

**Т.З. МОСКАЛЕЦЬ**, доктор біологічних наук, професор,  
<https://orcid.org/0000-0003-4373-4648>

**В.В. МОСКАЛЕЦЬ**, доктор сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник, Інститут садівництва НААН України вул. Садова, 23, Новосілки, Київ-27, 03027, Україна. Тел. +38-044- 526-65-48. E-mail: [shunyascience@ukr.net](mailto:shunyascience@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0002-0831-056X>

**В.І. МОСКАЛЕЦЬ**, старший науковий співробітник, Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН України вул. Миру, 1 с. Дослідне, Носівський р-н, Чернігівська обл., 17131, Україна. Тел. +38-04642 21671. E-mail: [moskalets7819@i.ua](mailto:moskalets7819@i.ua), <https://orcid.org/0000-0003-1358-3228>

**Н.М. БУНЯК**, кандидат економічних наук, Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН України, <https://orcid.org/0000-0002-6629-6081>

**Ю.М. БАРАТ**, кандидат сільськогосподарських наук  
Полтавська державна аграрна академія, вул. Сковороди, 1/3, м. Полтава, 36003, Україна. Тел. +38-053-250-02-73. E-mail: [y\\_barat@ukr.net](mailto:y_barat@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0001-8076-936X>

**О.В. КНЯЗЮК**, кандидат сільськогосподарських наук, доцент  
Вінницький державний педагогічний університет імені Михайла Коцюбинського вул. Острозького, 32, Вінниця, 21100, Україна. Тел.: +38-043-226-52-20. E-mail: [vin\\_kov@ukr.net](mailto:vin_kov@ukr.net), <http://orcid.org/0000-0002-2697-2540>

## **СОРТ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ ЮВІВАТА 60 – ПЕРСПЕКТИВА ДЛЯ ЗЕРНОВОГО ВИРОБНИЦТВА ТА СЕЛЕКЦІЇ НА АДАПТИВНІСТЬ ТА ЧУТЛИВІСТЬ ДО ФОТОПЕРІОДУ**

Викладено агроекологічну характеристику пшениці м'якої озимої сорту Ювівата 60 за господарсько-цінними показниками. Надано його опис за морфологічними ознаками та біологічними властивостями. Встановлено унікальність генотипу Ювівата 60, яка пов'язана з низкою онтогенетичних особливостей та еколого-адаптивних механізмів: високій екологічній пластичності рослин за рахунок генетичної гетерогенності, що підтверджує неоднорідність фенетичних маркерів – спектрів білків-гліадинів; високій врожайності зерна (потенціал 10 т/га) за рахунок високої репродуктивної здатності, а саме: багатоквітковості (до 60 шт. квіток у колосі), багатоколосковості (до 23 шт.) та озерненості колоса (96 %); високій якості зерна (вміст білка – до 16 %, клейковини – до 34 %); формуванні потужної

кореневої системи (видовжений колеоптиль – до 6 см, глибоке та розгалужене залягання первинних та вторинних зародкових корінців восени за оптимальних строків сівби – 25–30 вересня); середній фотоперіодичній чутливості та високій активності відновлення весняного кушення (сорт подовженого світлового дня); синхронному розвитку весняних пагонів (низький відсоток підгонів, безколосих стебел); високій фотосинтетичній продуктивності посівів (7 г/м<sup>2</sup>/добу, що зумовлено тривалим функціонуванням листкового апарату першого та другого ярусів, остюків та колосу); стійкості до вилягання за середньорослості та високої урожайності зерна, за рахунок міцного та потовщеного стебла; високій стійкості до проростання в колосі (що зумовлено тривалим латентним періодом); стійкості до шкідників та збудників грибкових хвороб, зокрема до септоріозу, жовтої іржі та різних видів сажки (8–9 балів), середньої стійкості до бурої та стеблової іржі, а також борошнистої роси (5–7 балів); високій стійкості до аномалій кліматопу впродовж осінньо-зимового та весняно-літнього періодів (посухостійкість 8–9 балів, зимо- та морозостійкість вище середньої – 7 балів).

**Ключові слова:** пшениця м'яка озима, висока урожайність, агроекологічні особливості, господарсько-цінні ознаки, донор детермінації нечутливості до фотоперіоду.

**T.Z. MOSKALETS, V.V. MOSKALETS, V.I. MOSKALETS,  
N.M. BUNIAK, YU.M. BARAT, O.V. KNIAZIUK**

### **SOFT WINTER WHEAT VARIETY YUVIVATA 60 AS A PERSPECTIVE FOR GRAIN PRODUCTION AND SELECTION FOR ADAPTABILITY AND SUSCEPTIBILITY TO PHOTOPERIOD**

Soft winter wheat variety Yuvivata 60 has been characterized according to its economically valuable indices. Its morphological features and biological characteristics have been described. The uniqueness of the Yuvivata 60 genotype has been determined. It is related to a number of ontogenetical peculiarities, ecological and adaptive mechanisms: high ecological plasticity of plants due to genetical heterogeneity that proves inhomogeneity of phenetic markers – spectres of proteins-gliadins, high crop capacity of grain (with the potential of 10 tonnes/hectare) due to high reproductive ability, viz.: multifloweredness (up to 60 flowers in an ear), multispiculateness (up to 23) and ear grain content (96%); high quality of grain (with the amount of protein up to 16%, gluten up to 34%); forming a strong root system (prolonged coleoptile – up to 6 cm, deep and branched bedding of primary and secondary radicles in spring with optimal sowing terms between 25–30 September); medium photoperiod susceptibility and highly active renewal of spring bunch-formation (the variety of prolonged daylight hours); synchronic development of spring shoots (low percentage of aftersprings, earless stems); high photosynthetic productivity of crops (7 g/m<sup>2</sup>/day conditioned by continuous functioning of the leaf apparatus of the first and second layers, awns and ear); resistance to lodging side by side with medium-growth and high crop capacity of the grain due to a strong and incrassate stem; high resistance to sprouting within the ear

(caused by a long latent period); resistance to pests and pathogenic agents of fungus infections, viz. septoriose, yellow stripe rust and various kinds of brand (8–9 points), medium resistance to leaf and stem rust, as well as oidium (5–7 points); high resistance to anomalies of climate in the autumn-winter and spring-summer periods (drought resistance 8–9 points, winter and frost resistance above average – 7 points).

**Keywords** soft winter wheat, high crop capacity, agricultural and ecological peculiarities, economically valuable characteristics, donor of determining insusceptibility to photoperiod.

**T.Z. MOSZKALEC, V.V. MOSZKALEC, V.I. MOSZKALEC, N.M. BUNYÁK, V.M. REMESZLA, J.M. BARAT, O.V. KNYAZUK, M. KOCUBINSZKIJ**

**A PUHA ŐSZIVETÉSŰ BÚZAJAJTA JUVIVATA60 – A  
MAGTERMESZTÉS ÉS SZELEKCIÓ PERSPEKTÍVÁJA,  
ALKALMAZKODÁSRA ÉS A FOTOPERIODIZMUS ÉRZÉKENYSÉGRE.**

A puha őszi- és téli- vetésű JUVIVATA60 – búzafajta agroökológiai jellemzőit ismertették gazdaságilag értékes tulajdonságai alapján. Megvannak adva a morfológia és biológiai tulajdonságok értékei. Megállapították a JUVIVATA60 genotípusának egyediségét amely egy sor ontogenetikus különlegességekkel és ökológiailag adaptív mechanizmussal jár: a növények magas ökológiai plasztikussága, a genetikai heterogéneknek köszönhetően, ami alátámasztja a külső jegek különbözőségét – a gliadin fehérjék spektruma; a mag magas termőképessége (potenciál 10t/ha) a magas terméshozamnak köszönhetően, főleg a virágzatának (60db virágig, egy kalászban), a sok kalásznak (23db-ig) és a kalászban lévő szemeknek (96%); a mag minőségének (a fehérjetartalom 16%-ig, glutén 34%-ig); az erős gyökérrendszerének (nyújtott gyökérsüveg – 6cm-ig, mély és szerteágazó elsődleges és másodlagos gyökerek ősszel optimális vetési időben – szept. 25-30); közepes fotoperiodikus érzékenység és magas aktivitása a tavaszi gyökerezésnek (a hosszabb nappalokat kedvelő faj); a tavaszi rügyek szinkron fejlődése (alacsony százaléku vadhajítás, kalásznélküli száruk); a vetés magas fotoszintetikus produktivitása (7g/m<sup>2</sup>/nap, ami a hosszantartó első és második sor levelek funkciójának köszönhető, és a kalásznak); ellenáll a kidőlésnek a közepes növekedésnek és a mag magas terméshozamának valamint, az erős és megvastagodott szárnak köszönhetően; magas ellenálóképesség a kalászban lévő magok csírázásának (ami a hosszantartó látens időszakkal magyarázható); ellenálóképessége a kártevők és a gombás fertőzésekkel szemben, főleg a Septoria, Ustilago különböző fajtáival szemben (8-9 pont), közepes ellenálóképesség a barna és a száras rozsdá ellen, és a lisztharmat (5-7 pont); magas ellenálóképesség az időjárási rendellenességekkel szemben, az őszi- téli, tavaszi- nyári időszakokban (szárazság 8-9 pont, fagyállóképesség > 7 pont).

**Kulcsszavak:** puha őszi búza, magas termés hozam, agroökológiai különlegességek, gazdaságilag értékes tulajdonságok, determinációs donor a fotoperiodizmus érzéketlenségéhez.

**Постановка проблеми.** Розвиток біосфери і суспільства відбувається в нерозривному коеволюційному зв'язку, повноцінне існування яких можливе лише за дотримання принципів «екологічного імперативу», в основі чого лежить гармонійне співіснування людини та навколишнього середовища [ 5 ]. Дотримання екоцентричних засад дозволить призупинити деградацію екосистем, у т.ч. антропічних, негативний вплив від яких дедалі зростає, набуваючи все більш глобального характеру [ 6, 11 ]. Одним із шляхів зменшення негативного впливу на агроекосистеми, збереження й збільшення біорізноманіття є інтродукція стійких і адаптивних сортів рослин [ 14 ], які здатні більшою мірою протистояти негативним абіотичним і біотичним чинникам довкілля, формувати взаємовигідні біотичні взаємозв'язки. Створені сорти з часом втрачають свій біопотенціал, у т.ч. пристосувальні можливості, через що поповнення агроекосистем новим адаптивним асортиментом зернових культур, зокрема до сучасних змін клімату, є актуальним.

Серед низки цінних у продовольчому значенні видів рослин є: пшениця м'яка (*Triticum aestivum* L.). Її загальна світова площа становить 224 млн, або 32 % від усіх зернових культур. Найбільші площі під цією культурою зосереджені в Китаї – 31 млн, Індії – 26, США – 24, Канаді та Австралії – 11 млн. Не випадково вона є основним сировинним ресурсом у 43 країнах світу з населенням близько 2 млрд осіб [ 1, 5 ]. У 2020 році під цією культурою було зайнято 4,6 млн га, при цьому більше 90% зазначених площ були відведені під озимину. В умовах сучасних змін клімату провідну роль відіграє сорт та технологія його вирощування, як фактор реалізації біопотенціалу генотипу, урожайності та якості зерна. Особливо зростає роль сорту за інтенсивної й інтегрованої технології вирощування в умовах дефіциту вологи у весняно-літній період [ 6, 15 ].

Потенціал продуктивності вітчизняних сортів озимої пшениці сягає понад 10 т/га, однак у виробничих умовах він реалізується на 1/2, а в деяких

випадках лише на 30%. Головна причина недоборів урожаю – це невідповідність технологічних прийомів біологічним особливостям сорту й ґрунтово-кліматичному потенціалу. Зміни клімату вимагають вирощування високопродуктивних і посухостійких сортів. Тому створення сортів з високим гомеостатичним потенціалом та розробка і впровадження науково обґрунтованої сортової агротехніки їх вирощування є актуальними питаннями сьогодення [ 16 ]. Одним з напрямків вирішення цього завдання є цілеспрямована селекція на поєднання в одному сорті високого потенціалу врожайності з поліпшеними технологічними властивостями зерна і борошна, стійкості проти комплексу несприятливих біотичних і абіотичних чинників [ 6 ].

Вирішення проблеми з підвищення адаптивності культурних рослин, в т.ч. зернових озимих культур, полягає у залучення вихідних батьківських адаптивних форм з посиленими рекомбінаційними процесами взаємодії генів. У генофонді популяції за впливу лімітуючого чинника (або декількох з них) у процесі рекомбінації може відбуватись взаємне пристосування різних генів, яке у низки генотипів формує більш виражені ознаки і властивості, порівняно з батьківськими формами [ 18 ].

На думку Дж. Ацці [ 15 ], урожай – це взаємодія двох складових: продуктивності й стійкості. Ще у другій половині ХІХ ст. К. Бернар [ 28 ] висловив гіпотезу про існування фізіологічних механізмів, що підтримують стабільність рослин в умовах навколишнього середовища. А. У. Кеннон для характеристики цього процесу запропонував термін гомеостаз. Із пластичністю тісно пов'язане поняття «екологічна стабільність», яка відображає здатність рослинних популяцій протистояти стресовим чинникам, а пластичність – це здатність рослин поєднувати економне витрачання та ефективне використання необхідних поживних речовин та світлової енергії в конкретних умовах вирощування [ 20 ].

Підвищення аридизації клімату, в т.ч. Лісостепу та Полісся України, де в останні десятиліття спостерігається зростання середньорічної температури

повітря (+ 2,3 °C за період з 1989–2014 рр.); зменшення річної суми опадів; збільшення загострених періодів під час вегетації пшениці озимої за відсутності опадів на фоні високих температур повітря (тривалість півтора-два місяці); особливість достовірної тенденції перерозподілу опадів на осінньо-зимові місяці; зміна температурного режиму в зимово-весняний період, що виражається в посиленні розмаху коливання температур повітря (від -20 °C до тривалих відлиг, часто з притертими крижаними кірками); весняні заморозки під час вегетації в квітні і травні – висувають проблему адаптації та стійкості пшениці озимої на пріоритетне місце [ 24 ]. Оскільки сортовий асортимент пшениці в часовому просторі поступово вичерпує свій адаптаційний потенціал, що проявляється у посиленні впливу на них стресових чинників абіотичної та біотичної природи, зниженні насінневої продуктивності тощо [ 5 ], не втрачає своєї актуальності теоретичне обґрунтування, створення та інтродукція високоадаптивних й інтенсивних сортів якісно нового типу з підвищеною екологічною пластичністю універсального використання для різного рівня агрофонів та чинників довкілля. Значному поширенню видів та форм рослин з високим потенціалом передують тестування їх за параметрами адаптивності, які надійно проявляються в умовах *in situ*.

Видатними селекціонерами (В.Я. Юр'євим, А.П. Шулиндіним, А.М. Литвиненком, В.М. Ремеслом, В.В. Моргуном, В.М. Тищенком, Л.А. Бурденюк-Таресевич, А.А. Горлач, О.Ю. Леонов, М.І. Єльніков, Г. В. Щипаком, В. В. Шелеповим, В.В. Базалієм, О.І. Рибалкою, Н.І. Рябчун та ін.) [ 14, 22 ] створено сорти пшениці інтенсивного типу. Результативно ці дослідження продовжують і розвивають нині Л.М. Голік, В.В. Кириленко, О.В. Гуменюк, К.Ю. Суворова та інші.

Так, рослини напівкарликового типу першого покоління через певний час не відповідають вимогам виробництва за стабільною насінневою продуктивністю, стійкістю до несприятливих довкілля та ураженням збудниками епіфітотій часто мають невисокі показники якості зерна [ 18 ]. Деякі вчені [ 1, 20, 32 ] вважають, що короткостеблові рослини можна

вирощувати тільки за високих доз мінеральних солей та органічної речовини, оскільки вони характеризуються вузькою екологічною локалізацією, що в сильно варіюючих агрокліматичних умовах України зумовлює слабку їх адаптованість. Тому проблема створення нових високо урожайних сортів пшениці та пошук умов задля найповнішої реалізації їх адаптивного потенціалу – як подальшої адресної інтродукції є надзвичайно актуальною.

Рослини пшениці інтенсивного типу в умовах України, як правило, характеризуються: короткостебловістю; середньою і високою фотоперіодичною чутливістю в умовах Лісостепу та Полісся, тривалим періодом яровизації; підвищеною стійкістю до ентомо- й епіфітопаразитів, посухи; високою або задовільною морозо-, зимостійкістю, якістю зерна – на рівні сильних і цінних рослин сортів пшениці. В Україні з 244 дозволених для офіційного вирощування сортів пшениці м'якої озимої, 65 % відноситься до групи сильних пшениць, 30 – цінних, 10 – до філерів [ 24, 33 ]. За останні десятиріччя в середньому вміст білка і клейковини в зерні становить – 12 % і 23,9 %, відповідно, показник ВДК – 94, (80–106). У цьому зв'язку наголошується на необхідності підсилення селекційної роботи на якість зерна та більш широкого використання світових рослинних ресурсів, оскільки на прояв ознак якості впливають не лише сорт, а і його еколого-географічне походження [ 14, 22 ]. Особливу складність у селекції на якість має складність поєднання в одному генотипі показників якості зерна, продуктивності та стійкості до низки несприятливих екологічних чинників, що і визначило мету і завдання нашої роботи.

**Мета і завдання.** Створити сорт пшениці м'якої озимої з добре вираженими еколого-адаптивними властивостями, високими кількісними та якісними показниками урожаю зерна та нейтральною реакцією на фотоперіод; вивчити генотип сорту за молекулярно-генетичними й біохімічними маркерами – як джерела та донора окремих господарсько-цінних ознак для подальшої селекційної роботи.

**Матеріали та методи.** Селекційну роботу пшениці м'якої озимої проводили на базі Носівської селекційної дослідної станції ІСГМІАПВ НААН України. Схема селекції пшениці м'якої передбачала: підбір батьківських форм та гібридизацію; проведення перших відборів серед гібридних популяцій  $F_2$ ; проведення відборів серед гібридів  $F_3$ ; проведення повторних відборів серед ліній, які розщеплюються та селекційного ( $F_3$ – $F_4$ ) і контрольного розсадників ( $F_4$ – $F_5$ ); закладка насінницьких розсадників 1-го і 2-го року за перспективними константними лініями; широке комплексне вивчення перспективних ліній, що включає: екологічне випробування за умов дослідної станції; оцінку на морозостійкість та посухостійкість за різних строків сівби та попередників; контроль за вмістом білка й клейковини в зерні; оцінку стійкості ліній до збудників хвороб – борошнистої роси, вірусних хвороб, корневих гнилей, септоріозу, фузаріозу колоса – згідно з загальноприйнятою методикою [ 9, 12 ]; оцінку реакції ліній на основні елементи агротехніки – норми й строки сівби, попередники і добрива, реакцією на фотоперіод.

Досліди закладали за загальноприйнятою методикою [ 4, 7, 9, 12 ]. Загальна площа дослідної ділянки в дрібноділянкових посівах, в період проведення досліджень, складала – 12 м<sup>2</sup>, облікової – 10 м<sup>2</sup>, виробничих посівів – до 5 га, відповідно; розміщення ділянок – рендомізоване, повторність досліду – шестиразова. Впродовж вегетаційного періоду на варіантах досліду проводили фенологічні спостереження із зазначенням дат і фаз вегетації, підрахунки густоти стояння рослин (після появи повних сходів і перед збиранням урожаю), визначали перезимівлю рослин, польову схожість, аналіз структури рослин і їх продуктивність, обліковували урожай, визначали посівні якості насіння, вивчали процес їх формування, тривалість вегетаційного періоду рослин і стійкість до хвороб.

Стаціонарні дослідження проводили в умовах Лісостепу (дослідне поле ННДЦ Білоцерківського НАУ), перехідної зони Лісостеп-Полісся (Носівська селекційно-дослідна станція Миронівського інституту пшениці ім. В.М.



Ремесла НААН України) та Полісся (Чернігівський Інститут АПВ НААН, Дослідне господарство «Грозинське» дослідної станції відродження земель радіаційної зони Інституту сільського господарства Полісся НААН України). Грунт в умовах центрального Лісостепу – чорнозем глибокий малогумусний вилугуваний суглинковий, Полісся-Лісостепу – чорнозем вилугуваний малогумусний легкосуглинковий; в умовах Полісся – дерново-середньопідзолистий супіщаний. Попередниками озимої пшениці були однорічні злаково-бобові травосумішки на зеленому кормі. Технологія вирощування була загальноприйнята. Морфологічні дослідження виконували за методикою І.Г. Серебрякова [ 13 ] та Ф.М. Куперман [ 7 ], аналіз структури урожаю – за методикою Н.О. Майсуриана [ 8 ]. Визначення кількісних параметрів якісного складу зерна проведено методом корелятивної інфрачервоної спектроскопії у ближній ІЧ-області спектра за допомогою аналізатора NIR-4500; математично-статистичне оброблення даних – за Б.О. Доспеховим [ 4 ] та комп'ютерних програм – Excel і Statistica 6.0.

Упродовж 2008–2019 рр. досліджень умови кліматопів під час вегетаційного періоду мали строкатий характер прояву й дали можливість визначити параметри екологічної пластичності. Клімат Поліської зони – помірно континентальний. Значення середньорічної, максимальної, мінімальної температури, тривалість безморозного, активного та ефективного періодів вегетації наведені в табл. 1, 2. Весняні приморозки іноді спостерігаються навіть в кінці травня, на початку червня, а осінні вже можуть наступити з середини вересня. Сума додатніх температур повітря понад +10 ° складає близько 2400 °С. Середньорічна кількість опадів становить 500–600 мм, найбільше їх випадає в літні місяці – близько 240 мм, найменше в зимові – близько 80 мм. Сталий сніговий покрив утворюється не раніше середини грудня, а сходить в середині березня. Висота снігового покриву в останні роки рідко перевищує 25 см. Весна настає в кінці березня, коли дуже інтенсивно починає наростати температура, вдвічі, порівняно із зимою, зростає кількість опадів. Але температура повітря аж до кінця травня буває дуже нестабільною,

часто бувають приморозки як на поверхні ґрунту, так і в повітрі. Літо починається в кінці травня, коли вже стабілізуються середньодобові температури в межах +15 ° і далі наростають вони вже повільно, а з початком серпня поступово починають спадати. В цей період частими бувають грози із зливовими дощами, а іноді і з градом. Характерними для окремих років є літні посухи. Осінь розпочинається з вересня, перша половина якого ще досить тепла, але відмічається постійне зниження температури. На початку осені кількість опадів незначна, а в другій половині настає похмурий, з частими затяжними дощами період в результаті посилення впливу циклону. З середини листопада опади починають випадати у вигляді мокрого снігу.

Клімат перехідної Полісько-Лісостепової зони помірно континентальний, теплий, м'який, із достатнім зволоженням (табл. 1, 2).

Таблиця 1. Характеристика температурного режиму районів досліджень, в т.ч. найбільш екстремальних

Зона	Показники									
	с/б t повітря, °C	сума температур, вище, °C			тривалість періодів, днів з t вище, °C			max, t, °C	min, t, °C	глибина промер- зання ґрунту, см
		10	5	0	0	5	10			
Л	7,6	2650	3010	3270	256	215	168	+42	-37	85
П-Л	6,9	2540	2980	3130	249	206	157	+38	-34	89
П	6,7	2460	2960	3090	245	200	153	+38	-32	44

Примітка: Л – Лісостеп, П-Л – Полісся-Лісостеп, П – Полісся; с/б – середня багаторічна.

Переважаючі західні та північно-західні вітри приносять до 550–600 мм опадів на рік. Промерзання ґрунту до мінус 20 °C відмічається на глибині вузла куціння озимих культур. Середня кількість опадів за рік – 470–580 мм. Кількість посушливих днів 5–10 за літній період, коли вологість повітря не вище 30 %. Тривалість вегетаційного періоду – 200–205 днів, безморозного – 155–165 днів.

Таблиця 2. Характеристика погодно-кліматичних умов районів досліджень

Зона	Показники							
	кількість опадів		тривалість, дні		ГТК	сумарна радіація, ккал/с м <sup>2</sup>	сумарна ФАР за температур, МДж/м <sup>2</sup>	
	с/б	за в/п	в/п	б/м			>5 °С	>10 °С
Л	538	300–340	200–210	160–170	0,9–1,2	95–112	1635–1770	1480–1515
П-Л	575	350–400	200–205	155–165	1,5–1,6	90–95	1610–1690	1430–1480
П	614	400–420	190–205	160–165	1,6–1,8	86–94	1600–1650	1410–1435

*Примітка: Л – Лісостеп, П-Л – Полісся-Лісостеп П – Полісся; с/б – середня багаторічна, в/п – вегетаційний період, б/м – без морозний період.*

Число днів з атмосферою посухою і суховіями коливається за роками в межах від 3 до 40 днів на рік. Відносна вологість повітря впродовж року коливається в межах 70-95 %, а середньорічна – близько 85 %. В умовах району кількість безхмарних днів протягом року буває приблизно 80–85, найбільше їх в липні-серпні, найменше в листопаді-грудні.

Клімат Лісостепової зони – помірно континентальний. За багаторічними даними Білоцерківської метеорологічної станції, середньорічна кількість опадів впродовж року розподіляється нерівномірно, в літні місяці їх випадає значно більше, ніж навесні та в осінній період. Навесні спостерігається інтенсивне збільшення температури, в результаті чого відбуваються великі втрати вологи з ґрунту. Найвищих значень упродовж року середньомісячна температура повітря досягає в липні 19-21 °С. Найхолоднішим періодом року є III декада січня–I декада лютого, а найтеплішим – II–III декади липня. Середня тривалість періоду за рік з мінімальною температурою мінус 20 °С і нижче буває в січні–лютому і становить 5-9 днів. Тривалість періоду з температурою повітря мінус 30 °С і нижче не перевищує одного дня. Тривалість теплого періоду в зоні Лісостепу – 230-275, тривалість вегетаційного періоду – 190-210, періоду активної вегетації – 150-180 днів. Суми активних температур складають: вище +5 °С – 2980 °С, +10 °С – 2645 °С і + 15 °С – 2005 °С. Суми ж ефективних температур повітря вище даних меж складають відповідно – 1955, 1035 і 340 °С. Середня мінімальна температура ґрунту на глибині вузла кущіння озимих – 11 °С з абсолютним мінімумом в

лютому  $-21\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Середня глибина промерзання ґрунту 50–70 см (максимальна – 150 см і мінімальна – 10-15 см). Середня висота снігового покриву не перевищує 20–30 см.

**Результати дослідження.** Алгоритм досліджень (рис. 1) полягав у вивченні та оцінці рослин вихідного селекційного матеріалу пшениці за реалізацією їх біопотенціалу, в т.ч. адаптивністю за екологічного випробування в умовах Полісся й Лісостепу, на підставі чого провести подальший відбір високопродуктивних стійких до абіотичних та біотичних чинників генотипів.

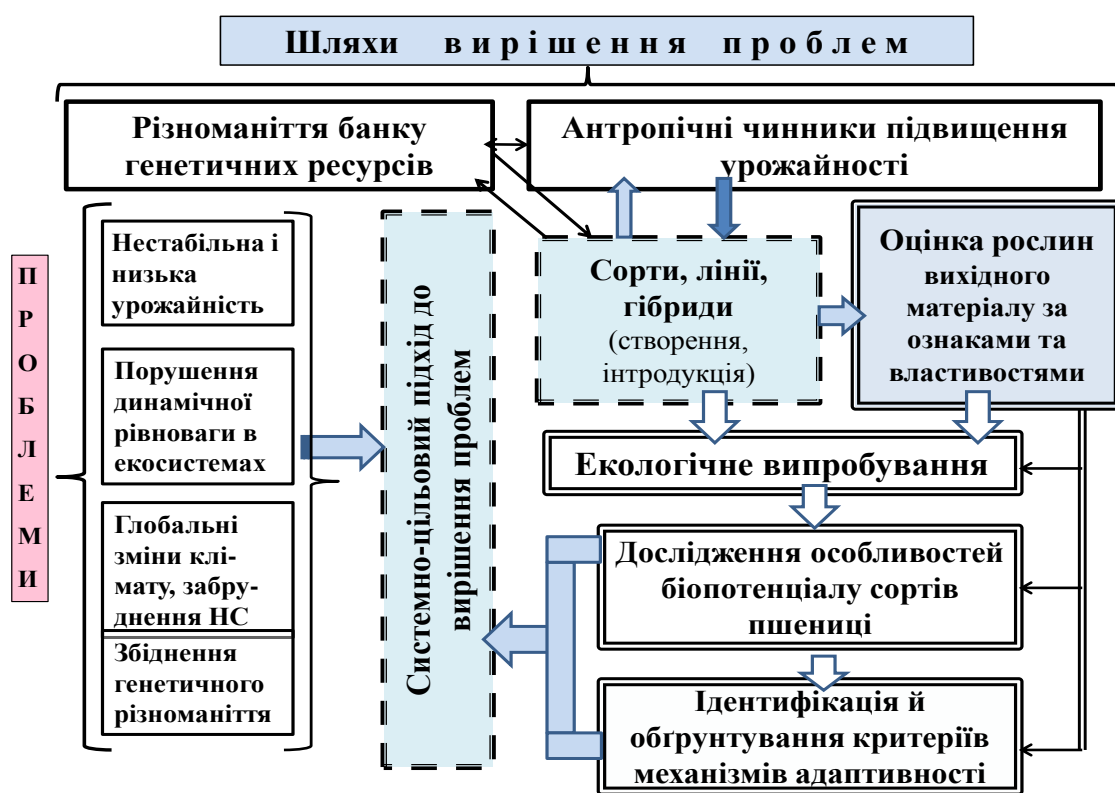


Рис. 1. Алгоритм досліджень

За даними Т. І. Адаменко, наслідки глобального потепління на території України відмічаються і в умовах помірного клімату – зонах Лісостепу й Полісся, що проявляється у підвищенні температури на  $+0,6-1,4$  °С, відносно багаторічної норми (6,8 – 7,6 мм, відповідно) та зменшенні кількості опадів на 11–36 мм, відповідно, тому дуже важливо, щоб сучасний асортимент рослин продовольчих видів відповідав сучасним кліматичним флуктуаціям.

Осінній період, починаючи з вересня-жовтня, здебільшого в досліджуваних районах є достатньо теплим й помірно зволеним, проте впродовж останніх десятиліть все частіше в умовах Лісостепу відмічаються ґрунтові посухи. Надзвичайно посушливим був жовтень 2008, 2013, 2014 та 2019 рр., впродовж яких у Лісостепу випало лише 6–15 мм та в Поліссі-Лісостепу 6–24 мм опадів. Погодні умови осені 2011 р. в умовах Полісся-Лісостепу теж видалися менш сприятливими для росту і розвитку рослин пшениці. Підвищений температурний режим повітря літньо-осіннього періоду, який перевищував середньобагаторічну норму на 3–5 °С та суховії за тривалого бездощового періоду (за серпень випало 50 % опадів від норми) зумовили зменшення вологості посівного шару ґрунту у передпосівний час.

Початок осені 2012 р. в умовах Лісостепу характеризувався мінливими погодними умовами. У першу декаду випало 24 мм, в II–III – лише 5 мм опадів, але оскільки ґрунт був достатньо зволеним з другої половини серпня, у який випало понад 100 мм опадів, це досить сприятливо відобразилось на проходженні віргінільного розвитку рослин Ювівати 60, забезпечуючи дружню появу сходів. Критичними для віргінільного етапу розвитку рослин були умови в 2009, 2011, 2017 та 2019 рр., коли відмічалась ґрунтова посуха, що призупиняло формування рівномірних сходів та кушіння рослин. Середньомісячна температура жовтня у досліджуваних районах складала 5,4–10,5 °С, хоча менш сприятливим для росту рослин за кількістю вологи: 6 мм у Лісостепу відзначився 2013, 2017 рр., а в перехідній зоні – у 2014, 2017, 2019 рр. і лише в Поліссі за цей місяць випало достатньо опадів, у 1,2–3,3 рази більше середньобагаторічної норми. Все це вплинуло на

тривалість онтогенетичного розвитку та стан припинення вегетації у досліджуваних рослин.

Так, до припинення осінньої вегетації рослини Ювівати 60 (у 2008, 2010, 2012, 2014, 2017 і 2019 рр.) уже встигали сформувати вузол кущіння – основний орган злакових рослин, який дає початок вторинним, або вузловим, кореням та бічним пагонам. Коли під час зимівлі відмирає вузол кущіння – гине сама рослина. Рослини здатні закладати вузол кущіння у ґрунті на глибині 1,5–3 і більше см і залежить вона від чинників навколишнього середовища, індивідуальних особливостей рослин, агротехнічних елементів вирощування тощо [ 33 ].

Дослідженнями низки авторів [ 5, 11, 35 ] встановлено, що тривалість й інтенсивність світлового та температурного режимів, щільність, пористість, вологість ґрунту й глибина висіву насіння більшою мірою визначають глибину закладання вузла кущіння злаків. Проте, саме генетичні особливості рослин відіграють важливу роль у формуванні як вузла кущіння, так і всієї кореневої і наземної частин рослини. За результатами наших польових досліджень виявлено, що глибина висіву насіння (3–4 см – в Лісостепу та Поліссі-Лісостепу; 5–6 см – у Поліссі) істотно ( $p < 0,05$ ) не впливає на особливості залягання вузла кущіння для рослин сорту Ювівата 60 (табл. 3).

Таблиця 3. Глибина залягання вузла кущіння рослин пшениці різних сортів, залежно від зони екологічного випробування, см ( $M \pm m$ ,  $n=21$ )

Сорт, лінія	Район екологічного випробування			Група рослин за глибиною залягання вузла кущіння
	П	Л	П-Л	
Носшпа 100	3,65±0,37	3,84±0,41	2,87±0,22	IV
Зоряна Носівська	2,49±0,27	1,73±0,29	2,05±0,18	II
Ювівата 60	3,98±0,17	3,60±0,21	4,03±0,19	I
КС 1	2,37±0,16	1,85±0,15	2,06±0,11	III

*Примітка. П – Полісся, Л – Лісостеп, П-Л – Полісся-Лісостеп. Ймовірна відмінність між варіантами досліджень за  $p < 0,05$ .*

Як видно з даних табл. 3, до припинення осінньої вегетації зернові рослини на різній глибині формують вузол кущіння, за особливостями закладання якого й проведено ранжування рослин на групи. Зокрема, у деяких рослин сортів і ліній (представників I групи: Ювівата 60, Боротьба, Вівате Носівське) він залягає істотно ( $p < 0,05$ ) глибше (на 0,9–1,3 см, порівняно з іншими), незалежно від району екологічного випробування, що відмічається візуально (рис. 2 ).

Яскравим прикладом морфо-фізіологічних особливостей рослин I і II, IV умовних груп, на відміну від рослин III групи, є довші колеоптилі (табл. 4), які в подальшому забезпечують синхронний розвиток стебел та можуть проявляти протекторний прояв до несприятливих абіотичних чинників, не зважаючи на добре сформовану кореневу систему. Найбільшу глибину залягання вузла кущіння рослини формують в умовах Полісся й Полісся-Лісостепу, порівняно з Лісостепом. Така морфо-функціональна особливість рослин є генетично зумовленою маркерною ознакою, яка, незалежно від умов району досліджень, визначає глибину залягання вторинної кореневої системи перед припиненням вегетації восени. Саме глибина закладання вузла кущіння, за даними деяких авторів [ 14 ] є проявом онтогенетично-протекторного механізму рослин до впливу несприятливих чинників зимового періоду, оскільки вглибину на кожний сантиметр ґрунту, в якому розміщене підземне стебло рослини, температура ґрунту в зимовий період є на 0,5-0,7 °С вищою, що захищає його від можливих критичних для рослин від'ємних значень температури.

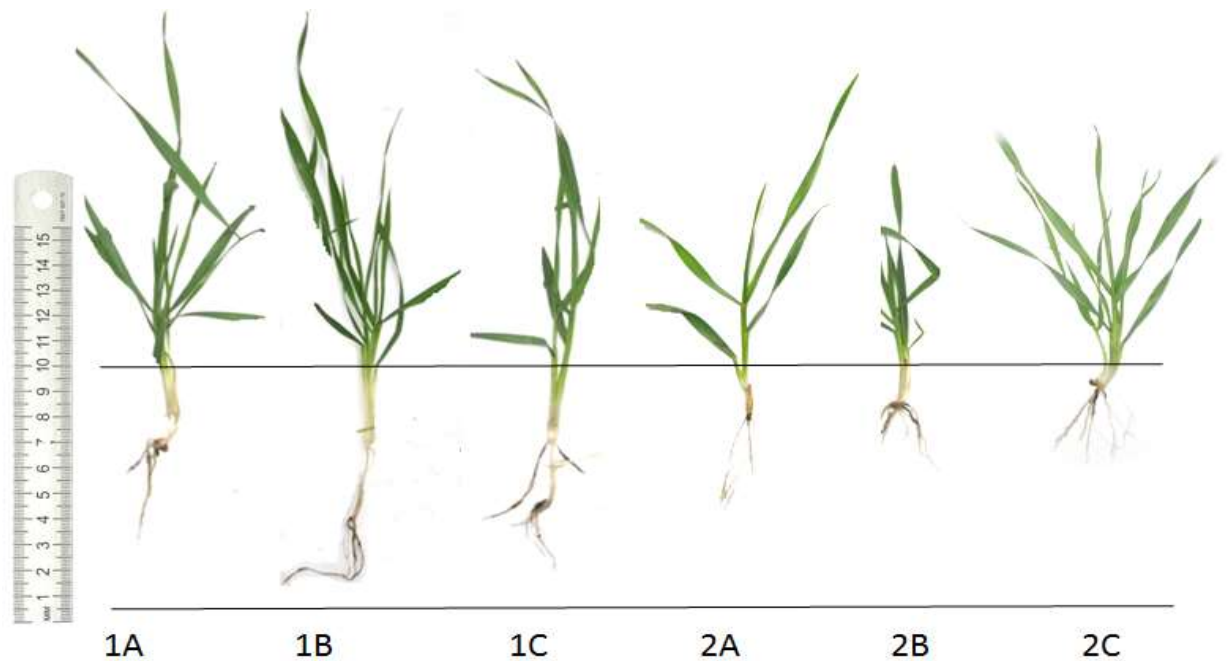


Рис. 2. Диференціація закладання вузла кущіння рослин пшениці різних сортів: 1 – Ювівата 60; 2 – КС 1 (А – Полісся; В – Полісся–Лісостеп; С – Лісостеп)

Особливість рослин пшениці сорту Ювівата 60 за формування довгого колеоптилю, глибшого залягання вузла кущіння в умовах Полісся й Полісся-Лісостепу на сьогодні є не до кінця розкритою адаптивною реакцією рослин на дію чинників довкілля зони Полісся-Лісостепу, де сорт був створений, і зумовлено екзогенними й ендогенними чинниками впливу, як можливо, тривалістю світлового дня, сумою активних температур, особливістю проходження яровизаційних процесів тощо. Під час онтогенетичних характеристик рослин сорту нами відмічались такі маркерні ознаки ксерофітності (табл. 4) як: довжина колеоптилю, антоціанове його забарвлення, опушене із сизим забарвленням стебла, колоса, листків, довжиною остюків  $\geq 8$  см, вертикальністю листків верхнього ярусу, чітко вираженою нервацією квіткових лусок, листків і стебла, потужною кореневою системою у фазі кущіння тощо.



Таблиця 4. Довжина колеоптилю рослин різних сортів пшениці, залежно від району екологічного випробування, см ( $M \pm m$ ,  $n = 21$ )

Сорт, лінія	Район екологічного випробування		
	П	Л	П-Л
Носшпа 100	3,9±0,29	3,4±0,30	4,2±0,33
Зоряна Носівська	5,1±0,37	4,7±0,50	5,8±0,48
Ювівата 60	3,9±0,22	3,9±0,28	4,3±0,50
КС 1	3,0±0,40	2,5±0,25	3,1±0,51

*Примітка. П – Полісся, Л – Лісостеп, П-Л – Полісся-Лісостеп. Ймовірна відмінність між варіантами досліджень за  $p < 0,05$ .*

Як видно з даних табл. 4, довжина колеоптилю залежить від умов досліджуваного району (глибини висіву насіння, глибини закладання вузла кущіння) і у різних сортів пшениці коливається у досить широких межах (2,5-5,8 см). Важливим етапом для рослин озимих злакових видів є час припинення вегетації, який визначається температурним, водним режимами, фізіолого-біохімічними й онтогенетичними особливості рослин. Перехід середньодобової температури повітря нижче 5 °С сприяє призупиненню ростових процесів у рослин [ 6 ]. Для умов Лісостепу та Полісся-Лісостепу ця межа температури припадає на II–III декади листопада, Полісся – кінець I–II декади листопада. Відмінності в температурному режимі виявлені лише у 2011, 2014, 2017-2019 роках, у які перехід середньодобової температури повітря нижче 5 °С в Лісостепу та Поліссі-Лісостепу розпочався на початку I декади листопада.

Забезпеченість рослин теплом характеризують суми активних та ефективних температур, які зумовлюють строкатість часу припинення осінньої вегетації (рослини різняться від 1-3 до 7-11 діб) (табл. 5). Температурним мінімумом (біологічним нулем), за якого припиняється їхній ріст, як було зазначено вище є температура  $\geq 5$  °С, проте за результатами фенологічних спостережень виявлено, що рослинам сорту Ювівата 60 притаманна хоча й сповільнена, але вегетативна здатність за цієї температурної межі, значення температури біологічного нуля у яких є на 0,5–1,0 °С нижчим, порівняно з рослинами чутливими до фотоперіоду (Зоряна Носівська, Аріївка, К 7-04 та ін.).

Таблиця 5. Особливості припинення вегетації сортів і ліній пшениці залежно від температурного режиму та чутливості до фотоперіоду (Лісостеп)

№ п/п	Сорт, лінія	Роки						
		2008	2009	2010	2015	2016	2017	2019
1	КС 7-04	07.11к	25.11к	15.12к	01.12к	08.11к	15.11 к	10.11 к
2	КС 1	03.11с	30.11с	23.12с	06.12к	04.11с	12.11 к	02.11 к
3	Зоряна Носівська	01.11с	24.11к	17.12к	01.12к	05.11с	11.11 к	07.11 к
4	Ювівата 60	08.11к	30.11к	23.12к	06.12к	08.11к	15.11 к	12.11 к
5	Аріївка	03.11с	26.11к	20.12к	02.12к	05.11с	10.11 к	07.11 к
6	Л 41-95	07.11к	25.11к	25.12к	05.12к	08.11к	15.11 к	15.11 к

Примітка: фенофази органогенезу: к – кущіння, с – сходи.

Перехід середньодобової температури повітря нижче 5 °С в Лісостепу та Поліссі-Лісостепу розпочався на початку I декади листопада у 2011, 2014, 2017 роках. Надмірно теплими за досліджуваний період були 2010, 2016, 2019 рр., середньомісячна температура повітря листопада становила +8,0...8,7 °С у Лісостепу і кількість опадів, яких випало впродовж I–II декад місяця – 44–67 мм, що на 17–31 % більше, порівняно з багаторічною нормою, що сприяло вегетації рослин. Сприятливими за температурним режимом листопада у ці роки були умови і в інших районах екологічного випробування, зокрема: +7,0...8,2 °С – у Поліссі-Лісостепу й + 6,6...7,3 °С – у Поліссі, кількість опадів у яких становила більше 50 мм (середньо багаторічної норми). Надмірно теплі роки дали можливість виявити адаптивну спроможність рослин до перезимівлі, ураження збудниками епіфітотій в результаті переростання рослин. Здатність рослин не переростати восени (довжина наземної частини  $\leq 10$  см) властива як для більшості напівкарликовим сортам так і Ювіваті 60 (яка за довжиною стебла відноситься до середньорослих), що забезпечує їм сталу резистентність до несприятливих абіотичних і біотичних чинників впродовж зимового періоду. У зазначених вище рослин за роки досліджень не спостерігались коливання біометричних параметрів.

Рослини сортів і ліній пшениці, що позитивно реагують на достатньо теплий тривалий осінній період (що спостерігалось в 2010, 2017–2020 роках, а в

Поліссі-Лісостепу й Лісостепу – ще й 2013 р.) й активно вегетують. Така закономірність онтогенетичних особливостей є позитивною реакцією, або чутливістю цих сортів до більшої тривалості світлового дня в осінній період в умовах Центральної частини Правобережного Лісостепу та перехідної зони, порівняно із меншою тривалістю світлового дня умов їхнього походження – Степу, для яких інтродукція в умови більш помірному клімату, може зумовити значний ризик щодо погіршення перезимівлі рослин у результаті їх переростання [ 7 ].

Як видно з даних таблиці 5, Ювівата 60 (приналежність до поліського і полісько-лісостепоного генотипу) займає проміжне місце серед сортів і ліній за чутливістю до температурного фізіологічного мінімуму, на відміну від інших (Зоряна Носівська, лінія КС 1, КС 7-04 та ін.), які ми відносимо до сортів лісостепоного екогенотипу, для вегетації останніх необхідна дещо більша кількість тепла і саме для них є небажані тривалі теплі осінні періоди та температурних флуктуацій впродовж зимового періоду, за чого відбувається їх переростання.

Оцінку стійкості рослин сорту Ювівата 60 до несприятливих абіотичних чинників за вирощування їх в нових умовах проводили на різних етапах онтогенезу, а також за тривалістю вегетаційного періоду. Загалом, тривалість фенологічних фаз розвитку рослин і вегетаційного періоду є генетично обумовленими параметрами [ 7, 26 ], які дещо можуть змінюватися за впливу інтенсивності й тривалості інсоляції, кількості опадів, температурного режиму, в кінцевому результаті відіграючи значну роль у формуванні продуктивності рослин [ 28, 32 ]. Різне скорочення тривалості проходження фенологічних фаз розвитку, як правило, призводить до зменшення кількості тих елементів продуктивності, які закладаються під час його проходження. Тому з'ясування відмінностей в онтогенезі рослин за параметрами адаптивності є важливим під час екологічного випробування рослин задля успішної подальшої їх адресної інтродукції.

До досягнення значення температури біологічного нуля важливим критерієм є достатнє формування кореневої системи та вузла кущіння.

Впродовж осінньої вегетації у рослин розвивається потужна коренева маса за відносно повільного нагромадження наземної частини, що є характерною генетичною ознакою рослин полісько-лісостепового екотипу, тим самим забезпечуючи їх стійкість до зимово-весняного періоду. Як було зазначено вище, рослини Ювівати 60 характеризуються сповільненим темпом розвитку наземної частини (листоків, стебел) як під час осінньої, так і під час весняної вегетації, що відмічається візуально (рис. 3).



Рис. 3. Відновлення весняної вегетації рослин (Лісостеп, дослідне поле ННДЦ БНАУ, III декада березня, 2017 р.: 1, 2 – Придеснянська напівкарликова; 3, 4, 5 – Ювівата 60

Така фізіолого-онтогенетична особливість рослин сорту Ювівата 60 зумовлена, як вже показано в попередніх наших дослідженнях [1], наявністю в геномі рецесивних алелів генів Ppd (Ppd-d1a/b, розташованих в гомологічних хромосомах 2A, 2B і 2D), експресія яких зумовлює нейтральну реакцію рослин на фотоперіод. Тобто, рецесивні алелі генів Ppd відповідають за тривалий період «сходи – колосіння», завдяки нейтральній реакції рослин на фотоперіод в умовах короткого світлового дня, а це, в свою чергу, дозволяє використовувати сорт як донор детермінації нечутливості до фотоперіоду в маркерній селекції. Більшість сортів пшениці як і жита (Зоряна Носівська, Олімпіада 80, Боротьба), які за онтогенетичними особливостями дають підстави віднести їх до сильно фотоперіодично чутливих рослини через здатність до осіннього переростання, перебувають у зоні ризику за впливу нетипових погодно-кліматичних чинників зимового періоду (що особливо спостерігалось за тривалої теплої осені у 2008–2010, 2013, 2017–2020 рр. та значного пошкодження рослин у результаті вимерзання, випрівання, вимокання їх в 2008, 2010, 2011, 2015 рр.). Останні здатні активно вегетувати за тимчасового підвищення температур у пізньо-осінній та зимовий періоди, що свідчить про їх високу чутливість до тривалості фотоперіоду. Слабка чутливість рослин до фотоперіоду підтверджується їх здатністю восени нагромаджувати істотно ( $p < 0,05$ ) більшу масу сухої речовини у коренях, ніж у наземній частині. Така закономірність відмічена нами на початковому етапі органогенезу – фазі кущіння, під час якої рослини нагромаджують в середньому за роки досліджень (2014–2020 рр.) 1,7 – 3,4 г а.с.р./10 рослин в коренях (у Лісостепу), а листків і стебел – 1,5–3,3 г а.с.р./10 рослин, відповідно. В умовах Полісся рослини пшениці нагромаджують в коренях і наземній частині в середньому – 1,6-3,5 й 1,6-3,4 г а.с.р./10 рослин, відповідно.

Таблиця 6 Особливості нагромадження сухої речовини рослинами зернових культур (Лісостеп, 2014–2017 рр.),  $M \pm m$ ,  $n=27$

Маса, г а.с.р./10 рослин	Сорт, лінія			
	Ювівата 60 (пшениця)	Олімпіада 80 (жито)	Зоряна Носівська (пшениця)	Вівате Носівське (тритикале)
II етап органогенезу				
Лісостеп				
корені	2,3±0,25	3,0±0,30	2,2±0,18	3,4±0,15
наземна частина	1,6±0,10	3,3±0,21	2,8±0,10	3,1±0,10
III етап органогенезу				
корені	4,2±0,36	4,7±0,45	3,7±0,28	5,5±0,33
наземна частина	2,2±0,90	4,8±1,04	4,3±0,36	4,2±0,60
V-VI етапи органогенезу				
корені	20,4±3,05	18,8±3,20	17,0±2,06	22,0±3,05
наземна частина	21,9±5,58	20,2±3,76	19,5±4,80	23,9±4,10
Полісся				
II етап органогенезу				
корені	2,5±0,29	3,2±0,10	2,3±0,23	3,5±0,15
наземна частина	1,9±0,24	3,4±0,14	2,7±0,15	3,0±0,21
III етап органогенезу				
корені	3,8±0,29	5,2±0,23	3,6±0,27	5,2±0,40
наземна частина	2,5±0,88	5,4±0,33	4,4±0,30	4,7±0,72
V-VI етапи органогенезу				
корені	23,0±1,21	22,4±2,15	19,3±2,00	25,3±2,70
наземна частина	24,5±3,67	19,4±2,06	20,1±2,16	26,5±4,43

Примітка: К. – корені, Н.ч. – наземна частина, а.с.р. – абсолютно суха речовина

Як видно з даних табл. 6, на III етапі органогенезу (фенофаза виходу у трубку) різниця між рослинами сортів пшениці починає дещо нівелюватись, і далі на пізніших етапах органогенезу істотної різниці між показниками нагромадження сухої речовини коренів і наземної частини не відмічається як в умовах Полісся, так і Лісостепу. Погодні умови весняних періодів (березня–квітня) впливають на формування загальної і продуктивної кущистості. Загальна кущистість у рослин сортів в роки досліджень значно варіювала залежно від умов вирощування як в Поліссі, так і Лісостепу до припинення вегетації, порівняно з сортом Ювівата 60 (2,4–2,6 шт./рослину) (табл. 7), особливістю росту якого є синхронний розвиток.

Таблиця 7. Загальна осіння кущистість рослин різних сортів залежно від району досліджень

№ п/п	Сорт, лінія	Кількість стебел на рослині, шт.		
		Л	П-Л	П
1	Носшпа 100	1,8±0,15	2,4±0,22	2,9±0,10*
2	Зоряна Носівська	2,3±0,24	2,8±0,17*	2,1±0,29
3	Ювівата 60	2,4±0,12	2,6±0,10	2,4±0,10

Примітка. П – Полісся, Л – Лісостеп, П-Л – Полісся-Лісостеп; \* - ймовірна відмінність між варіантами досліджень за  $p < 0,05$ .

Після відновлення весняної вегетації у фазі весняного кушіння рослини формують в середньому у 2 рази більше стебел (від 4,0–5,4 шт. стебел/ рослину). Компонентами насінневої продуктивності зернових колосових культур є продуктивне кушіння, кількість продуктивних стебел на одиницю площі. Середній показник продуктивної кущистості за 2008–2020 рр. досягає 2,9 шт. стебел/рослину за мінімального значення 1,6 шт. і максимального 3,2–3,4 шт. Рослини Ювівати 60 формують найбільший відсоток продуктивних стебел (> 30 %) в структурі загального кушіння рослин.

Погодно-кліматичні умови впродовж квітня–травня за невисоких значень ГТК (1,2–1,5) сприяють активному проходженню фенофаз трубкування та колосіння (рис. 4). Період сходів-кушіння в онтогенезі рослин пшениці відіграє істотне значення в стратегії їх адаптивності, оскільки саме у цей час під дією температурного режиму та тривалості світлового дня в них відбувається закладка репродуктивних органів. У результаті індукції фітогормонів гіберелінової групи, які детермінуються відповідними генами, відбувається закладання диференційованих квіткових структур та формування мікро- й мегаспор, контроль і регуляція подвійного запліднення, індукція ембріогенезу, процес розвитку насіння [ 13 ].



Рис. 4. Фенофаза трубкування рослин сортів пшениці (Лісостеп, 2011 р., II декада травня): 1, 2 – Ювавіта 60; 3,4 – Зірка Носівська

Хоча весняна фенофаза кушіння пшениці не є критичною для її росту й розвитку, проте дефіцит вологи у цей період може зменшувати формування загальної кількості стебел, а у фазу колосіння–цвітіння може призводити до низької озерненості колоса, під час формування й наливу зерна – навіть до його дрібнозернистості і щуплості. За даними низки авторів [ 11, 12 ] у період весняно-літньої вегетації в зоні Лісостепу потреба рослин пшениці у волозі становить 230–330 мм. Починаючи з відновлення вегетації до фенофази виходу в трубку рослинам озимих зернових потрібно лише 60–86 мм вологи, від фенофази виходу в трубку до цвітіння – 110–145 мм, від цвітіння до воскової стиглості – 60–100 мм [ 11 ].

Дефіцит вологи та висока температура повітря на початку травня призводять до стерильності пилку та зменшення кількості квіток у колосі. Підвищена температура травня (що відмічено за період з 2009–2014 рр., порівняно з багаторічною нормою) і червня (2008–2013, 2017-2020 рр.) лімітує проходження фенофаз колосіння та цвітіння рослин, оскільки відображає розвиток термальної посухи, яка часто пригнічує їх розвиток, що відображається на біометричних показниках листків, масі сухої речовини, висоті, і в кінцевому результаті негативно впливає на кількісні показники елементів насінневої продуктивності (кількість квіток, кількість і маса зерен із головного колосу, загальна насіннева продуктивність тощо). В цілому, за досліджуваний період



травневий розвиток культурних рослин відбувався із значним випередженням середніх багаторічних строків внаслідок підвищеного тепло забезпечення, зумовленого значно вищим за значенням норми температурного режиму (як у травні, так і в квітні). Упродовж квітня–травня майже у всіх досліджуваних районах, де проводили екологічне випробування, спостерігається дефіцит опадів. Лише на території Житомирського Полісся їх кількість за два місяці весняної вегетації склала 80–120 % норми. На решті території – південній частині Чернігівщини та Київщини недобір весняних опадів складав 40–70 % від норми.

Новий сорт пшениці м'якої озимої Ювівата 60 виділений в результаті багаторазового добору з F<sub>3</sub> гібридної комбінації ♀ (♀Поліська 90 x ♂Мирлебен) x ♂ (♀Holger x ♂ППГ 296), різновидності еритроспермум, позитивно реагує на рівень культури землеробства. Сорт середньостиглий; тривалість вегетаційного періоду – 281–289 діб. Впродовж 10-ти річного виробничого випробування сорт зарекомендував себе як стійкий до вилягання, високо резистентний до несприятливих умов зимово-весняного та літнього періодів, до ураження збудниками *Sphaerotheca mors-uvae* Berk. & Curt., *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* Rob. Ex Desm., *Fusarium graminearum* Schwabe і *Cochliobolus sativus* (8 балів), а також стійкий до осипання зерна і проростання його на колосі.

Колос пшениці м'якої Ювівата 60 рихлий, білий, остистий, пірамідальний, пониклий, довжиною 10–14 см (рис. 5). Остюки рослин цього сорту білі, розгалужені, продовгуваті завдовжки – 4,8–6,1 см, колоскова луска овально-яйцеподібної форми, слабо опушена, довжина якої – 1,4–1,5 см, ширина – 0,6–0,8 см; плече колоскової луски завширшки 0,5–0,7 мм, злегка скошене (ширина квіткової луски збільшена, порівняно з батьківськими формами, що є передумовою формування крупного зерна). Зубець колоскової луски прямий, довжиною 0,7–0,6 мм, кіль – 0,4 мм. Зернівка червона, виповнена, гладка, крупна, овальної форми, довжина якої 0,7–0,82 см, ширина – 3–3,2 мм, товщина – 3,8–3,9 мм.



Рис. 5. Насіння і колос рослин сорту Ювівата 60

Характерною ознакою зернівки є неглибока борозенка, що зменшує травмування зерна під час обмолоту, запобігає висипанню його з колоса під час повного достигання та ураженню шкідниками з колючо-сисним ротовим апаратом та збудниками хвороб. Натура зерна – 785–820 г/л. Маса 1000 зерен з бункера комбайна – 47 г, після кондиціювання (очистки) – до 60 г (табл. 8).

Таблиця 8. Господарсько-біологічна характеристика сорту пшениці м'якої озимої Ювівата 60 порівняно з умовним стандартом (УС) по групі середньорослих, середні дані за 2014–2020 рр.

Показник	Фізико-географічна зона		
	Лісостеп (Л)	Полісся (П)	Лісостеп-Полісся
1	2	3	4
Урожайність зерна, т/га	6,8±0,16	5,5±0,1	6,9±0,2
Стійкість до вилягання, бал	8,7	8,6	8,6
Висота рослин, см	94,9±0,4	101±0,5	99±0,3
Маса зерна з колосу, г	2,11±0,01	1,86±0,03	1,9±0,2
Маса 1000 зерен, г	50,5	47,7	47,8
Довжина вегетаційного періоду, діб	284±0,3	288±0,2	280±0,2
Зимостійкість (польова оцінка), бал	8,9	8,7	8,7

1	2	3	4
Стійкість до ураження хворобами, бал			
бура іржа	9,0	9,0	8,5
борошніста роса	8,2	7,8	8,4
фузаріоз	8,3	8,0	8,0
Вміст білку в зерні, %	15±0,09	14,2±0,08	14,0±0,05
Вміст клейковини в зерні, %	31,8±0,5	29,2±0,6	30,4±0,1
Вміст ІДК о.п.	60	65	74
Сила борошна, W о.а	475	444	441
Об'єм хліба, мл	1200	1100	1080
Загальна оцінка, бал	8,5	7,8	7,7

Сорт Ювівата 60 пластичний до високих доз мінеральних і органічних добрив; характеризується підвищеною стійкістю до вилягання (8,8 балів). Встановлено, що за умов високого агрофону (попередник – зайнятий пар; фон мінеральних добрив – N<sub>90</sub>P<sub>90</sub>K<sub>90</sub>) на чорноземі вилугуваному, при урожайності 8,5 т/га, маса 1000 зерен становить – 53 г, а на дерново-підзолистих ґрунтах, при урожайності – 6,7 т/га, маса 1000 зерен – 50,5 г (рис. 6). Сорт Ювівата 60 відзначається високою стійкістю до бурої іржі (8,5 б.) та твердої сажки (8,7 б.).



Рис. 6. Зерно пшениці сорту Ювівата 60

Для сорту Ювіватіа 60 характерні середні строки сівби (друга-третья декада вересня), проте він витримує і пізні строки і має суттєві переваги за урожайністю зерна над іншими сортами при розміщенні по гірших попередниках (кукурудза на зерно, соняшник та ін.). За своєю невибагливістю до умов вирощування є комплексним прообразом широко відомих сортів пшениці м'якої озимої Мирлебен і Поліська 90. За роки виробничого випробування (2012-2020 рр.) середня врожайність цього сорту в умовах Лісостепу України складала 7,5 т/га, мінімальна – 5,4, максимальна – 10,7 т/га. Середня урожайність зерна цього за умов північного Лісостепу упродовж 2014–2020 рр. не була нижчою за 6 т/га. Середня гарантована надбавка урожаю сорту над національними стандартами за три роки Державного сортовипробування складає 0,8-1,7 т/га.

Істотні прибавки урожаю сорту Ювівата 60 до національного стандарту – 0,5–1,0 т/га отримано у 39-ти сортодослідних посівах, у т.ч. прибавки 0,21–0,35 т/га – у 26-ти сортодослідах, розташованих у 18-ти областях України, що охоплюють зони Лісостепу та Полісся (Чернівецька, Львівська, Черкаська, Вінницька, Хмельницька, Полтавська, Харківська, Чернігівська, Київська, Житомирська, Рівненська, Волинська, Івано-Франківська та ін.). Максимальний урожай сорту 10,8 т/га отримано на дослідній ділянці Хмельницького державного центру експертизи сортів рослин та близько 9 т/га – на Дослідному сільськогосподарському виробництві Київської обл. В умовах Харківської обл. на варіанті без добрив в середньому за 4 роки досліджень (2012–2020 рр.) сорт Ювівата 60 забезпечував урожайність зерна 6,81 т/га (грунт чорнозем типовий), а на Носівській СДС Миронівського інституту пшениці ім. В.М. Ремесла НААН України за таких же умов – 6,42 т/га (чорнозем вилугуваний малогумусний легкосуглинковий) (рис. 7).



Рис. 7. Фітоценоз пшениці м'якої озимої сорту Ювівата 60, стаціонар Носівської селекційно-дослідної станції МП НААН, 2018 р.

Рекомендована норма висіву для цього сорту є, за умов високої культури землеробства, 4,0–4,5 млн схожих зерен/га. У разі середніх та пізніх строків сівби норму висіву потрібно збільшувати до 6 млн/га. Оптимальна глибина загортання насіння цього сорту на середніх і важких за механічним складом ґрунтах – 3–3,5 см, а на легких ґрунтах – 3,5–4,5 см.

Оптимальні дози мінеральних добрив під посіви сорту Ювівата 60 за умов Полісся –  $N_{20+60+40}P_{90+30}K_{90+30}$ , Лісостепу –  $N_{60+40}P_{90}K_{90}$  (для азотних добрив – 20 кг д.р. – внесення в рядки під час сівби (за умов достатнього зволоження та збіднених на поживну речовину ґрунтів), 60 – внесення у фазу кущення-трубкування, 40 – під час колосіння; для фосфорно-калійних – по 90 і 120 кг д.р. – під основний обробіток ґрунту, по 20 і 30 кг – в рядки під час сівби).

Для формування високопродуктивних посівів Ювівата 60 рекомендуємо:

- передпосівну культивуацію проводити на глибину загортання насіння у комбінації з кільчасто-шпоровими котками;

- для заощадження мінеральних азотних добрив і одержання нормативно безпечної продукції рекомендуємо застосовувати передпосівну обробку насіння сорту Ювівата 60 активними штамми азотфіксуючих та фосфатмобілізуючих бактерій біопрепаратів діазофіту та альбобактерину.

Для попередження масового ураження посівів хлібними жуками, клопами та збудниками хвороб необхідно проводити профілактичне обприскування баковими сумішами. На дерново-опідзолених оглеєних і дерново-підзолистих супіщаних ґрунтах Полісся доцільно використовувати позакореневе підживлення посівів мікроелементними добривами. Встановлено, що застосування хелатних форм цинку, міді, марганцю та кобальту в умовах достатнього зволоження забезпечує резистентність посівів проти збудників грибних хвороб на 10–12 %. З'ясовано, що ефективність мікроелементних добрив на кислих ґрунтах перехідної зони Лісостеп-Полісся та Полісся вдається підвищити за рахунок застосування кальцієвої селітри у дозі 60–90 кг д.р./га.

Борошномельні і хлібопекарські властивості цього сорту хороші і відмінні, зерно містить, залежно від агротехніки та ґрунтово-кліматичних умов 13,9-14,9 % білка, 26,6-31,6 % сирої клейковини; група якості клейковини борошна – I; одиниць ВДК – 65; пружність і розтяжність тіста – 72 і 82 мм відповідно; сила борошна – 222 о.а., індекс еластичності – 53 %, об'ємний вихід хліба з 100 г борошна – 590 мл, зовнішній вигляд хліба (бал): поверхня – 9; форма – 7; колір кірки – 9; загальна оцінка – 8,3, колір м'якуша – 7, еластичність м'якуша – 9 і загальна хлібопекарська оцінка – 8,1 балів (рис. 8).





Рис. 8. Хліб, випечений із пшениці м'якої сорту Ювівата 60

**Висновки.** Для умов Лісостепу та Полісся створено конкурентоспроможний сорт пшениці м'якої озимої «Ювівата 60».

За багаторічними стаціонарними та виробничими дослідженнями встановлено унікальність генотипу Ювівата 60, яка пов'язана з низкою онтогенетичних особливостей та еколого-адаптивних механізмів:

- високій екологічній пластичності рослин сорту за рахунок генетичної гетерогенності, що підтверджує неоднорідність фенетичних маркерів – спектрів білків-гліадинів їх генотипів. Фізіолого-онтогенетична особливість рослин сорту Ювівата 60 обумовлена, наявністю в геномі рецесивних алелів генів *Ppd* (*Ppd-d1a/b*, розташованих в гомологічних хромосомах 2A, 2B і 2D), експресія яких зумовлює нейтральну реакцію рослин на фотоперіод, що дозволяє використовувати сорт як донор детермінації нечутливості до фотоперіоду в маркерній селекції;

- високій врожайності зерна (потенціал 10 т/га) за рахунок значного репродуктивного потенціалу: багатоквітковість (до 60 шт. квіток у колосі),

багатоколосковість (до 23 шт.) та озерненість колоса (96 %, коефіцієнта насінневої продуктивності КНП > 3);

- високій якості зерна (вміст білка – до 16 %, клейковини – до 34 %);
- формуванні потужної кореневої системи (видовжений колеоптіль – до 6 см, глибоке та розгалужене залягання первинних та вторинних зародкових корінців восени за оптимальних строків сівби);
- синхронному розвитку весняних пагонів (низький відсоток підгонів, безколосих стебел);
- високій фотосинтетичній продуктивності посівів (7 г/м<sup>2</sup>/добу, що зумовлено тривалим функціонуванням листкового апарату першого та другого ярусів, остюків та колосу);
- стійкості до вилягання за високої урожайності зерна, за рахунок міцного та потовщеного стебла;
- високій стійкості до проростання в колосі (що зумовлено тривалим латентним періодом);
- стійкості до шкідників та збудників грибкових хвороб, зокрема до септоріозу, жовтої іржі та різних видів сажки (8-9 балів), середньої стійкості до бурої та стеблової іржі, а також борошнистої роси (5-7 балів);
- високій стійкості до аномалій кліматопу впродовж осінньо-зимового та весняно-літнього періодів (посухостійкість 8-9 балів, зимо- та морозостійкість вище середньої – 7 балів);

Встановлено, що для центральної, західної частини Полісся оптимальні строки сівби – 24-25 вересня; південної та східної частини Полісся – до 25-30 вересня; північних районів Полісся – 22-25 вересня; центральної, північної та західної частини Лісостепу – 27-30 вересня, в окремі роки 1-10 жовтня.

Рекомендована норма висіву для цього сорту є, за умов високої культури землеробства, 4,0–4,5 млн схожих зерен/га. У разі середніх та пізніх строків сівби норму висіву потрібно збільшувати до 6 млн/га. Оптимальна глибина загортання насіння цього сорту на середніх і важких за механічним складом ґрунтах – 3–3,5 см, а на легких ґрунтах – 3,5–4,5 см.



Оптимальні дози мінеральних добрив під посіви сорту Ювівата 60 за умов Полісся –  $N_{20+60+40}P_{90+30}K_{90+30}$ , Лісостепу –  $N_{60+40}P_{90}K_{90}$  (для азотних добрив – 20 кг д.р. – внесення в рядки під час сівби (за умов достатнього зволоження та збіднених на поживні речовини ґрунту), 60 – внесення у фазу кущення-трубкування, 40 – під час колосіння; для фосфорно-калійних – по 90 і 120 кг д.р. – під основний обробіток ґрунту, по 20 і 30 кг – в рядки під час сівби).

Для формування високопродуктивних посівів Ювівати 60 рекомендуємо:

- передпосівну культивуацію забезпечувати на глибину загортання насіння у комбінації з кільчасто-шпоровими котками (враховуючи фізико-хімічні властивості ґрунту та погодні умови).

Отже, для гарантованого прибутку аграріям в умовах глобальних змін клімату для умов Лісостепу і Полісся України пропонується високопродуктивний (6,7 т/га) сорт пшениці м'якої озимої Ювівата 60 зі слабкою фотоперіодичною чутливістю та високою стійкістю до вилягання (8,7 бала), проростання зерна в колосі (9 балів), стійкістю до борошнистої роси, бурої іржі та фузаріозу (7,6-8,0 балів), внесений до Державного реєстру сортів рослин України з 2014 року.

#### **Бібліографічні посилання**

1. Бакума, А. О., Чеботар, Г. О., Ткачук, А. В., Чеботар, С. В., Москалець, Т. З., & Москалець В. В. (2020). Алельний стан Rpd-1 генів, що контролюють чутливість до фотоперіоду у низки генотипів пшениці м'якої озимої. *Сортовивчення та охорона прав на сорти рослин*, 16(3), 253–261. <https://doi.org/10.21498/2518-1017.16.3.2020.214926>

2. Гешеле Э.Э. (1971). Методическое руководство по фитопатологической оценке зерновых культур / Э.Э. Гешеле. ВСГИ, Одесса, С. 36–59.

3. Державний реєстр сортів рослин придатних для поширення в Україні у 2014 році [Електронний ресурс]. Державна ветеринарна та фітосанітарна служба України – К.: 2014. Реєстр є чинним станом на 31.03.2014 р. – 490 с. [Режим доступу : <http://vet.gov.ua/sites/default/files/REESTREU-2014-03-31.pdf>]

4. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

5. Жемела Г. П. Проблеми селекції озимої пшениці на якість зерна / Г. П. Жемела // Наук. пр. Полтав. держ. аграр. акад. – 2005. – Т. 4 (23). С. 3-7.
6. Жученко А.А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. – Саратов: ООО «Новая газета», 2000. 275 с.
7. Куперман Ф.М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов органогенеза различных жизненных форм покрытосемянных растений: учеб. пособие для биол. спец. ун-тов / Ф.М. Куперман. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. школа, 1977. 288 с.
8. Майсурян Н.А. Практикум по растениеводству / Н.А. Майсурян. – Изд. 6-е. – М.: Колос, 1970. 446 с.
9. Методика державного сорто випробування сільськогосподарських культур; ред. В.В. Волкодав; Державна комісія України по випробуванню та охороні сортів рослин. – Вип. 1. – К.: Алефа, 2000. – 100 с.
10. Попереля Ф.А. Полиморфизм глиадина и его связь с качеством зерна, продуктивностью и адаптивными свойствами сортов мягкой озимой пшеницы. Селекция, семеноводство и интенсивная технология возделывания озимой пшеницы. Агропромиздат, 1989. С. 138–150.
11. Тищенко В.Н. Генетические основы адаптивной селекции озимой пшеницы: монографія / В.Н. Тищенко, Н.М. Чекалин. Полтава: ПДАА, 2005. 243 с.
12. Ткачук С.О. методика проведення експертизи сортів рослин групи зернових, круп'яних та зернобобових на придатність до поширення в Україні. Вінниця: Нілан-ЛТД. 2016. 318 с.
13. Серебряков И. Г. Морфология вегетативных органов высших растений / И.Г. Серебряков. М.: Сов. наука, 1952. 391 с.
14. Спеціальна селекція і насінництво польових культур; за ред. В.В. Кириченка. – Харків: Ін-т рослин. ім. В.Я. Юр'єва НААНУ, 2010. – С. 3.
15. Afzal, M., Sielaff, M., Curella, V., Neerukonda, M., Hassouni, K., Schuppan, D., Tenzer, S., Friedrich, C., & Longin, H. (2021). Characterization of 150 Wheat Cultivars by LC-MS-Based Label-Free Quantitative Proteomics Unravels Possibilities to Design Wheat Better for Baking Quality and Human Health. *Plants*, 10 (3), 424. <https://doi.org/10.3390/plants10030424>
16. Crespo-Herrera, L. A., Garkava-Gustavsson, L., & Ahman, I. (2017). A systematic review of rye (*Secale cereale* L.) as a source of resistance to pathogens and pests in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Hereditas*, 154(14), 14–23. Doi: 10.1186/s41065-017-0033-5
17. Eberhart, S. A., & Russel, W. A. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6(1–2), 36–40.
18. Gritsay T. I. Role of the ecological factor in quality formation of wheat varieties. / T. I. Gritsay, L. A. Bepalova, V.A. Filobok: Collected reports of the international scientific-practical conference "Ways to improve and stabilize the production of high quality grain" (12–17 June 2002, Krasnodar) / Ed. by I. T. Trubilina Krasnodar. 2002. 56-61.

19. Hassouni, K., Sielaff, M., Curella, V., Neerukonda, M., Leiser, W., Würschum, T., Schuppan, D., Tenzer, S., Friedrich, C., & Longin, H. (2021). Genetic architecture underlying the expression of eight  $\alpha$ -amylase trypsin inhibitors. *Theoretical and Applied Genetics*, 19 <https://doi.org/10.1007/s00122-021-03906-y>
20. Ivanova, Y. N., Solovey, L. A., Loginova, D. B., Miroshnikova, E. E., Dubovets, N. I., & Silkova, O. G. (2019). The creation and characterization of the bread wheat line with a centric translocation t2dl.2rl. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 723, 846. Doi: 10.18699/VJ19.558
21. Khangildin, V. V., & Litvinenko, N. A. (1981). Homeostaticity and adaptability of winter wheat varieties. *Nauchno-tekhnicheskiy Biulleten VSGI*, 39, 8–14.
22. Kozub, N. A., Sozinov, I. A., Karelov, A. V., Bidnyk, H. Y., Demianova, N. A., Sozinova, O. I., Blume, Y. B., & Sozinov, A. A. (2018). Studying recombination between the 1RS arms from the rye Petkus and Insave involved in the 1BL.1RS and 1AL.1RS translocations using storage protein loci as genetic markers. *Cytology and Genetics*, 52(6), 440–447. Doi: 10.3103/S0095452718060063
23. Li, S., Tang, H., Zhang, H., Mu, Y., Lan, X., & Ma, J. (2020). A 1BL/1RS translocation contributing to kernel length increase in three wheat recombinant inbred line populations. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 56, 43–51. <https://doi.org/10.17221/79/2019-CJGPB>
24. Liubych, V., Novikov, V., Polianetska, I., Usyk, S., Petrenko, V., Khomenko, S., Zorunko, V., Balabak, O., Moskalets, V., & Moskalets, T. (2019). Improvement of the process of hydrothermal treatment and peeling of spelt wheat grain during cereal production. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3(11), 40–51. Doi: 10.15587/1729-4061.2019.170297
25. Mastrangelo, A. M. & Cattivelli, L. (2021). What Makes Bread and Durum Wheat Different? *Trends in Plant Science*, 26 (7), 677-684. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2021.01.004>
26. Mikulikova, D., Masar, S. Horvathova, V. & Kraic, J. (2009). Stability of Quality Traits in Winter Wheat Cultivars. *Czech Journal of Food Sciences*. 27 (6), 403–417.
27. Mitrofanova, O. P., Strelchenko, P. P., Konarev, A. V., & Balfourier, F. (2009). Genetic differentiation of hexaploid wheat inferred from analysis of microsatellite loci. *Russian Journal of Genetics*, 45(11), 1351–1559. Doi 10.1134/S102279540911009X
28. Morgounov, A. I., Gummadov, N., Belen, S., Kaya, Y., Keser, M., & Mursalova, J. (2014). Association of digital photo parameters and NDVI with winter wheat grain yield in variable environments Turk. *Journal of Agriculture and Food Research*, 38, 624–632. Doi: 10.3906/tar-1312-90
29. Oak, M. D., & Tamhankar, S. A. (2017). 1BL/1RS translocation in durum wheat and its effect on end use quality traits. *Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology*. 26, 91–96. <https://doi.org/10.1007/s13562-016-0366-6>
30. Payne, P. I., & Lawrence, G. J. (1983). Catalogue of Alleles for the Complex Gene Loci Glu-A1, Glu-B1, Glu-D1 Wich Code for High-Molecular-Weight Subunits of Glutenin in Hexaploid Weat.

31. Pershina, L., Trubacheeva, N., Badaeva, E., Belan, I., & Rosseeva, L. (2020). Study of androgenic plant families of alloplasmic introgression lines (*H. vulgare*) – *T. aestivum* and the use of sister dh lines in breeding. *Plants*, 69, 764–766. Doi: 10.3390/plants9060764
32. Pronin, D., Börner, A., & Scherf, K. (2021). Old and modern wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars and their potential to elicit celiac disease. *Food Chemistry*, 339, 127952. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127952>
33. Pronin, D., Geisslitz, S., Börner, A., & Scherf, K. (2020). Fingerprinting of wheat protein profiles for improved distinction between wheat cultivars and species. *Cereal Chemistry*, 97 (5), 999-1009. <https://doi.org/10.1002/cche.10323>
34. Qaseem, M. F., Qureshi, R., Muqaddasi, Q. H., Shaheen, H., Kousar, R., & Röder, M. S. (2018). Genome-wide association mapping in bread wheat subjected to independent and combined high temperature and drought stress. *PLOS ONE*, 13. Doi: 10.1371/journal.pone.0199121
35. Rekowski, A., Langenkämper, G., Dier, M., Wimmer, M., Scherf, K., & Zörb, C. (2021). Determination of soluble wheat protein fractions using the Bradford assay. *Cereal Chemistry*, 92 <https://doi.org/10.1002/cche.10447>
36. Truzzi, F., Tibaldi, C., Whittaker, A., Dilloo, S., Spisni, E., & Dinelli, G. (2021). Effect of Gliadins and Glutenins Extracted from Different Wheat Cultivars on an In Vitro 3D Intestinal Epithelium Model. *International Journal of Molecular Sciences*, 22 (1), 172. <https://doi.org/10.3390/ijms22010172>
37. Ullah, H., Khan, N., & Khan, I. A. (2021). Complementing cultural weed control with plant allelopathy: Implications for improved weed management in wheat crop. *Acta Ecologica Sinica*, 46 <https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2021.06.006>