food Chemistry*, 122, 857–863. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.02.047>

26. Bonafaccia, G., Galli, V., Francisci, R., Mair, V., Skrabanja, V., Kreft, I. (2000). Characteristics of spelt wheat products and nutritional value of spelt wheat-based bread. *Food Chemistry*, 68, 437–441. [https://doi.org/10.1016/s0308-8146\(99\)00215](https://doi.org/10.1016/s0308-8146(99)00215)
27. Abdel-Aal, E.-S. M., Rabalski, I. (2008). Effect of baking on nutritional properties of starch in organic spelt whole grain products. *Food Chemistry*, 111, 150–156. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.050>
28. Morgun, V. V., Sichkar, S. M., Pochynok, V. M., Niniieva, A. K., Chuhunkova, T. V. (2016). Characterization of spelt (*Triticum spelta* L.) collection samples by productivity structure elements and baking quality. *Plant Physiology and Genetics*, 2, 112–119. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/frg2016.02.112>
29. Hospodarenko, H. M., Kostohryz, P. V., Liubych, V. V., Pariy, M. F., Poltoretskyi, S. P., Polyanetska, I. O., Ryabovol, L. O., Ryabovol, Ya. S., Sukhomud, O. H. (2016). *Spelt wheat*. Kyiv: Stik Group Ukraine. 300 p. [in Ukrainian].
30. Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine. (n.d.). *Register of plant varieties approved for use in Ukraine*. Retrieved from <https://minagro.gov.ua/file-storage/reystestr-sortiv-roslin> [in Ukrainian].
31. Suvorova, K. Yu., Leonov, O. Yu., Usova, Z. V., Khukhryanska, M. M., Kryshchuk, N. A., Bohuslavskiy, R. L. (2023). Characterization of breeding lines of winter spelt wheat (*Triticum spelta* L.) in the conditions of eastern Forest-Steppe of Ukraine. *Selection and Seed Production*, 123, 48–56. [in Ukrainian].
32. Niniieva, A. K., Kozub, N. O., Sozinov, I. O., Rybalka, O. I., Leonov, O. Yu., Tverdokhlib, O. V., Bohuslavskiy, R. L. (2013). Characterization of *Triticum spelta* L. samples by grain quality indicators and electrophoretic spectra of storage proteins. *Bulletin of the Ukrainian Society of Geneticists and Breeders*, 11(1), 96–105. [in Ukrainian].
33. Tverdokhlib, O. V., Bohuslavskiy, R. L. (2012). Species diversity of wheat: Directions and prospects for its use. *Collection of Scientific Works of UNUH*, 80, 37–47. [in Ukrainian].
34. Tverdokhlib, O. V., Holik, O. V., Niniieva, A. K., Bohuslavskiy, R. L. (2013). Spelt and emmer in organic farming. *Handbook of the Ukrainian Farmer*, 154–155. [in Ukrainian].
35. Motsnyi, I. I., Lytvynenko, M. A., Molodchenkova, O. O., Sokolov, V. M., Fayt, V. I., Sechniak, V. Yu. (2019). Development of winter wheat starting material using interspecific crossing in breeding for increased protein content. *Cytology and Genetics*, 53(2), 113–123. <https://doi.org/10.3103/S0095452719020075>
36. Laugerotte, J., Baumann, U., Sourdille, P. (2022). Genetic control of compatibility in crosses between wheat and its wild or cultivated relatives. *Plant Biotechnology Journal*, 20(5), 812–832. <https://doi.org/10.1111/pbi.13784>
37. Misiura, I. I., Humeniuk, O. V., Kyrylenko, V. V. (2021). *Triticum aestivum* L., *Triticum durum* Desf., *Triticum spelta* L. in winter wheat breeding. In *Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference “Agrarian Education and Science: Achievements and Prospects of Development”* (March 4–5). Bila Tserkva, 38–40. [in Ukrainian].
38. Diordiieva, I. P., Riabovol, I. S., Riabovol, L. O., Babii, M. M., Fedorenko, S. V., Serzhuk, O. P., Maslovata, S. A., Liubchenko, A. I., Novak, Z. M., Liubchenko, I. O. (2024). Breeding and genetic improvement of spelt wheat (*Triticum*

spelta L.) by interspecific hybridization. *Regulatory Mechanisms in Biosystems*, 15(3), 463–469. <https://doi.org/10.15421/022465>

39. Morgun, V. V., Radchenko, O. M., Dubrovna, O. V. (2025). Spelt wheat: Biological characteristics and economic significance. *Plant Physiology and Genetics*, 57(2), 117–136. [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/frg2025.02.117>

40. Moskalets, V., Knyazyuk, O., Bordiug, N., Ishchuk, O., Matkovska, S. (2023). Extension of the forming process in the selection of winter common wheat for productivity and quality by using the gene pool of related wheat species within the framework of food security. *Scientific Horizons*, 26(6), 43–57. <https://doi.org/10.48077/scihor6.2023.43>

41. Geisslitz, S., Longin, C. F. H., Scherf, K. A., Koehler, P. (2019). Comparative study on gluten protein composition of ancient (Einkorn, Emmer and Spelt) and modern wheat species (Durum and Common Wheat). *Foods*, 8. <https://doi.org/10.3390/foods8090409>

42. Sichkar, S. M., Morgun, V. V., Dubrovna, O. V. (2016). Inheritance of morphological traits in F₁–F₂ hybrids of *Triticum spelta* × *T. aestivum*. *Plant Physiology and Genetics*, 48(4), 344–355. [in Ukrainian].

43. Diordiieva, I. P. (2025). *Theoretical foundations for creating starting material in breeding based on grain quality traits of winter wheat and triticale*. Author's abstract of Doctoral dissertation. Uman. 44 p. [in Ukrainian].

44. Polyanetska, I. O. (2012). *Breeding and genetic improvement of Triticum spelta L. and its use in the breeding of Triticum aestivum L.* Doctoral dissertation. Uman, 214 p. [in Ukrainian].

45. Yakimchuk, R. A. (2017). Inheritance of morphological traits and productivity elements in hybrids spelt-like chemomutant × winter soft wheat. *Bulletin of Kharkiv National Agrarian University. Biology Series*, 3(42), 92–101. [in Ukrainian].

46. Burdenyuk-Tarasevich, L. A. (2013). Inheritance of traits of *T. spelta* L. by Chernobyl mutants of winter soft wheat. *Factors of Experimental Evolution of Organisms*, 13, 135–139. [in Ukrainian].

47. Wiwart, M., Szafrńska, A., Suchowilska, E. (2023). Grain of hybrids between spelt (*Triticum spelta* L.) and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) as a new raw material for breadmaking. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 73(3), 265–277. <https://doi.org/10.31883/pjfn/170870>

48. Ratajczak, K., Sulewska, H., Grayna, S., Matysik, P. (2020). Agronomic traits and grain quality of selected spelt wheat varieties versus common wheat. *Journal of Crop Improvement*, 34(5), 654–675. <https://doi.org/10.1080/15427528.2020.1761921>

49. Salarov, M., Filipchev, B. (2020). Spelt vs common wheat: Potential advances and benefits. *Acta Innovations*, 35, 58–65. <https://doi.org/10.32933/ActaInnovations.35.4>

50. Alvarez, J. B., Guzmán, C. (2017). Interspecific and intergeneric hybridization as a source of variation for wheat grain quality improvement. *Theoretical and Applied Genetics*, 131(2), 225–251. <https://doi.org/10.1007/s00122-017-3042-x>

51. Sichkar, S. M., Morgun, V. V., Dubrovna, O. V. (2016). Inheritance of spike morphological traits in hybrids of *Triticum spelta* × *Triticum aestivum*. *Factors of Experimental Evolution of Organisms*, 18, 149–153. [in Ukrainian].

52. Morgun, V. V., Sichkar, S. M., Pochynok, V. M., Niniieva, A. K., Chuhunkova, T. V. (2016). Characterization of spelt (*Triticum spelta* L.) collection

samples by productivity structure elements and baking quality. *Plant Physiology and Genetics*, 48(2), 112–119. [in Ukrainian].

53. Vlasenko, V. A., Kochmarsky, V. S., Kolyuchy, V. T., Kolomiets, L. A., Khomenko, S. O., Solona, V. Y. (2012). *Breeding evolution of Myronivka wheats: Monograph*. Myronivka. 326 p. [in Ukrainian].

54. Misiura, I. I., Humeniuk, O. V., Kyrylenko, V. V. (2021). Spelt (*Triticum spelta* L.) as a donor of useful traits in winter wheat breeding. In *Integration of Education, Science and Business in Modern Environment: Winter Debates: II International Scientific-Practical Online Conference* (Vol. 2, pp. 135–136). Dnipro. [in Ukrainian].

55. Misiura, I. I., Humeniuk, O. V., Kyrylenko, V. V. (2021). Grain set in F1 winter wheat hybrids from crosses between *Triticum aestivum* L. and *Triticum spelta* L. *Genetics and Breeding of Agricultural Crops – from Molecule to Variety: Proceedings of the V Internet Conference of Young Scientists* (Kyiv, September 21, 2021, p. 5). [in Ukrainian].

56. Wiwart, M., Szafrńska, A., Suchowilska, E. (2023). Grain of hybrids between spelt (*Triticum spelta* L.) and bread wheat (*Triticum aestivum* L.) as a new raw material for breadmaking. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 73(1), 265–277. <https://doi.org/10.31883/pjfn/170870>

Annotation

Babii M. M.

Theoretical foundations for the creation of initial material through hybridization of *Triticum aestivum* L. × *Triticum spelta* L. (literature review)

The expansion of genetic diversity in the starting material for breeding common wheat (*Triticum aestivum* L.) has become increasingly important. One of the promising sources of new valuable breeding traits is spelt (*Triticum spelta* L.), which is characterized by high protein content, essential micronutrients, and resistance to various abiotic and biotic environmental factors. The use of spelt in hybridization with common wheat induces a broad morphogenetic process and allows obtaining progeny with improved qualitative and quantitative performance traits.

Spelt wheat is a unique source of breeding traits and a valuable starting material for the genetic improvement of common wheat, providing a basis for developing new varieties with enhanced ecological plasticity, improved grain biochemical composition, and adaptability to modern agricultural challenges. It holds significant potential for breeding varieties suitable for organic farming, as well as for healthy and dietary nutrition. However, spelt breeding in Ukraine receives limited attention, and only eight varieties of the crop are currently approved for cultivation in the country. This highlights the need to create and thoroughly analyze new spelt accessions for their integration into the breeding process of new wheat varieties.

Hybridization of *Triticum aestivum* L. with *Triticum spelta* L. is an effective approach for generating starting material for common wheat breeding with improved agronomic and quality traits. The resulting hybrid lines demonstrate high variability in morphological, phenological, and biochemical characteristics, opening broad opportunities for targeted selection. Positive results confirm the effectiveness of using spelt as a donor to obtain starting material with increased protein content, enhanced baking qualities, and resistance to abiotic and biotic environmental factors.

Key words: soft wheat, spelt wheat, breeding process, genetic diversity.