

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ОЛЕСЯ ГОНЧАРА

МОСКАЛЕЦЬ ТЕТЯНА ЗАХАРІВНА

УДК 574.24 : 57.045 + 57.063.6:633.1

**МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ ТА ПРОЯВУ ЕКОЛОГО-АДАПТИВНИХ
ВЛАСТИВОСТЕЙ ПРЕДСТАВНИКІВ ТРИБИ *TRITICEAE* ЗА РІЗНИХ
ЧИННИКІВ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

03.00.16 – екологія

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
доктора біологічних наук

Дніпро – 2017

Дисертацією є рукопис

Робота виконана в Білоцерківському національному аграрному університеті

Науковий консультант: доктор біологічних наук, професор,
заслужений діяч науки і техніки України
Рибальченко Володимир Корнійович,
Київський національний університет імені Тараса
Шевченка, лабораторія мембранології і цитології,
головний науковий співробітник.

Офіційні опоненти: доктор біологічних наук, професор,
академік НААН України **Патика Володимир
Пилипович**, Інститут мікробіології і вірусології
ім. Д.К. Заболотного НАН України, відділ
фітопатогенних бактерій, завідувач;

доктор біологічних наук, професор
Зверковський Василь Миколайович,
Дніпропетровський національний університет імені
Олеса Гончара, кафедра геоботаніки, ґрунтознавства
та екології, завідувач;

доктор біологічних наук, професор
Колесніченко Олена Валеріївна, Національний
університет біоресурсів і природокористування України,
кафедра декоративного садівництва та фітодизайну,
професор.

Захист відбудеться “9” березня 2017 року о 10 годині на засіданні спеціалізованої вченої ради Д 08.051.04 для захисту дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук в Дніпропетровському національному університеті імені Олеса Гончара за адресою: 49010, м. Дніпро, пр. Гагаріна, 72, корпус 17, факультет біології, екології та медицини, ауд. 711.

З дисертацією можна ознайомитись у бібліотеці Дніпропетровського національного університету імені Олеса Гончара за адресою: м. Дніпро, вул. Казакова, 8.

Автореферат розісланий 4 лютого 2017 р.

Вчений секретар
спеціалізованої вченої ради,
кандидат біологічних наук, доцент



А.О. Дубина

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність дослідження. 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 (Вернадский, 1945; Ясвин, 2000). Дотримання екоцентричних засад дозволить призупинити деградацію екосистем, у т.ч. антропогенних, негативний вплив від яких дедалі зростає, набуваючи все більш глобального характеру (Адаменко, 2014; Intergovernmental Panel on Climate Change, 2014).

Одним із шляхів зменшення негативного впливу на довкілля, збереження й збільшення різноманіття є інтродукція стійких і адаптивних форм та видів рослин (Мыцк, 1998; Лихолат, 1999; Вінниченко та ін., 2011; Колесніченко та ін., 2012; Lobell et al., 2014; Зайцева, 2015), які здатні більшою мірою протистояти негативним абіотичним і біотичним чинникам. Створені рослинні форми з часом втрачають свій біопотенціал, у т.ч. пристосувальні можливості, через що поповнення антропогенних екосистем новим адаптивним асортиментом, зокрема до сучасних змін клімату, є актуальним.

В основі стійкості рослин лежать механізми адаптивності, вивчення яких, не зважаючи на значний доробок напрацювань (Казначеев, 1971, 1975, 1980; Генкель, 1978; Кочетков, 1990; Пахомова, 1995; Жукова, 2004; Andresen, 2007; Жученко, 2008; Bita, Gerats, 2013; Nezhadahmadi, 2013; Tavares et al., 2015 та ін.), привертає все більшу увагу дослідників.

Серед низки цінних у продовольчому значенні видів рослин є представники триби *Triticeae*: *Triticum aestivum* L. (пшениця м'яка), *Secale cereale* L. (жито посівне), *Triticale trispecies* Shulind. (тритикале трьохвидове) (Юрьев, 1939; Шулындін, 1965, 1981; Васильківський, 1997; Лихочвор, 2002; Литвиненко, 2010). Важливість досліджень цих культур визначається не лише можливими ризиками їх загибелі чи значним зменшенням продуктивності в окремі роки, а й протистоянням стресовим чинникам, які трапляються дедалі частіше. Вітчизняними і зарубіжними вченими: П. А. Генкелем (1978), В. Я. Александровим (1994), І. П. Григорюком (2001; 2002), Е. Л. Кордюм (2003; 2015) та ін. вже одержані вагомі напрацювання з питань стійкості культурних видів до несприятливих чинників навколишнього середовища, проте пошук й удосконалення підходів щодо вивчення енто- й екзогенних механізмів реалізації та формування еколого-адаптивного потенціалу представників триби *Triticeae* на різних рівнях інтеграції, в т.ч. за нових умов існування, дасть змогу одержати важливі відомості щодо фундаментальних основ адаптацій, стратегій успішності інтродукції й прискорить процес одержання нових рослинних форм.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана відповідно до науково-дослідних тем Білоцерківського НАУ на кафедрі прикладної екології та кафедрі генетики, селекції і насінництва с.-г. культур. Польові дослідження проведено на стаціонарах навчально-наукового дослідного центру БНАУ, Інституту сільського господарства Полісся НААН (с. Грозине), Носівської селекційно-дослідної станції Миронівського інституту пшениці

ім. В. М. Ремесла НААН, згідно з науковими темами: «Створення вихідного матеріалу *Triticum aestivum* з добре вираженими еколого-адаптивними властивостями та високими кількісними та якісними показниками урожайності зерна» (2009–2013 рр., № ДР 0109U007627); «Дослідження стану геоценоконсорцій фітоценозів та їх горизонтальної і вертикальної структури в умовах різних екотопів» (2013–2016 рр., № ДР 0113U005719); «Вивчення молекулярно-генетичних, фізіолого-біохімічних та біоценотичних механізмів адаптивності представників *tribus Triticeae*» (2014–2016 рр., № ДР 0114U008482), якими дисертант проводила наукове керівництво та брала безпосередню участь у проведенні експериментів під час їх виконання.

Мета та задачі дослідження. Мета – встановити та обґрунтувати особливості формування і прояву біопотенціалу представників триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності в умовах екологічного випробування рослин – Поліссі й Лісостепу. Для цього вирішувались такі основні **задачі**:

- визначити структурно-функціональні ознаки рослин триби *Triticeae*;
- розкрити особливості фізіолого-біохімічних пристосувальних реакцій рослин та ідентифікувати молекулярно-генетичні й біохімічні маркери посухо-, зимо- та морозостійкості;
- провести ранжування рослин за показниками екологічної стабільності й пластичності насінневої продуктивності та критеріями життєвості-життєздатності;
- дослідити прояви еколого-адаптивного потенціалу рослин триби *Triticeae* на аутоекотологічному та популяційно-видовому рівнях й диференціювати їх за потенційною екологічною валентністю відносно абіотичних чинників навколишнього середовища;
- з'ясувати особливості формування стійкості та адаптивності представників триби *Triticeae* за різних типів біоценотичних взаємозв'язків;
- розробити інформаційну модель реалізації біопотенціалу представників триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності в нових умовах вирощування;
- запропонувати підхід до вирішення проблем зменшення генетичного різноманіття та ймовірного пестицидного забруднення антропічних екосистем за сучасних змін клімату;
- провести оцінку успішності екологічного випробування рослинних форм в умовах Полісся і Лісостепу.

Об'єкт дослідження: рослини, популяції та угруповання *Triticum aestivum* L., *Secale cereale* L., *Triticale trispecies* Shulind.

Предмет дослідження: властивості та маркерні ознаки як прояви механізмів адаптивності представників триби *Triticeae* за впливу абіотичних й біотичних чинників в умовах Полісся й Лісостепу.

Методи дослідження – загальнонаукові методи (аналізу, синтезу, досліду, спостереження, гіпотези, індукції, дедукції – для вибору напрямів наукових досліджень й опрацювання фактичного матеріалу); спеціальні: польові (фенологічні; біометричні; облік епіфітопаразитів та комах-фітофагів; рясність і видовий склад сегетальних видів), лабораторні (морфологічні: визначення параметрів стебла, листків, колоса, коренів, насіння; фізіолого-біохімічні:

визначення потенційної посухостійкості, морозостійкості, фотоперіодичної чутливості, здатності не проростати в колосі, ферментативної активності, вмісту загальних цукрів, амілози; мікробіологічні: визначення чисельності таксономічних і еколого-трофічних груп мікроорганізмів; молекулярно-генетичні: електрофорез білків, ПЛР-аналіз – ідентифікація маркерів посухо-, зимо-, морозостійкості; фізико-хімічні: визначення технологічних показників якості насіння) та математично-статистичні методи (кореляційний, варіаційний, регресійний, дисперсійний аналіз (*Statistica 8.0*, Боровиков, 1998) – для визначення достовірності результатів, мінливості та взаємозалежностей ознак і властивостей).

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше:

- досліджено параметри структурно-функціональних ознак рослин триби *Triticeae* в умовах Полісся й Лісостепу, на основі чого виділено маркерні ознаки як критерії проявів механізмів адаптивності;

- ідентифіковано рослинні форми *T. aestivum* за молекулярно-генетичними й біохімічними маркерами посухо- (*Dreb A1, B1, D1; Gli-1 B 1, Gli-6 B 2; Glu-D1 2+12, Glu-D2; Wx-A1a, Wx-A1e, Wx-B1a, Wx-B1e*), зимо- (*Gli-1 D 5, Gli-1 B 5, Gli-1 A 4, Gli-6 A 3, Gli-6 A 4*) й морозостійкості (*Gli-1 D 4, Gli-1 D 5, Gli-1 D 7, Gli-1 D 10, Gli-6 A 4; Wx-A1b*);

- за стабільністю й пластичністю насіннєвої продуктивності запропоновано рослини сортів і ліній поділяти на стабільні, вузько- та широкоадаптивні, останні з яких характеризуються широким діапазоном екологічної валентності (мають високу й середню варіабельність та гомеостатичність, варіанса стабільності в них близька нулю, а коефіцієнт екологічної пластичності більший одиниці) і найповнішою мірою реалізують свій генетичний потенціал, що дозволило виокремити екотипи рослинних форм триби *Triticeae*: лісостеповий, поліський й полісько-лісостеповий. Доведено, що здатність рослин сортів і ліній підтримувати високий адаптивний потенціал й насіннєву продуктивність за стресових умов довкілля забезпечується механізмом генетичної гетерогенності фенетичних маркерів й зумовлює високу екологічну пластичність *S. cereale*, *T. trispecies* та деяких сортів і ліній *T. aestivum* (Аріївки, КС 1, Ювівати 60, Л 3-95, Л 4639/96). За онтогенетичними особливостями та архітектонікою рослини триби *Triticeae* диференційовано на інтенсивний, помірно інтенсивний та помірно екстенсивний типи розвитку, а за критеріями життєвості-життєздатності – на високий, помірно високий та середній віталітет, стратегії адаптивності якого дозволяють успішніше інтродукувати рослини в нові для них умови з метою найповнішої реалізації та управління їх біопотенціалом;

- доведено, що рослини злакових культур на різних ієрархічних рівнях (субклітинному: молекулярний, генетичний; організмовому; популяційно-видовому; біоценотичному; екосистемному) виробляють багаторівневу систему пристосувальних реакцій (фізіолого-біохімічних, морфологічних, онтогенетичних), що дозволяє їх ранжувати на групи за потенційною екологічною валентністю щодо стійкості до посухи (ксерофітний та мезофітний типи розвитку), несприятливих умов зимового періоду (високою, середньою й слабкою зимо- та морозостійкістю) та фотоперіодичною чутливістю (сильно чутливі, середньо- та малочутливі);

– показано, що рослини триби *Triticeae* до несприятливих біотичних чинників (епіфітопаразитів й комах-фітофагів) протистоять завдяки механізмам функціональної стійкості (обумовлених особливостями функціональних параметрів рослин); морфологічної толерантності (здатності рослин протистояти пошкодженням без зменшення продуктивності); онтогенетичного ухилення (стійкість, обумовлена особливостями онтогенетичного розвитку рослин); конкурентоспроможності – із сегетальною флорою; адитивності – із фізіологічно активними штамами мікроорганізмів, проявом якого є істотне (за $p < 0,05$) збільшення насіннєвої продуктивності рослин;

– на біоцентричних засадах системно-цільового підходу подано теоретичне обґрунтування й розв’язання наукової проблеми щодо з’ясування особливостей формування і прояву біопотенціалу представників триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності в умовах Полісся й Лісостепу та показані способи керування їхньою життєвістю-життєздатністю. На прикладі екологічного випробування високоадаптивних рослинних форм триби *Triticeae* показано шлях до вирішення проблем зменшення генетичного різноманіття та пестицидного пресингу на довкілля в умовах сучасних змін клімату;

– розроблено інформаційну модель реалізації біопотенціалу представників триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності (маркерів та маркерних ознак), яка лежить в основі керування функціональними й продуктивними можливостями рослин, а також виступає інструментарієм розширення формотворчого процесу;

– проведено оцінку успішності екологічного випробування рослин сортів і ліній в умовах Полісся і Лісостепу за системою показників стійкості та адаптивності.

Удосконалено:

– способи добору рослинних форм на основі розробленої інформаційної моделі реалізації біопотенціалу рослин триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності;

– способи ранжування рослин за критеріями життєвості-життєздатності;

– спосіб збільшення генетичного різноманіття антропогенних екосистем.

Набули подальшого розвитку:

– теоретичні відомості з питань формування біоценотичної структури фітоценозів триби *Triticeae* та їх домінуючих видів-консортів: ентомо-, епіфітопаразитів, фітосегеталів, асоціативних мікроорганізмів, а також методологічні підходи зі сталого формування еколого-адаптивних фітоценозів *T. aestivum*, *S. cereale*, *T. trispecies* в умовах глобальних змін клімату;

– наукові положення, що розвивають теорії формотворення еколого-адаптивного вихідного матеріалу зернових культур на біоцентричних засадах.

Практичне значення одержаних результатів. Для збільшення генетичного розмаїття антропогенних екосистем запропоновано підходи у створенні та адресній інтродукції нових адаптивних рослинних форм триби *Triticeae* (Аріївка, Ювівата 60, Носіппа 100, Зоряна Носівська, Л 4639/96, Л 3-95, КС 22-04, ПС-1_12, ПС-2_12 та ін.), які за впровадження в екосистеми Лісостепу й Полісся дадуть можливість зменшити пестицидний пресинг на навколишнє середовище.

За критеріями механізмів адаптивності удосконалено способи добору вихідного матеріалу, на основі яких дисертантом у співавторстві створено еколого-адаптивні сорти і лінії *T. aestivum* та *T. trispecies* лісостепового й поліського екотипів (Аріївка, Ювіата 60, Носшпа 100, Зоряна Носівська, Л 41/95, Л 4639/96, Л 3-95, КС 5, КС 14, КС 17, КС 21, КС 22-04, КС 59-95, Вівате Носівське), з яких 9 внесено до Генетичного банку рослин України, а Ювіата 60 – до Державного Реєстру рослин України; на Вівате Носівське і Носшпу 100 отримано свідоцтва про авторство.

Наукові положення і результати досліджень включені до навчального процесу з дисциплін: «Екологія», «Загальна екологія», «Екологія рослин», «Прикладна екологія», «Фізіологія рослин», «Експрес-аналіз в біотехнології та екології» Білоцерківського НАУ, Вінницького ДПУ імені Михайла Коцюбинського, Дніпропетровського національного університету імені Олеся Гончара, Національного авіаційного університету, Полтавської ДАА та впроваджені у виробничі умови і селекційний процес України та зарубіжжя.

Особиста участь автора в отриманих результатах, які представлені в дисертації. Дисертаційна робота є самостійним дослідженням автора, якою розроблено науковий напрям досліджень, висунуто робочі гіпотези та обґрунтовано методологію експериментів за участю наукового консультанта, професора В. К. Рибальченка. Виконано запланований обсяг експериментальних робіт, проведено інтерпретацію і статистичне опрацювання одержаних результатів.

На засадах творчої співпраці в Інституті клітинної біології і генетичної інженерії НАН України проведено визначення молекулярно-генетичних маркерів посухо-, морозо-, зимостійкості; в Інституті рослинництва ім. В. Я. Юр'єва НААН України отримано електрофореграми білків-гліадинів та якісні показники насіння *T. aestivum*, *S. secale* і *T. trispecies*. Порівняльну оцінку рослин сортів і ліній триби *Triticeae* за морфологічними й онтогенетичними показниками виконано в Білоцерківському НАУ, Носівській СДС МПІ ім. В. М. Ремесла НААН України, Інституті сільського господарства Полісся НААН України. У наукових роботах, опублікованих у співавторстві, дисертант є повноправним членом творчого колективу, права співавторів не порушено. Особистий внесок у написанні кожної публікації зазначений у «Списку опублікованих робіт за темою дисертації».

Апробація результатів дисертації. Основні положення результатів досліджень оприлюднені на міжнародних конференціях: «Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства» (Харків, 2012); «Аналіз та оцінка генетичних ресурсів» (Алушта, 2012); «Органічне виробництво і продовольча безпека» (Житомир, 2013, 2014); «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення» (Біла Церква, 2011–2013); «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення» (Біла Церква, 2013); «Екологія – основа збалансованого природокористування» (Полтава, 2014); «Інтеграція науки и бизнеса в агропромышленном комплексе» (Курган, 2014); «Вернадськийська ноосферна революція у розв'язанні екологічних та гуманітарних проблем» (Полтава, 2014); «Органічне виробництво і продовольча безпека» (Житомир, 2014); «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (Барнаул,

2014); «Биоэкология на современном этапе развития АПК» (Тюмень, 2014); «Екологічні проблеми сучасного світу та шляхи їх вирішення» (Біла Церква, 2015); «Генофонд растений и его использование в современной селекции» (Полтава, 2015); «Селекція, генетика та технології вирощування сільськогосподарських культур» (Миронівка, 2016) та державних науково-теоретичних і науково-практичних конференціях: «Біологічні дослідження – 2016» (Житомир, 2016); «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті» (Біла Церква, 2011–2013, 2016).

Публікації за темою дисертації. Основні результати теоретичних і експериментальних досліджень за темою дисертації опубліковано у 65 наукових працях, які включають монографію, навчальний посібник, 27 статей у фахових виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз, 5 статей в інших виданнях; 5 науково-практичних і навчально-методичних рекомендацій, 12 свідоцтв про авторство на сорти та вихідний матеріал, 14 тез доповідей та матеріалів наукових конференцій.

Структура та обсяг роботи. Матеріали дисертації викладено на 493 сторінках машинопису, з яких основний текст займає 338 сторінок. Дисертаційна робота складається зі вступу, 6 розділів, висновків, рекомендацій, списку літератури, додатків. Текст містить 61 таблицю та ілюстрований 31 рисунком. Список літератури включає 512 найменувань, із яких 117 – латиницею.

Подяки. Автор висловлює щиру подяку за допомогу та цінні поради науковому консультанту, д.б.н. проф. В. К. Рибальченку, д.с.-г.н. проф. С. П. Васильківському; за підтримку й допомогу під час проведення досліджень: д.с.-г.н. проф. В. В. Лаврову, к.с.-г.н. доц.: В. С. Хахулі, С. В. Ображю, П. І. Кузьменку, О. М. Бондаренку; за можливість проведення досліджень працівникам Носівської СДС МІП ім. В. М. Ремесла НААН: директору к.е.н. с.н.с. Н. М. Буняк і с.н.с. В. І. Москальцю, а також к.с.-г.н. с.н.с.: директору Інституту с.-г. Полісся НААН Р. І. Рудику, А. О. Мельничуку, В. А. Полінкевичу; за співпрацю д.с.-г.н. проф. Полтавської ДАА: В. М. Тищенко, В. П. Писаренку.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ВИЗНАЧЕНЬ ТА ПОНЯТЬ

Триба *Triticeae* (Пшеницеві) – ранг таксономічної категорії, що знаходиться між родом і підродиною.

Лінія – потомство однієї самозапильної рослини, яке під час розмноження дає генетично й морфологічно однорідне потомство.

Антропогенна екосистема (агросистема) – динамічно нестійка природно-антропогенна екосистема, штучно створена людиною для одержання продовольчої сировини, що характеризується спрощеною структурою і видовим різномайттям (Булаткин, Ларионов, 1992).

Адресна інтродукція – цілеспрямоване впровадження рослин культурних видів у нові для них умови, за яких теоретично найповнішою мірою має реалізуватись їх генетичний потенціал.

Рослинні форми (вихідний матеріал) – гібриди, лінії та сорти.

Мультилінійний сорт (*multiplication sort*) – багатолінійний сорт, рослини популяцій якого ідентичні за морфологічними параметрами, проте гетерогенні за фенетичними маркерами (Jensen, 1952; Borlaug, 1953; Browning, 1969).

Адаптивний механізм – ланцюг пристосувальних реакцій рослин.

Маркерна ознака – морфофункціональний показник.

Маркер – ген або компонентний спектр білка-гліадину, який відповідає за певну ознаку чи властивість.

Критерій механізму адаптивності – маркерна ознака прояву адаптивних властивостей рослин.

Життєздатність (вітальність) – здатність особин зберігати існування в мінливих умовах навколишнього середовища (Жиляев, 2005).

Життєвість (віталітет) – інтенсивність прояву життєвих процесів: росту, розвитку, розмноження, стійкості до несприятливих чинників (Braun-Blanquet, Pavillard, 1925).

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

РЕАЛІЗАЦІЯ АДАПТИВНОГО ПОТЕНЦІАЛУ РОСЛИН В НОВИХ УМОВАХ ІСНУВАННЯ

Узагальнено результати наукових досліджень вітчизняних і зарубіжних вчених з питань адаптації та стійкості рослин, у т.ч. триби *Triticeae* до мінливих умов навколишнього середовища на різних ієрархічних рівнях живої матерії. Сфокусовано увагу на проблемі адаптації та стійкості видів з позиції репрезентативності критеріїв стійкості до стресових абіотичних та біотичних чинників, з урахуванням екологічної валентності рослин (Iwaki, 2001; Beisner, 2003; Кордюм, 2003, 2015; Andresen, 2007; Сумароков, 2008; Жученко, 2009, 2012; Патица, 2011; Колесніченко, 2012; та ін.).

Проаналізовано підходи щодо кількісної характеристики параметрів навколишнього середовища задля найповнішої реалізації генетичного потенціалу рослин культурних видів. Беручи до уваги значний доробок відомих напрацювань з питань стійкості рослинних організмів до несприятливих чинників довкілля (Казначеев, 1971, 1975, 1980; Генкель, 1978; Кочетков, 1990; Пахомова, 1995; Григорюк, Мусієнко, 2001; Жукова, 2004; Andresen, 2007; Choi, Sano, 2007; Foyer et al., 2007; Жученко, 2009; K. Iwaki et al., 2011; Колесніченко та ін., 2012; Заїменко та ін., 2013; Кордюм, 2015; Bita, Gerats, 2013; Nezhadahmadi, 2013; Tavares et al., 2015; Salari et al., 2015 та ін.), більшість особливостей ендо- та екзогенних механізмів формування і реалізації еколого-адаптивного потенціалу представників триби *Triticeae* залишаються недостатньо вивченими. Не повністю розкритими ще залишаються питання щодо розробки системи критеріїв структурно-функціональних пристосувань рослин культурних видів, у т.ч. інтродукованих, як основ механізмів їх життєвості-життєздатності, важливих в управлінні продукційним процесом й уникненні екологічних ризиків в антропогенних та природних екосистемах.

ОБ'ЄКТИ, МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Об'єктами досліджень були рослини вихідного матеріалу (гібриди, лінії та сорти) представників триби *Triticeae*, зокрема: *Triticum aestivum* L. (пшениця м'яка), *Secale cereale* L. (жито посівне) та *Triticale trispecies* Shulind. (тритикале трьохвидове), створених спільно з працівниками Носівської СДС МП

ім. В. М. Ремесла НААНУ, Інституту агроєкології НААНУ, Полтавської ДАА та Білоцерківського НАУ.

Дослідження з вивчення реалізації еколого-адаптивного потенціалу проведено в різних геоморфологічних і кліматичних районах країни: Лісостепу (Л) – дослідне поле ННДЦ Білоцерківського НАУ, ґрунт якого – чорнозем глибокий малогумусний вилугований суглинковий; перехідній зоні Полісся-Лісостеп (П-Л) (Південний екотон Полісся) – Носівська СДС МІП ім. В. М. Ремесла НААН України (Чернігівська обл., Носівський р-н с. Дослідне), ґрунт – чорнозем вилугований малогумусний легкосуглинковий та Поліссі (П) (Житомирське Полісся) – Інститут сільського господарства Полісся НААН (Житомирська обл., Коростенський р-н с. Грозине); ґрунт – дерново-середньопідзолистий супіщаний.

Кліматичні та погодні умови районів досліджень характеризуються помірною континентальністю, середньорічна температура повітря яких складає в П-Л – 6,9 °С, Л – 7,6 °С, П – 6,7 °С зі значними коливаннями її по місяцях з середньорічною кількістю опадів 575, 538 і 614 мм, відповідно. Значення сумарної ФАР за суми активних температур > 10 °С знаходиться в межах: 1480–1515 (Л), 1430–1480 (П-Л), 1410–1435 МДж/м² (П), відповідно.

З огляду на те, що вихідні батьківські й материнські генетичні форми мають широкий ареал географічного походження й різняться за віталітетністю (табл. 1), алгоритм досліджень (рис. 1) полягав у вивченні й оцінці рослин вихідного матеріалу триби *Triticeae* за реалізацією їх біопотенціалу, в т.ч. адаптивністю за екологічного випробування в умовах Полісся й Лісостепу.

Таблиця 1

Характеристика об'єктів досліджень

№ п/п	Сорт, лінія	Родовід рослинних форм	ФГП	ТРР (ВС)
1	2	3	4	5
<i>Triticum aestivum</i> L. (пшениця м'яка)				
1	Носіппа 100	ін. в. із Л 41-95	UA	п.ін. (кс)
2	Зоряна Носівська	♀ (♀Обрій х ♂Maris Yuntsman) х ♂Maris Yuntsman	UA, GB	п.ек. (ср)
3	Ювівата 60	ін. в. із Л 4639/96	UA	п.ек. (ср)
4	КС 1	♀Донська н/к х ♂K-6477/91	RU, CN	ін. (нк)
5	КС 5	♀Донська н/к х ♂Зоряна Носівська	RU, UA	ін. (нк)
6	КС 7-04	♀00239 х ♂Донська н/к	RU	ін. (нк)
7	КС 14	♀Maris huntsman х ♂ (♀Киянка х ♂Pony)	GB, UA, USA	ін. (нк)
8	КС 16-04	♀Кишинівська інтенсивна х ♂ (♀Поліська 87 х ♂Киянка)	MD, UA	ін. (нк)
9	КС 17	♀ (♀Norman х ♂Florida) х ♂Миронівська 61	GB, DE, UA	п.ін. (кс)
10	КС 21	♀Зоряна Носівська х Поліська 29	UA	ін. (нк)
11	КС 22-04	♀Зоряна Носівська х ♂Миронівська 61	UA	ін. (нк)
12	Л 41/95	(♀Мирлебен х ♂Поліська 92)	GB,UA	п.ін. (кс)

1	2	3	4	5
13	Л 59-95	♀Донська н/к х ♂[♀(♀Maris Madler х ♂Pony) х ♂Донська н/к]	RU, USA, GB	ін. (нк)
14	Л 3-95	♀Донська н/к х ♂K-6477/91	RU, CN	ін. (нк)
15	Л 4639/96	♀Поліська 90 х ♂Мирлебен) х ♂ (♀Holger х ♂ППГ 296)	UA, DE, GB, RU	п.ек. (ср)
16	Аріївка	ін.в. із Л 3-95	RU, CN	ін.(нк)
17	Даушка	♀(♀Донська н/к х ♂Maris Hunstman) х ♂Донська н/к	RU, GB	п.ін. (кc)
18	Зірка Носівська	♀Поліська 90 х ♂K 6407	UA, CN	п.ек. (ср)
19	Придеснянська напівкарликова (н/к)	ін. в. із Л 59-95	UA	ін. (нк)
<i>Secale cereale</i> L. (жито озиме)				
20	Боротьба	♀ Сангасте х ♂ Саратовська 4	EE, RU	п.ек. (вр)
21	Олімпіада 80	♀Кустро х ♂Панцерне	DE, PL	п.ек. (вр)
<i>Triticale trispecies</i> Shulind. (тритикале трьохвидове)				
22	Вівате Носівське	ін. в. із Пшеничне	UA	п.ін. (ср)
23	ПС-1_12	♀Славетне х ♂Пшеничне	UA	п.ек. (вр)
24	ПС-2_12	♀Славетне х ♂Пшеничне	UA	п.ек. (вр)
25	УП-1_12	♀Ураган х ♂Пшеничне	UA	п.ек. (вр)
26	Д-5_2010	♀ (♀Августо х ♂NE 312) х ♂№ 1364/93	UA, CA	п.ек. (кc)

Примітка. ФГП – фізико-географічне походження; ТРР – тип розвитку рослин, ін. – інтенсивний, п.ек. – помірно екстенсивний, п.ін. – помірно інтенсивний; ВС – висота рослин, нк – напівкарлик (75–84 см), кс – короткостебловий (85–94 см), ср – середньорослий (95–105 см), вр – високорослий (> 105 см); ін. в. – індивідуальний відбір.

Висівання насіння проводили в оптимальні для культур строки – 15–25 вересня (Лісостеп), 10–20 (Полісся-Лісостеп) та 5–15 (Полісся) з міжряддям 15 см, нормою висіву – 5,0 (Лісостеп, Полісся-Лісостеп), 5,5–6,0 (Полісся) для *T. aestivum*, а для *T. trispecies* й *S. cereale* – 4,0 і 4,5 млн схожих насінин/га, відповідно.

Дослід 1. Вивчення еколого-адаптивного потенціалу рослинних форм триби *Triticeae* за морфологічними ознаками та властивостями (Полісся-Лісостеп і Лісостеп, 2008–2014 рр., Полісся – 2008–2010 рр., повторність досліду – триразова. Розміщення ділянок – рендомізоване. Посівна площа ділянок – 3, облікова – 2 м²).

Дослід 2. Дослідження адитивного ефекту системи «фізіологічно активні мікроорганізми–рослини». Загальна площа варіанта досліду – 3, облікова – 2 м²; розміщення варіантів – систематичне, повторність – триразова. Дослід двофакторний: фактор А – рослини сортів і ліній, фактор Б – мінеральні добрива, мікробіологічні препарати: 1 – без добрив (контроль); 2 – N₉₀P₉₀K₉₀; 3 – Діазофіт (ДФ); 4 – Діазобактерин (ДБ); 5 – Альбобактерин (АБ); 6 – Поліміксобактерин (ПМБ); 7 – ДФ+ДБ+АБ+ПМБ; 8 – N₉₀P₉₀K₉₀ + ДФ+ДБ+АБ+ПМБ.

Морфологічні дослідження рослин триби *Triticeae* проводили за І. Г. Серебряковим (1952), аналіз структури насінневої продуктивності – М. О. Майсураном (1970), проходження фенологічних фаз розвитку – за А. Л. Тахтаджаном (1954), Ф. М. Куперман (1977), Б. О. Доспеховим (1985), динаміку приросту рослин – за А. О. Ничипоровичем (1982), тривалість періоду вегетації – за В. А. Кумаковим (1975), стійкість рослин до вилягання – за Методикою державного сорто випробування (2000), здатність насіння не проростати в колосі – за М. А. Литвиненком, Є. В. Алексеєнком (2013). Площу листків, індекс листової пластинки визначали за Ю. А. Лавриненком (1981); зимостійкість, фотоперіодичну чутливість – за М. Д. Мединцем (1972), Методикою державного сорто випробування (2000); морозостійкість – модифікованим методом В. Я. Юр'єва (Самыгин, Мельницький, 1980). Чисельність, щільність, видовий склад сегетальної флори – за модифікованими методами А. Ф. Ченкіна (1994), Т. О. Работнова (1975), В. И. Танского (2004). Обліки епіфітопаразитів рослин озимих культур проводили за Методикою державного сорто випробування (2000), комах-фітофагів – за И. Я. Поляковым (1984).



Рис. 1. Алгоритм досліджень біопотенціалу рослин триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності

Екологічну пластичність рослин триби *Triticeae* визначали за коефіцієнтом регресії С. А. Еберхарта та В. А. Рассела (1966); їх стійкість до несприятливих чинників навколишнього середовища – за показником гомеостатичності (H_{om}) (Хангильдин, 1979); стресостійкість, варіансу стабільності – за I. L. Langer (1979); коефіцієнт варіації – за Г. П. Лакиним (1990). Реакцію рослин на умови

виросування оцінювали за показниками насінневої продуктивності та якості зерна з визначенням середнього арифметичного, стандартного відхилення, мінімуму й максимуму та розмаху варіації. Стійкість рослин до дефіциту вологи визначали за здатністю насіння проростати в осмотичних розчинах сахарози в діапазоні від 14 до 24 атм (Полевой, 2001; Ионова, 2013). Чисельність еколого-трофічних груп мікроорганізмів ґрунту ризосфери представників триби *Triticeae* у різні фенофази визначали методом посіву ґрунтової суспензії на тверді поживні середовища, загальну мікробну біомасу – за вмістом вуглецю регідратаційним методом (Звягінцев, 1991).

Ферментативну активність прапорцевих листків визначали у фазу колосіння-цвітіння: каталазну активність – газометрично за виділенням об'єму кисню за хвилину одного грама сирі наважки; поліфенолоксидазну та пероксидазну – фотокolorиметрично, з використанням 1 % розчину пірогалолу (Nakano, Asada, 1981). Визначення вмісту загальних цукрів у вузлі кушіння, вміст крохмалю проводили за методикою Х. Н. Починка (1976), вміст амілози – colorиметричним методом (Методы биохимического исследования, 1987). Кількісні параметри якісного складу зерна – за методом корелятивної інфрачервоної спектроскопії у ближній ІЧ-області спектра за допомогою аналізатора NIR-4500. Молекулярно-генетичні дослідження з ідентифікації генів *Dreb 1*, *Glu*, *Wx* проведено за допомогою уніплексних і мультиплексних полімеразних ланцюгових реакцій (ПЛР), з використанням специфічних праймерів (Saito et al., 2004; Vanzetti et al., 2008; Wei et al., 2009); низькомолекулярних білків-гліадинів – методом електрофорезу у поліакриламідному гелі (Остерман, 2002) з використанням каталогу і номенклатури Р. І. Payne (1983). Якісну оцінку зерна, борошна проведено за фізико-хімічними параметрами вуглеводно-амілазного комплексу (Скоробогатий, 2014).

Інокуляцію насіння фізіологічно активними мікроорганізмами (Діазобактерином, діючою речовиною якого є штами – *Azospirillum brasilense* 18-2 і 410; Альобактерином – *Achromobacter album* 1122; Поліміксобактерином – *Bacillus poljmyxa* KB) проводили шляхом його передпосівної обробки культуральною рідиною з розрахунку 0,2 л препарату та 1,2 л води на 100 кг насіння. Мікробні препарати були люб'язно надані працівниками Інституту с.-г. мікробіології та АПВ НААН в рамках співпраці. Оцінку успішності екологічного випробування рослин сортів і ліній проведено за узагальненою функцією та шкалою «бажаності» (J. Harrington, 1965; С. В. Королева, 2011). Математично-статистичне обрахування даних проведено за В. П. Боровиковим (1998), Б. О. Доспеховим (1985), з використанням пакету прикладних програм – *Excel 2003* і *Statistica 8.0*. Розбіжності між вибірками вважали значущими за $p < 0,05$.

СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНІ ОЗНАКИ ЯК ПРОЯВИ АДАПТИВНОСТІ ПРЕДСТАВНИКІВ ТРИБИ *TRITICEAE*

Екологічне випробування рослин триби *Triticeae* в умовах Полісся й Лісостепу дозволило виявити певні особливості в їх структурно-функціональних параметрах, які проявлялися уже на початку віргінільного етапу розвитку рослин.

Так, життєспроможність насіння представників триби *Triticeae* впродовж 2008–2010 рр. досліджень коливалась в умовах Полісся для рослин *T. aestivum* у межах 70–91 %, *S. cereale* і *T. trispecies* – 72–93 %, а Лісостепу – 70–90 %, 77–86 та 74–92 %, відповідно. Лабораторна життєздатність насіння є дещо вищою і характеризується високим і середнім рівнем (79–97 %).

До припинення осінньої вегетації у рослин триби *Triticeae* формується вузол кущіння, який у деяких з них (Ювівата 60, КС 7-04, КС 22-04, Л 4639/96, Боротьба, Д-5_2010, ПС-1_12 та ін.) залягає істотно ($p < 0,05$) на 0,9–1,3 см глибше, порівняно з іншими, незалежно від району випробування (табл. 2).

Таблиця 2

Глибина залягання вузла кущіння представників триби *Triticeae* в різних районах екологічного випробування, см ($M \pm m$, $n=21$)

Район Е.В.	Ювівата 60	Зоряна Носівська	КС 1	Д-5_2010	ПС-1_12	Боротьба
П-Л (контроль)	4,03±0,10	2,05±0,18	2,06±0,11	3,56±0,21	3,40±0,20	3,53±0,14
Л	3,60±0,21	1,73±0,29	1,85±0,15	2,24±0,19	2,36±0,12	3,20±0,16
П	3,98±0,13	2,49±0,17	2,37±0,16	3,61±0,24	3,42±0,15	3,60±0,13

Примітка. Тут і далі значимість відмінностей між сортами і лініями за $p < 0,05$. Е.В. – екологічне випробування.

Така морфофункціональна особливість рослин, зумовлена генетично, є маркерною ознакою, що визначає глибину залягання вторинної кореневої системи восени перед припиненням вегетації. Найбільшу глибину залягання вузла кущіння рослини формують в умовах Полісся, порівняно з Лісостепом й Полісся-Лісостепом. Рослини нових форм культурних злаків різняться за довжиною та кількістю зародкових корінців (у *T. aestivum* – 3,7–5,5 шт., *T. trispecies* – 6,9–7,9, *S. cereale* – 5,8–6,7 шт., відповідно), довжиною колеоптилю (2,8–5,3 см), антоціановим його забарвленням – маркерними ознаками ксерофітності, за якими відібрано цінні посухостійкі рослинні форми (Зоряна Носівська, Носшпа 100, КС 14, Л 59-95, Л 41/95, Л 3-95, Ювівата 60, Л 4639/96). Також рослини триби *Triticeae* характеризуються строкатістю за часом припинення осінньої вегетації (від 1–3 до 7–11 діб), за яким їх ранжовано на ранги. У рослин I рангу, які не втрачають здатності вегетувати за температури нижче 5 °С (Ювівата 60, Л 4639/96, Носшпа 100, Зірка Носівська, Л 41/95, КС 22-04, Боротьба, Д-5_2010, Олімпіада 80, Придеснянська н/к), значення температури біологічного нуля є на 0,5–1,0 °С нижчим, порівняно з рослинами II рангу (Зоряна Носівська, К 7-04, КС 16-04, Аріївка, УП-1_12 та ін.), більш чутливих до температур фізіологічного мінімуму, що визначає приналежність останніх до лісостепового екотипу, яким для вегетації необхідна дещо більша кількість ефективних температур. Генотипи більшості рослин I рангу містять житньо-пшеничну транслокацію – *1BL/1RS*, яка відповідає за високу зимо- й морозостійкість (Москалець та ін., 2014; 2016).

Спроможність рослин не переростати восени (довжина наземної частини ≤ 10 см) властива напівкарликовим (Л 59/95, Л 3-95, Аріївка, Придеснянська н/к, КС 1, КС 22-04 та ін.), окремим короткостебловим (Носшпа 100, Л 41/95, КС 17, Даушка, Д-5_2010) і середньорослим рослинам (Ювівата 60, Л 4639/96), що

забезпечує їм сталу резистентність до несприятливих абіотичних і біотичних чинників впродовж зимового періоду. На відміну від зазначених вище, рослини Зоряни Носівської, КС 5, Олімпіади 80 перебувають у зоні ризику (що спостерігалось восени у 2008–2010, 2013 рр. та на початку зими в 2008, 2010, 2011, 2013 рр.), однією з основних причин чого є походження їхніх батьківських форм з південних центрів. Такі рослини здатні активно вегетувати за тимчасового підвищення температур у пізньоосінній та зимовий періоди, що свідчить про їх низьку і нейтральну чутливість до фотоперіоду. Підвищена чутливість рослин до фотоперіоду підтверджується їх здатністю восени нагромаджувати істотно ($p < 0,05$) більшу масу абсолютно сухої речовини у коренях, ніж у наземній частині (табл. 3).

Таблиця 3

Особливості нагромадження сухої речовини рослинами триби *Triticeae*
(Лісостеп, 2008–2010 рр.), $M \pm m$, $n=30$

Маса, г а.с.р./ 10 рослин	Сорт, лінія					
	Ювівата 60	Л 4639/96	Аріївка	Олімпіада 80	Зоряна Носівська	УП-1_12
II етап органогенезу						
К.	2,3±0,25	2,1±0,18	1,7±0,14	3,0±0,30	2,2±0,18	3,4±0,15
Н.ч.	1,6±0,10	1,5±0,12	1,8±0,15	3,3±0,21	2,8±0,10	3,1±0,10
III етап органогенезу						
К.	4,2±0,36	3,6±0,28	2,8±0,22	4,7±0,45	3,7±0,28	5,5±0,33
Н.ч.	2,2±0,90	2,0±0,21	3,6±0,45	4,8±1,04	4,3±0,36	4,2±0,60
V–VI етапи органогенезу						
К.	20,4±3,05	21,6±4,90	13,5±4,35	18,8±3,20	17,0±2,06	22,0±3,05
Н.ч.	21,9±5,58	23,5±3,86	15,0±2,95	20,2±3,76	19,5±4,80	23,9±4,10

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

Початок відновлення весняної вегетації в рослин озимих злакових культур в умовах Центрального Лісостепу припадає на II декаду березня, проте сприятливий температурний режим на початку березня 2008 року активізував весняну вегетацію раніше звичайної – на 9–12 днів, у 2014 р. – на 14–19 днів. Відносно пізнє відновлення вегетації відмічалось у 2010 р. (30.03), а в 2011 й 2013 рр. аж на початку II декади квітня (Москалець, 2014; 2016). Як було зазначено вище, деякі з них (Ювівата 60, Л 4639/96, УП-1_12) характеризуються сповільненим темпом розвитку під час весняної вегетації, незалежно від температурного режиму, що відмічається візуально. Як в Поліссі, так і Лісостепу до припинення вегетації, рослини *T. trispecies* й *S. cereale* формують більшу кількість стебел (2,6–3,5 й 2,0–4,6 шт./рослину, відповідно), порівняно з *T. aestivum* – (1,8–2,9 шт./рослину), особливістю росту яких є синхронний розвиток.

Екологічне випробування представників триби *Triticeae* дозволило виявити певні особливості змін параметрів асимілюючої поверхні. Так, в умовах Лісостепу у фенофазі вихід у трубку–цвітіння у рослин відмічається зменшення довжини, ширини і, відповідно, площі прапорцевого листка, порівняно з Поліссям (табл. 4), що є наслідком уникнення водного стресу в результаті зменшення транспіраційної поверхні рослин.

**Параметри прапорцевого листка представників триби *Triticeae*
за різних умов їх вирощування, $M \pm m$, $n=31$**

Сорт, лінія	Параметри прапорцевого листка			
	L , см	H , см	S , см ²	L/H
<i>Лісостеп</i>				
Ювівата 60	25,9±0,14	1,6±0,23	20,7±0,40	16,2
Зоряна Носівська	27,3±0,10	1,8±0,15	24,6±0,90	15,5
Даушка	24,4±0,11	2,0±0,06	24,4±0,32	12,2
КС 1	25,1±0,08	2,0 ±0,80	25,1±0,50	13,0
Олімпіада 80	23,2±0,06	1,8±0,49	20,9±0,95	11,6
ПС-2_12	25,2±0,34	1,7±0,25	22,0±0,44	14,8
Д-5_2010	23,8±0,16	1,6±0,85	19,0±0,80	15,0
<i>Полісся</i>				
Ювівата 60	26,3±0,20	1,8±0,10	23,7±0,25	14,6
Зоряна Носівська	29,8±0,34	2,1±0,05	31,3±0,20	14,2
Даушка	25,2±0,60	2,0±0,33	25,2±0,25	12,6
КС 1	26,5±0,36	2,1±0,45	27,8±0,50	12,7
Олімпіада 80	25,9±0,40	2,1±0,20	27,2±1,63	12,3
ПС-2_12	25,2±0,50	1,7±0,25	21,4±0,71	14,8
Д-5_2010	25,4±0,35	1,8±0,50	22,9±0,50	14,2

Примітка. L – довжина, H – ширина, S – площа листка, L/H – індекс листкової пластинки.

У рослин сортів і ліній (Ювівата 60, Зоряна Носівська, Д-5_2010 та ін.) ксерофітного типу розвитку відмічається високий індекс листкової пластинки ($L/H \geq 14,0$), незалежно від умов вирощування (за $p < 0,05$). Також їм властива низка філогенетично обумовлених морфологічних ознак ксероморфності: остистість; блискуча глянцева поверхня листків та стебла; сизе забарвлення, восковий наліт й опушеність листків, колосу й стебла; чітка нервація колоскових лусок, листків і стебла; еректоїдність листків верхнього ярусу (60–75°); коричневе забарвлення зерна, на прояв яких умови вирощування не впливають (Москалець, Рибальченко, 2015).

У результаті екологічного випробування рослин триби *Triticeae* в умовах Полісся та Лісостепу високо- й середньорослі рослини (Зоряна Носівська, Ювівата 60, Зірка Носівська, Олімпіада 80, Боротьба) за умов досліджуваних районів не проявляють істотної ($p < 0,05$) різниці за висотою. Для короткостеблових та напівкарликових форм (КС 1, КС 5, КС 14, КС 16-04, КС 21, КС 22-04, Л 59-95, Л-3-95, Придеснянська н/к, Аріївка, Даушка) в Поліссі спостерігається істотна ($p < 0,05$) фенотипова мінливість у бік збільшення висоти рослин, що свідчить про сприятливіші умови життєвості для них у цих умовах. Якщо висота стебла короткостеблових та напівкарликових представників за тривалішого світлового дня (Полісся, Полісся-Лісостеп) істотно більша ($p < 0,05$), то для маси зерна з головного колоса та з рослини – спостерігається обернена закономірність (табл. 5) (Москалець та ін., 2012; 2014; Москалець, 2015).

Елементи насіннєвої продуктивності представників триби *Triticeae*, $M \pm m$, $n=31$

Показник	Ювівата 60	Аріївка	Вівате Носівське	ПС-1_12	Боротьба
Н г.к. колосків	20±0,6* 19±1,3**	22±1,8* 23±0,9**	28±0,7* 26±1,3**	32±1,0* 31±1,5**	28±1,8* 29±1,1**
Н г.к. насінин	68±1,4* 63±2,5**	56±1,8* 52±1,0**	72±1,4* 70±0,9**	77±2,5* 73±1,0**	65±0,9* 58±1,8**
Маса зерна з г.к., г	2,30±0,37* 1,80±0,52**	1,59±0,20* 1,05±0,15**	3,06±0,32* 2,14±0,29**	3,59±0,44* 2,70±0,50**	2,67±0,36* 2,35±0,46**
НП однієї рослини	14,0±0,84* 10,9±1,05**	11,2±0,65* 7,6±0,83**	9,5±0,64* 6,7±1,02**	10,4±0,85* 7,1±0,90**	8,2±0,73* 6,8±1,22**

Примітка. Н г.к. – кількість в головному колосі, шт.; НП – насіннєва продуктивність, г/рослину; * – значення показника в умовах Лісостепу, ** – Полісся.

За умов тривалої атмосферної та ґрунтової посухи рослини формують меншу площу прапорцевого листка, що відображається на кількісних і якісних показниках насіннєвої продуктивності. Також для високопосухостійких рослин сортів і ліній (Ювівата 60, Зірка Носівська, КС 22-04, КС 7-04, Носшпа 100, УП-1_12, Д-5_2010, Л 41/95) відмічена довготривала асиміляційна здатність прапорцевого листка, колоса в період молочно-воскової та воскової стиглості.

Результатом успішності екологічного випробування рослин є особливості їхньої репродуктивної біології. Найбільшу кількість квіток у суцвітті (90–121 шт.), як і насінин у колосі (62–98 шт.) формують рослини сортів і ліній *T. trispecies*, порівняно із *S. cereale* (55–83 шт. та 41–72 шт., відповідно) та *T. aestivum* (62–78 шт. та 40–68 шт., відповідно). За тривалішого андрогаметогенезу й життєздатності пилку у рослин *T. trispecies* (на відміну від *S. cereale* та *T. aestivum*), утворення й досягання насіння відбувається від центру до периферії колоса, що є важливою особливістю формування високожиттєздатного насіння в цій частині колоса, у зв'язку з чим, посухостійкіші популяції рослин здатні навіть за лімітуючих чинників продукувати кондиційне насіння.

Фактична (реальна) насіннєва продуктивність у всіх видових представників злакових культур є істотно ($p < 0,05$) нижчою, ніж їх потенційна насіннєва продуктивність, перша з яких залежить від коефіцієнта продуктивної кущистості й кількості насінин у головному колосі. Найвище значення коефіцієнта насіннєвої продуктивності (КНП = 0,31–0,49), що характеризує життєвість видів у конкретних умовах зростання, відмічено у рослин *S. cereale*, *T. trispecies*, а також Ювівати 60, КС 22-04, Зоряни Носівської, Носшпи 100, КС 14, Л 4639/96, Аріївки, Л 41/95 та ін., незалежно від умов кліматопу. Для умов Лісостепу КНП більшості напівкарликових та короткостеблових рослин сортів і ліній є вищим ($\geq 0,30$), порівняно із зоною Полісся ($< 0,30$), що є результатом успішності їх екологічного випробування. Досить високі показники КНП свідчать про наявність достатньо високих генеративних можливостей рослин для підтримання свого життєвого рівня. І якщо для самозапилюючих рослин (*T. trispecies*, *T. aestivum*) збільшення показників озерненості в культурі менше залежить від сортової строкатості, то для *S. cereale* ця закономірність обернена (Москалец и др., 2014).

Впровадження рослин триби *Triticeae* в умови Полісся (тривалішого світлового дня, меншої інсоляції й більшого зволоження) збільшує тривалість проходження рослинами фенологічних фаз розвитку та вегетаційного періоду на 4–9 днів (порівняно з Поліссям-Лісостепом), а в умови Лісостепу (де термічний, едафічний режими та інтенсивніша інсоляція вносять свої корективи) – зменшує їх тривалість на 5–7 днів (табл. 6), що відображається на показниках життєвості-життєздатності рослин.

Таблиця 6

Тривалість вегетаційного періоду представників триби *Triticeae* залежно від району екологічного випробування (діб), $M \pm m$

Район ЕВ	Ювіва- та 60	Зоряна Носівська	Аріївка	Д-5_2010	Вівате Носівське	ПС-1_12	Боротьба
П-Л	299±3,3	289±3,6	291±2,4	298±1,8	295±1,5	295±2,3	305±3,5
Л	290±2,6	281±3,4	286±2,3	285±3,3	287±3,0	288±3,1	300±2,3
П	303±2,9	298±5,1	295±2,0	303±3,9	299±2,0	299±5,3	309±4,7

Примітка. Середні дані за 2008–2014 рр. для Полісся-Лісостепу, Лісостепу; 2008–2010 рр. – Полісся; ЕВ – екологічне випробування.

Відмінності рослин триби *Triticeae* за онтогенетичними особливостями та архітектонікою фітоценозу, а отже, потенціалом продукційних можливостей, дозволяють ранжувати їх на окремі групи за типом розвитку, зокрема, інтенсивного типу (напівкарликові морфотипи висотою 75–95 см з прямим та напіврозлогим типом куща), ранньої та середньої стиглості (КС 1, КС 5, КС 14, КС 16-04, КС 7, КС 21, КС 22-04, Л 59/95, Л 3-95, Аріївка, Придеснянська н/к). Рослини короткостеблових сортів і ліній середньораннього терміну дозрівання з прямим і напіврозлогим типом куща належать до помірно інтенсивного типу. Проміжний – помірно екстенсивний тип формують середньо- та високорослі рослини з напіврозлогим і розлогим типом куща (в Лісостепу: Ювівата 60, Зоряна Носівська, Зірка Носівська, Л 4639/96, а на Поліссі – окрім зазначених вище, ще й Носшпа 100, КС 17, Л 41/95, Даушка, Д-5_2010) (Москалец и др., 2013).

Інтегральним показником, який визначає перспективи рослинних популяцій в їх конкуренції за екологічні ніші та механізми ординації щодо інших компонентів екосистем, є насіннєва продуктивність та оцінка адаптивного потенціалу рослин за стабільністю й пластичністю, за якими сорти і лінії ранжовано на: стабільні, широкоадаптивні, вузькоадаптивні (рис. 2). Високостабільну насіннєву продуктивність за несприятливих погодно-кліматичних умов формують сорти і лінії з низькими значеннями коефіцієнта варіації, $CV < 10\%$ та показника стресостійкості, $U_2 - U_1$; високою гомеостатичністю, $H_{om} > 50$; варіансою стабільності $(S^2 di) \geq 1$; коефіцієнтом екологічної пластичності $(bi) \approx 1$. Групу вузькоадаптивних складають ті, яким притаманна вузька реалізація пристосувальних можливостей, як правило, до оптимально сприятливого діапазону погодно-кліматичних умов, проте за несприятливих чинників вони різко знижують насіннєву продуктивність, яка у них є нестабільною в динаміці ($V \geq 20\%$, $H_{om} = 10-20$). Особливу групу складають широкоадаптивні сорти і лінії, рослини яких на різних рівнях інтеграції протистоять несприятливим умовам навколишнього середовища завдяки механізму екологічної пластичності й формують наближену до стабільної, високу насіннєву продуктивність (5,5–8,3 т/га), за проявом якого нами проведено

групування нових рослинних форм на екотипи: лісостеповий, поліський та полісько-лісостеповий. Рослинам певного екотипу відповідає найбільш широкий діапазон контрастних погодно-кліматичних умов, у межах якого вони найповніше реалізують свій генетичний потенціал, що визначається межами їх екологічної пластичності (Москалець, 2015; Moskalets et al., 2016).

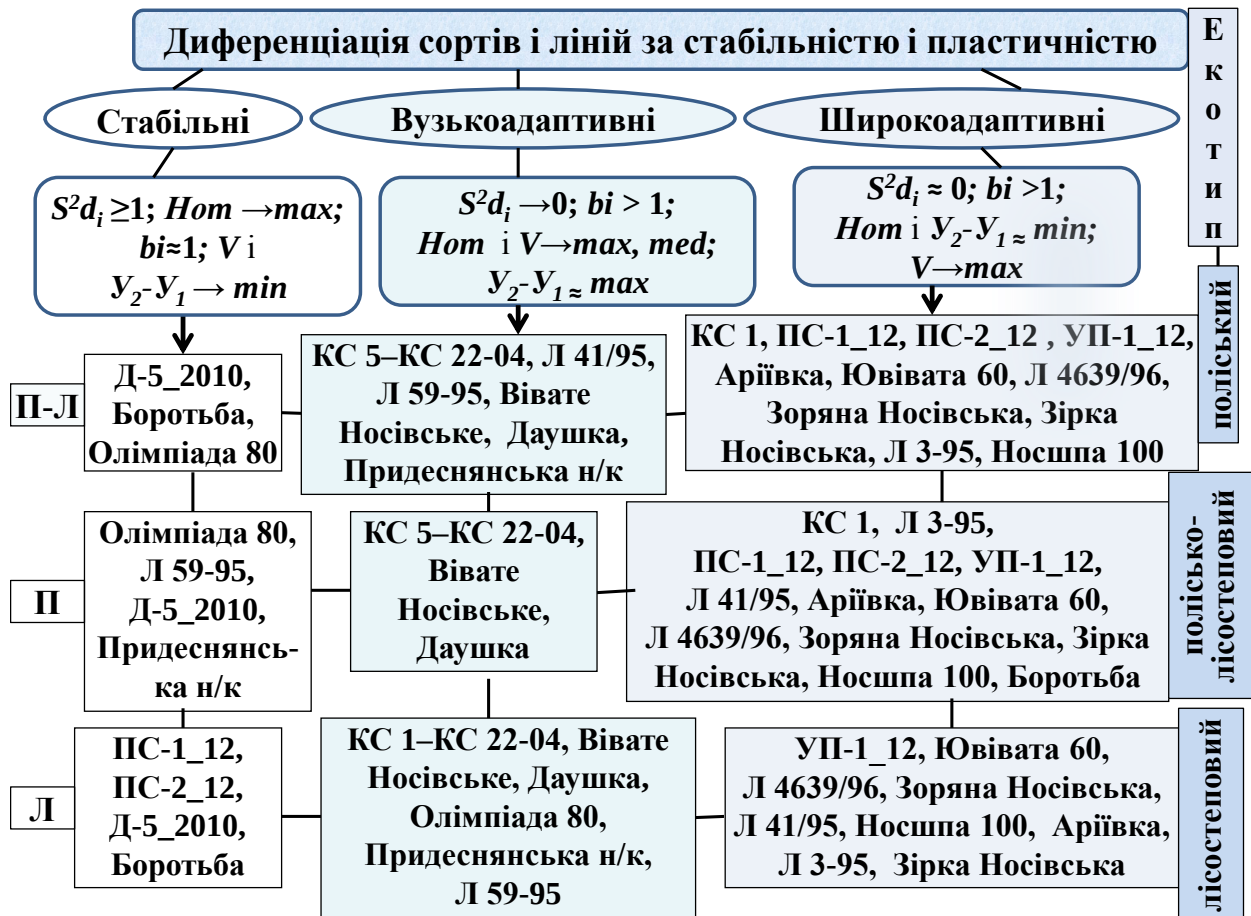


Рис. 2. Ранжування рослин сортів і ліній триби *Triticeae* на екоти́пи за показниками стабільності і пластичності насіннєвої продуктивності

Висока насіннєва продуктивність як самозапильних рослинних форм міжвидового гібрида *T. trispecies* так і *S. cereale*, а також відносна стабільність їх за контрастних погодно-кліматичних умов є проявом механізму генетичної гетерогенності. Проте слід відмітити широку адаптивність деяких представників *T. aestivum* (Аріївки, Л 3-95, Ювівати 60, Л 4639/96), пластичність яких полягає в багатолінійності, що підтверджується високою варіабельністю фенетичних маркерів (Москалець та ін., 2014; Moskalets, 2016).

ОСНОВНІ ВЛАСТИВОСТІ ПРЕДСТАВНИКІВ ТРИБИ *TRITICEAE* ЯК СТРАТЕГІЇ МЕХАНІЗМІВ АДАПТИВНОСТІ РОСЛИН

Центральний Лісостеп України зони нестійкого зволоження характеризується частими посушливими осінніми та весняно-літніми періодами (Адаменко, 2008; Клімат України ..., 2003), через що вивчення посухостійкості рослин у фазу проростання зернівки має не тільки теоретичне, але й практичне значення. Інтенсивність проростання й росту насіння в модельних дослідах з використанням

осмотичних розчинів сахарози імітує нестачу вологи і дає можливість виявити стійкість рослин на ювенільному етапі в умовах стресу – посухи.

Дослідження потенційної посухостійкості рослин сортів та ліній триби *Triticeae* дозволили виявити високий рівень поліморфізму вихідних зразків. Зокрема, зернівки досліджуваних рослин проростають уже на 2–3 добу й досягають 55–76 % рівня контрольного варіанта (вода дистильована), що є важливим елементом стратегії життєздатності культурних видів (Москалець, Рибальченко, 2015). У розчині з осмотичним тиском 14 атм проростає в середньому 86 % насіння, 16 атм – 69 %, 18 – 48, 20 – 26, 22 – 14, 24 атм – 6 %, відповідно ($p < 0,05$). Високостійкими та стійкими до посухи за результатами проростання зернівок на розчинах сахарози 14–18 атм є насіння *T. trispecies*, а також Зоряни Носівської, Ювівати 60, Л 41/95, КС 14, КС 16-04, Л 59-95, Л 3-95 та ін. Найнижчу здатність проростати на зазначених вище розчинах сахарози має насіння Даушки, КС 1, КС 17 та ін. (є нестійкими, складаючи IV групу за відносною посухостійкістю), всі інші відносяться до III групи – середньостійких, проте серед досліджуваних рослинних форм за зазначеного вище діапазону концентрації сахарози не виявлено дуже нестійких (V групи).

В міру росту та розвитку, рослини з різною інтенсивністю нагромаджують суху речовину (табл. 7). Так, на ранніх етапах онтогенезу, зокрема, до фази кушіння деякі з них, особливо сильно фотоперіодично чутливі (Ювівата 60, Л 4639/96), відзначаються візуально меншим приростом наземної фітомаси, порівняно з рослинами середньої й слабкої ФПЧ (КС 1, КС 17, Олімпіада 80 та ін.). Проте останні, за дефіциту вологи ($ГТК < 1$), порівняно з вегетаційним періодом 2011, 2013, 2014 років (з $ГТК > 1,5$) в критичні фенофази розвитку (колосіння–цвітіння, молочна стиглість) індукують надмірні витрати енергії, що проявляється у гальмуванні ростових процесів й істотно ($p < 0,05$) меншому прирості маси рослин за сухою речовиною.

Таблиця 7

Нагромадження сухої речовини рослинами триби *Triticeae* у різні фенофази їх розвитку (Лісостеп, г а.с.р./ рослину), $M \pm m$, $n=33$

Фено-фаза рослин	Ювівата 60	Зоряна Носівська	КС 1	ПС-2_12	Вівате Носівське	Д-5_2010	Олімпіада 80
<i>(ГТК < 1)</i>							
К-Т	2,8±0,13	6,2±1,43	3,7±0,20	6,7±1,64	7,1±0,53	8,4±0,77	5,1±0,97
К-Ц	10,9±0,92	13,7±1,09	6,9±0,74	14,3±5,00	11,7±2,05	11,1±1,04	7,7±1,32
МС	15,3±2,08	16,4±1,63	8,2±3,61	17,4±2,04	16,9±4,21	14,4±3,98	12,4±4,91
<i>(ГТК > 1,5)</i>							
К-Т	9,8±0,37	9,5±2,71	6,8±0,64	10,1±2,38	12,2±4,50	9,7±1,15	8,9±1,28
К-Ц	13,4±2,44	16,3±2,52	10,1±2,05	20,6±3,10	15,2±3,08	14,5±3,07	13,1±3,02
МС	18,5±3,17	19,1±2,07	14,6±2,74	22,8±3,40	21,4±2,65	19,9±3,50	26,6±5,10

Примітка. К-Т – кушіння–трубкування, К-Ц – колосіння–цвітіння, МС – молочна стиглість.

За оптимального вологозабезпечення ($ГТК > 1,5$) менш посухостійкі рослини нагромаджують суху речовину на рівні високопосухостійких, проте, у всіх

досліджених рослин спрацьовує механізм стійкості до дефіциту вологи, що проявляється у мінливості морфологічних параметрів (виповненість зерна, маса 1000 зерен, характер поверхні зернівки). Високопосухостійким рослинам (Носшпа 100, Зоряна Носівська, Ювіата 60, Зірка Носівська, ПС-2_12 та ін.) властиві як механізми морфологічної толерантності, так і функціональної стійкості за стресових умов, що відображається в екологічній пластичності їх репродуктивної здатності (Москалец и др., 2012).

Однією з перших адаптаційних реакцій на вплив стресових чинників є активація систем захисту організму, у результаті чого можуть нагромаджуватись небажані продукти вільнорадикального окиснення ліпідів біомембран, на розклад яких у клітині посилюється синтез антиоксидантних ферментів (Россихіна, Лихолат, 2011; Колесніченко та ін., 2012). Ензиматична активність прапорцевих листків рослин триби *Triticeae* різниться за рівнем прооксидантно-антиоксидантної рівноваги. З'ясовано, що захисним механізмом менш посухостійких рослин є вищий статус каталазної (2,8–3,0 ум.од.) та пероксидазної (2,5–2,8 ум.од) активності, на відміну від високопосухостійких форм (1,9–2,3 ум.од. та 1,3–2,0 ум.од відповідно, за $p < 0,05$). Підвищений рівень пероксидазної й каталазної активності свідчить про інтенсивнішу потребу в захисних реакціях тканин листків менш посухостійких представників триби *Triticeae* (через недостатню адаптованість їх метаболічних процесів до абіотичних стресів), тому його можна вважати критерієм адаптацій рослин мезофітного типу розвитку до умов посухи. Між зазначеною вище ензиматичною активністю та потенційною посухостійкістю рослин встановлена середня від'ємна кореляційна взаємозалежність ($r = -0,63$, за $p < 0,05$). Щодо поліфенолоксидазної активності – істотної різниці ($p < 0,05$) між рослинами досліджуваних сортів і ліній не виявлено.

Відмічені закономірності щодо оксидоредуктазної ензиматичної активності спостерігались нами для зазначених біотипів триби *Triticeae* в умовах гідротермічного стресу (за ГТК < 1 , 2008, 2011 рр.); у вологі роки, сприятливі для росту і розвитку рослин (2009, 2010 рр.) така відмінність у рослин мезо- й ксерофітних груп була не істотною ($p < 0,05$) (Москалец, Рибальченко, 2015; Moskalets et al., 2016).

Оскільки посухостійкість, як більшість ознак та властивостей детерміновані генетично, нами проведено ідентифікацію насіння вихідного матеріалу за молекулярно-генетичними і біохімічними маркерами посухостійкості, зокрема за наявністю генів *Dreb1* (*dehydration responsive element binding factors 1*), розміщених у 3B, 3D і 3A хромосомах (Wei et al., 2009; Бавол та ін., 2014). За даними електрофореграм встановлено, що у досліджуваних зразках *T. aestivum* отримані очікувані амплікони, розмір яких 717, 789, 596, 1113, 1193 п.н. Виняток становлять Даушка, КС 1, КС 17, у яких ампліконів 1113 п.н. (у 3D) та 1193 п.н. (у 3A хромосомі) не виявлено (рис. 3). У рослин сорту Ювіата 60 та лінії КС 21 за даними електрофоретичного аналізу ідентифіковано спектри продуктів ампліфікації високомолекулярних субодиниць глютенінів гена *Glu-D1*, зокрема, алель *Glu-D1* 5+10, який був представлений двома компонентами розміром 397 та 281 п.н. і алель *Glu-D1* 2+12 – розмірами ампліконів 415 та 299 п.н., відповідно.

Наші результати підтверджуються даними А. І. Ghazy (2012) та В. М. Тищенко (2013), якими показано, що рослини, які містять субодиноці «2+12», здатні формувати високоякісне зерно за умов ґрунтової та атмосферної посухи, у зв'язку з більш високою адаптивністю, порівняно з рослинами, в яких наявні субодиноці «5+10». Більшість рослин *T. aestivum* ксерофітного типу розвитку містять алелі генів глютенінів *Glu-D15+10* й 2+12 та компоненти спектрів білків-гліадинів *Gli-6D₂* або *Gli-6D₃*, *Gli-6B₂*, експресія яких відображається в істотно ($p < 0,05$) вищому вмісті білка в насінні ($\geq 13,5\%$) (Moskalets et al., 2016).

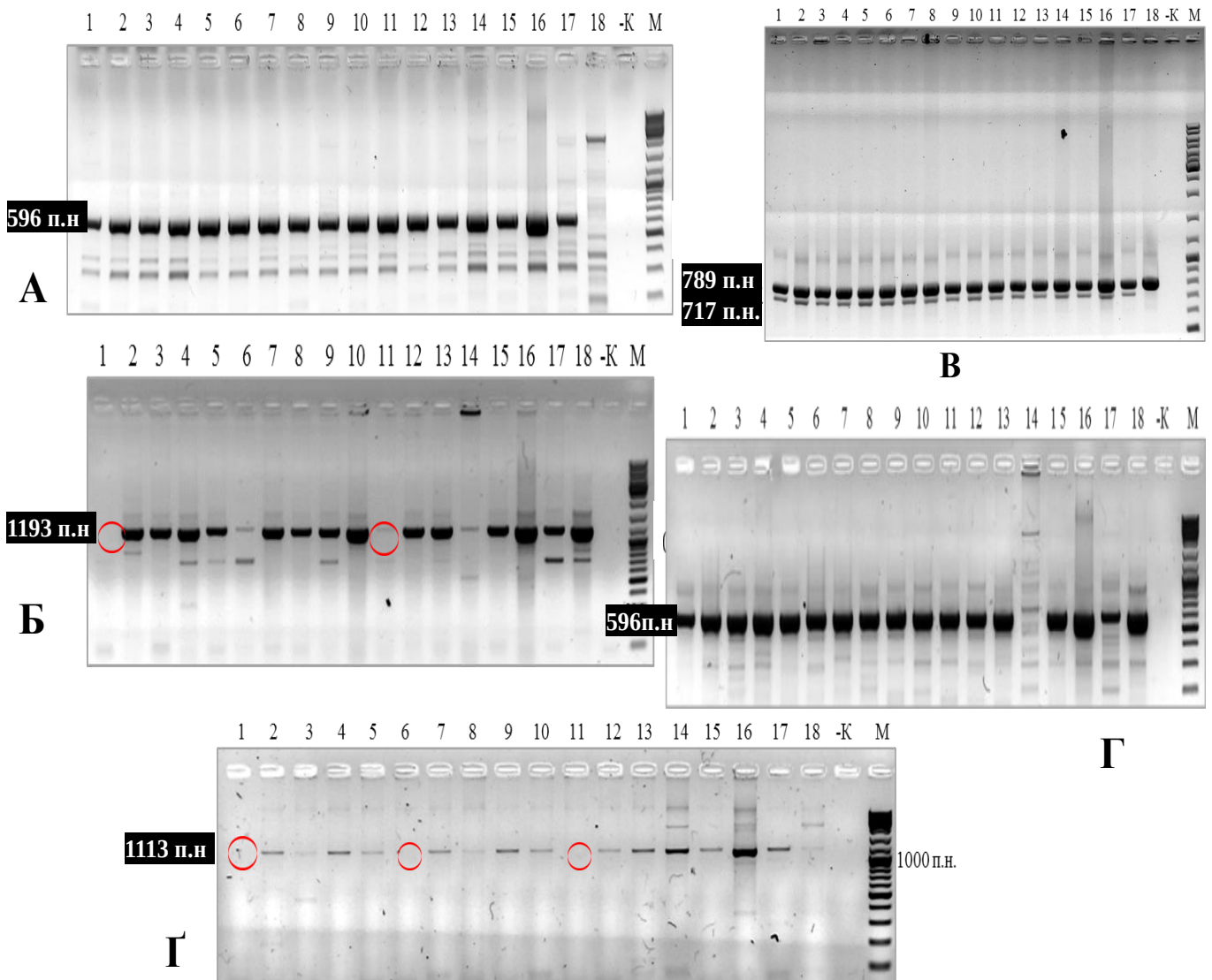


Рис. 3. Електрофореграма продуктів ампліфікації гена *Dreb 1* рослин сортів і ліній *T. aestivum*: 1 – КС 1; 2 – Ювівата 60; 3 – КС 5; 4 – Л 41/95; 5 – КС 14; 6 – КС 17; 7 – КС 16-04; 8 – Л 59-95; 9 – Зоряна Носівська; 10 – КС 21; 11 – Даушка; 12 – КС 7-04; 13 – Л 3-95; 14–17 – контрольні рослини; 18 – *Aegilops cylindrica*; -K – негативний контроль (без ДНК); M – контрольний маркер; А, Б – 3А хромосома, В – 3В хромосома, Г, Г – 3D хромосома

Із наявністю алелів дикого типу *Wx-A1a*, *Wx-A1e* і *Wx-B1a*, *Wx-B1e* ідентифікованих у рослинах *T. trispecies*, встановлено позитивну кореляційну

взаємозалежність з показниками високої потенційної посухостійкості ($r=0,67$) ($p<0,05$). Відмінності значень структурно-функціональних ознак, молекулярно-генетичних маркерів і проявів стійкості рослин щодо несприятливого гідротермічного режиму (високих температур й дефіциту вологи) дали можливість виділити два типи розвитку рослин за стійкістю до посухи: ксерофітний та мезофітний (Москалець та ін., 2012; Moskalets et al., 2016) (рис. 4).

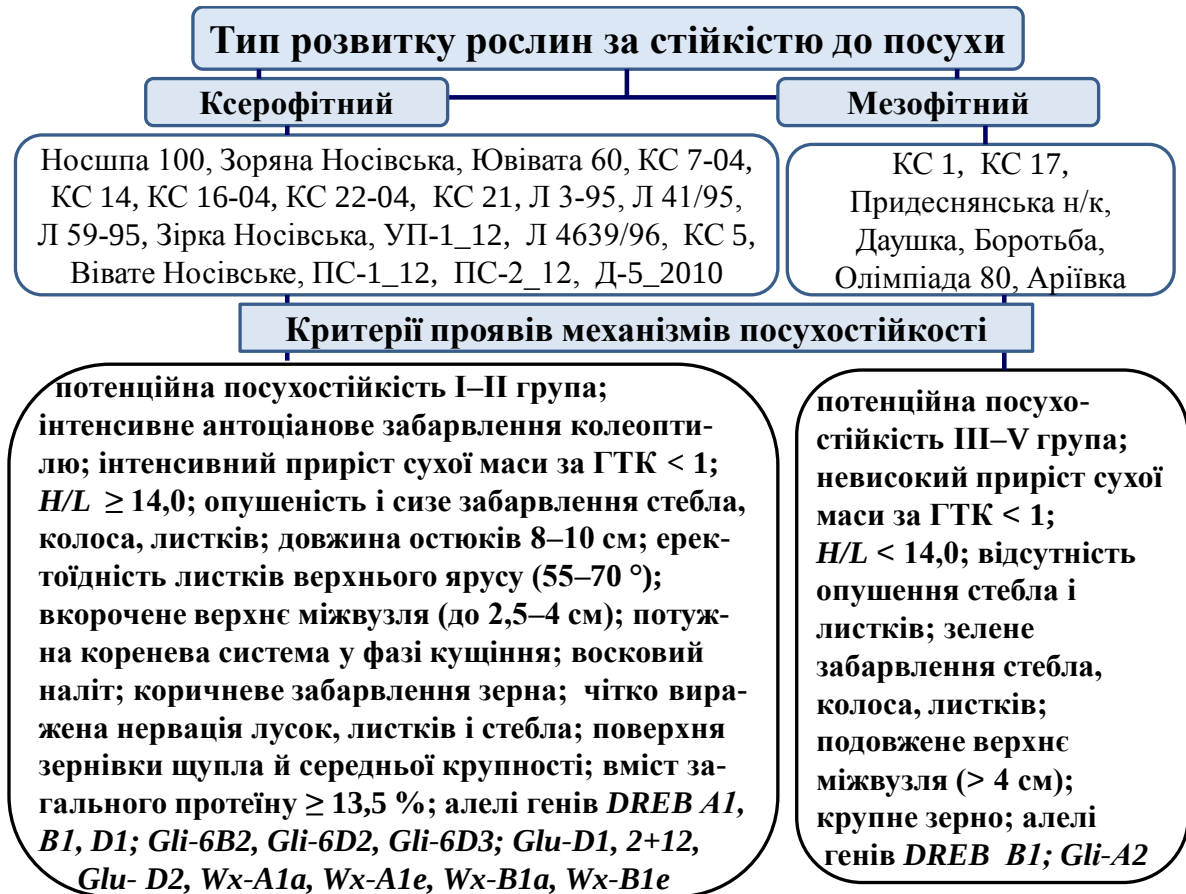


Рис. 4. Ранжування рослин триби *Triticeae* за потенційною екологічною валентністю щодо гідротермічного режиму за критеріями посухостійкості

Лімітуючими чинниками життєздатності рослин озимих злакових культур упродовж зимового періоду є: відсутність снігового покриву, утворення льодяної кірки, короточасні відлиги. Рослини деяких зимостійких сортів (Ювівата 60, Л 4639/96, УП-1_12, ПС-2_12, Д-5_2010) за чергування від'ємних та додатніх температур не реагують на короточасні потепління та повільніше відновлюють вегетацію навесні (Москалець та ін., 2011; Москалець, Рибальченко, 2015).

За стійкістю до низьких від'ємних температур під час проведення модельного дослідження зі штучним проморожуванням проростків рослин при температурі мінус 19 °С, види триби *Triticeae* формують такий низхідний ряд: *S. cereale* (7–8 балів) $\geq$ *T. trispecies* (6–8 балів) > *T. aestivum* (4–6 балів). В окремі роки (зокрема, у грудні 2009, 2011 рр.) температура повітря в умовах Лісостепу становила до мінус 22–23 °С упродовж 2–3 діб, що дозволило оцінити рослини за морозостійкістю в умовах *in situ*. Критерієм зимо-, й морозостійкості є: нагромадження вмісту загальних цукрів у вузлі кушіння (> 25 % для *T. aestivum* та *S. cereale* > 35 % для *T. trispecies*) (за $p<0,05$), що підтверджується сильною кореляційною

взаємозалежністю між ними ($r > 0,74$). Зимостійкіші рослини за зимовий період економніше витрачають загальні цукри, знижуючи їх вміст лише на 6–8 %, а середньозимостійкі (КС 1, КС 5, КС 17) – відповідно на 16–18 %, що має вирішальне значення для успішної їх перезимівлі. Зимостійкі рослини (Боротьба, Ювіата 60, Л 4639/96, Аріївка, Носшпа 100, Вівате Носівське та ін., стійкість $> 6-7$ балів) з більшою продуктивною кустистістю (3–4 продуктивних стебла), глибшим заляганням вузла кушіння ($> 2,0$ см) істотно менше піддаються випиранню (2008 р.), вимерзанню (2010, 2012 рр.), виснаженню суховіями у малосніжні зими (2008, 2011, 2014 рр.), а також характеризуються довшим колеоптилем ($> 2,8$ см), наявністю антоціанового забарвлення листків, потужною кореневою системою, порівняно із середньозимостійкими, загальний бал стійкості у яких $\leq 6-7$. У зимостійких рослин ідентифіковані алельні варіанти гліадинів *Gli-1D₅*, *Gli-1B₅*, *Gli-1A₄*, *Gli-6A₃*, *Gli-6A₄*, а у морозостійких – *Gli-1D₄*, *Gli-1D₅*, *Gli-1D₇*, *Gli-1D₁₀*, *Gli-6A₄*; *Wx-A1b*.

Особливості біопотенціалу рослин визначаються критеріями стратегій адаптивності, проявами яких є параметри життєвості-життєздатності: життєздатність насіння (Жл), польова схожість насіння (ПлС), стійкість до вилягання та ін., за якими представники *Triticeae* характеризуються різним віталітетом (рис. 5).



Рис. 5. Ранжування представників триби *Triticeae* за критеріями стратегій адаптивності на типи життєвості (віталітету)

Середній віталітет мають рослини інтенсивних й помірно інтенсивних сортів і ліній триби *Triticeae*; високий – помірно екстенсивних рослинних форм *T. aestivum* (в умовах Лісостепу), а в Поліссі – ще й *T. trispecies*, у яких відмічені найвищі параметри адаптивності й збереження життєвого стану. Рослинам сортів *S. cereale* через можливі вилягання та короткий латентний період (≤ 7 діб) властивий помірно високий й середній віталітет.

Отже, екологічне випробування представників триби *Triticeae* в умовах Лісостепу та Полісся дало можливість виявити, що рослини, зазнаючи впливу різноманітних стресових абіотичних чинників, протистоять їм за рахунок наявних молекулярно-генетичних, біохімічних маркерів, проявами яких є критерії адаптивних властивостей, зумовлених пристосувальними механізмами: функціональної стійкості, морфологічної толерантності, онтогенетичного ухилення, фото-періодичної чутливості, екологічної пластичності та генетичної гетерогенності.

МЕХАНІЗМИ ФОРМУВАННЯ СТІЙКОСТІ ТА АДАПТИВНОСТІ ПРЕДСТАВНИКІВ ТРИБИ *TRITICEAE* ЗА РІЗНИХ ТИПІВ БІОЦЕНОТИЧНИХ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКІВ

Досліджено особливості біоценотичних зв'язків рослин сортів і ліній триби *Triticeae* із видами-консортами: комахами-фітофагами, епіфітопаразитами, сегетальною флорою та мікроорганізмами. Так, найбільш поширеними серед збудників грибних хвороб рослин озимих зернових культур у районах екологічного випробування є: *Microdochium nivale* (Fr.), *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer, *Puccinia recondita* Rob ex Desm f. sp. *tritici* та *Tillitia caries* (Tul.), *Tillitia secalis* (Korda, Kuhn), прояв паразитизму яких залежить від низки чинників, у т.ч. від генотипових, фенотипових, онтогенетичних особливостей рослин, умов вирощування (Москалець та ін., 2013).

Випробування представників триби *Triticeae* в умовах Полісся й Лісостепу дозволило виділити й диференціювати рослини за стійкістю до епіфітопаразитів. Так, найбільш стійкими (≥ 7 -8 балів), зокрема в умовах Полісся є: Ювівата 60, Аріївка та ін.; Лісостепу – Даушка, КС 1, КС 5, КС 17, Носшпа 100, Ювівата 60, Д-5_2010, Аріївка, які рекомендовано використовувати як донори стійкості до збудників епіфітотій в селекційній програмі на імунітет.

Серед досліджуваного сортового асортименту рослин триби *Triticeae*, середньовища стійкість деяких з них (Аріївка, Ювівата 60, КС 1, Л 3-95, Л 4639/96) до спектра зазначених вище епіфітопаразитів зумовлена їхньою гетерогенністю, тобто багатолінійністю, представлену різномайттям індивідуумів, які за масового й індивідуального доборів, у результаті розмноження, дали початок цілим родинам – точковим популяціям (які проявляють різну стійкість до одних і тих же видів і рас фітопатогенів, у т.ч. з прогресуючим расоутворювальним процесом) (Borlaug, 1953; Москалець та ін., 2014), що складають основу сформованого сорту – як мегапопуляції (Moskalets et al., 2016).

В цілому, механізми стійкості рослин триби *Triticeae* до епіфітопаразитів можна виокремити за чотирма видами: функціональної стійкості (стійкість, обумовлена особливостями функціональних параметрів рослин), морфологічної толерантності (здатність рослин протистояти пошкодженням без зменшення

продуктивності), онтогенетичного ухилення (стійкість, обумовлена особливостями онтогенетичного розвитку рослин), генетичної гетерогенності (Moskalets, 2016).

За чисельністю і шкодочинністю найбільш поширеними серед комах-фітофагів на рослинах представників триби *Triticeae* є: *Eurygaster integriceps* Put., *Oscinella frit* L., *Anisoplia austriaca* H., *Haplothrips tritici* Kurd. і *Limothrips denticomis* Hal. Проявами механізмів стійкості рослинних форм триби *Triticeae* до пошкодження комахами-фітофагами є елементи стратегій рослин, їх структурно-функціональні параметри (нагромадження високого вмісту білка й клейковини, тривалої асиміляційної здатності прапорцевого листка, їх еректоїдності, глибини залягання вузла кушіння, низької схильності до вилягання, високого індекса листової пластинки, загальної кущистості, синхронності росту головного стебла, поникності колосу після повної стиглості, високої регенераційної здатності рослин тощо). Проявами механізмів морфологічної толерантності є: висота рослини, опушеність листків, стебла, восковий наліт, форма куща, щільність колоса, остистість, глянцева поверхня й сизе забарвлення листків, стебла, колоса; щільність прилягання квіткової луски до зернівки. Рослинам з комплексною стійкістю до комах-фітофагів з колючо-сисним типом ротового апарату (*H. Tritici*, *L. denticomis*, *E. integriceps*) властиве опушення колоса; жорсткі широкі колоскові лусочки, що повністю закривають зернівку та ін. Механізми онтогенетичного ухилення полягають у неспівпадінні розвитку фітофагів й рослин; фотоперіодичній чутливості останніх; тривалості фенофаз розвитку рослин, зокрема, цвітіння, дозрівання, латентного й вегетаційного періодів; гетерогенності сортів (Москалець, 2013; 2016).

Асоціативний зв'язок представників триби *Triticeae* із видами сегетальної флори, в основному є філогенетично зумовленим, спроможність конкурувати за абіотичні ресурси між якими визначається параметрами життєвості рослин, зокрема, їх морфологічними особливостями. Незалежно від району вирощування, у фітоценозах трапляється різне видове розмаїття сегетальної флори, за щільністю яких (> 20 шт./м², бал покриття 4) виділено певні їх асоціації. Зокрема, в Поліссі у фітоценозах рослин інтенсивного й помірно інтенсивного типів розвитку (напівкарликові, короткостеблові) налічується 9 асоціацій сегетальних видів, а у помірно екстенсивних (середньо- й високорослих) – 6; Поліссі-Лісостепу та Лісостепу – по 6 і 4, відповідно.

Типовими асоціативно формуючими видами у районах досліджень є: *Capsella bursa-pastoris* L., *Galium aparine* L., *Elytrigia repens* (L.) Desv. ex Nevski, *Chenopodium album* L., *Convolvulus arvensis* L., *Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv., *Setaria glauca* L., *Thlaspi arvense* L., *Polygonum convolvulus* L., *Galeopsis speciosa* Mill., *Viola arvensis* Murray (Москалець та ін., 2013; 2014; 2016; Москалець, 2015).

Ключову роль у розвитку рослин відіграє мікрофлора ризосфери ґрунту, зокрема в живленні та підвищенні протекторних властивостей рослин до біотичних й абіотичних стресів (Кацы, 2007; Патики, 2015). Чисельність таксономічних та еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери (*Azotobacter croococcum*, мікроорганізми, що використовують мінеральні та органічні форми азоту, мікроміцети та стрептоміцети) й вміст загальної їх біомаси змінюється в

процесі онтогенезу рослин. Максимально істотна ($p < 0,05$) їх кількість відмічається у ґрунті ризосфери рослин помірно екстенсивного типу розвитку у фазі виходу в трубку, як і вміст загальної біомаси мікроорганізмів (97–133 мкг С/ 100 г ґрунту). Істотної ($p < 0,05$) різниці між рослинами помірно інтенсивного та інтенсивного типів розвитку не виявлено (Москалець, 2008).

Інокуляція насіння рослин триби *Triticeae* фізіологічно активними штамами бактерій в умовах Лісостепу, підвищує життєздатність рослин, підтвердженням чого є збільшення насінневої продуктивності на 0,6–1,3 т/га, порівняно з контролем, в результаті формування адитивних взаємодій. Встановлено, що ефект цих взаємодій посилюється за додаткового внесення мінеральних солей, зокрема для рослин сортів і ліній *T. aestivum* за інокуляції азотфіксувальними й фосфатмобілізувальними мікроорганізмами – *A. radiobacter* 204 (діазофіт) і *A. album* 1122 (альбобактерин), для *T. trispecies* – *A. radiobacter* 204, а для *S. cereale* – *A. radiobacter* 204, *A. album* 1122 (Москалець та ін., 2012; Москалець, 2015).

РЕАЛІЗАЦІЇ БІОПОТЕНЦІАЛУ РОСЛИН ТРИБИ *TRITICEAE* ЗА КРИТЕРІЯМИ МЕХАНІЗМІВ АДАПТИВНОСТІ

Дослідження рослин *T. aestivum*, *S. cereale*, *T. trispecies* в умовах Полісся й Лісостепу на різних рівнях їх інтеграції дало можливість з'ясувати, що структурно-функціональна організація рослинних організмів, їх популяцій та угруповань під впливом чинників навколишнього середовища обумовлює формування багаторівневої системи пристосувальних реакцій, проявами яких є маркерні ознаки пристосувальних властивостей рослин, зумовлених механізмами адаптивності (рис. 6) (Москалець та ін., 2012, 2013; Москалець, 2016). Розроблена система маркерів і маркерних ознак дала можливість змодельовати характер формування та прояву біопотенціалу рослин триби *Triticeae* під впливом абіотичних й біотичних чинників у нових для них умовах. Критерії механізмів адаптивності лягли в основу створення еколого-адаптивних сортів і ліній *T. aestivum* і *T. trispecies* лісостепоного та поліського екотипів, з яких 9 занесено до Генетичного банку рослин України (Зоряна Носівська, Чаян, Л 41/95, Л 3-95, КС 16-04, КС 7-04, Л 22-04, Л 4639/96, КС 59-95), Ювіату 60 – до Державного Реєстру рослин України; на Вівате Носівське і Носшпу 100 одержано свідоцтва про авторство на сорти.

Пропонована інформаційна модель може бути ефективною в оцінці біопотенціалу й інших рослин природних і культурних видів, забезпечуючи удосконалення елементів управління їх життєвості, а також успішності адресної інтродукції генетичної плазми в нові для них умови, в т.ч. антропічні екосистеми. Екологічне випробування рослинних форм триби *Triticeae*, дослідження їх за адаптивним й продуктивним потенціалом та адресне впровадження покладено в основу системно-цільового підходу до вирішення проблем зменшення генетичного різноманіття й пестицидного пресингу на довкілля за сучасних змін клімату (рис. 7).

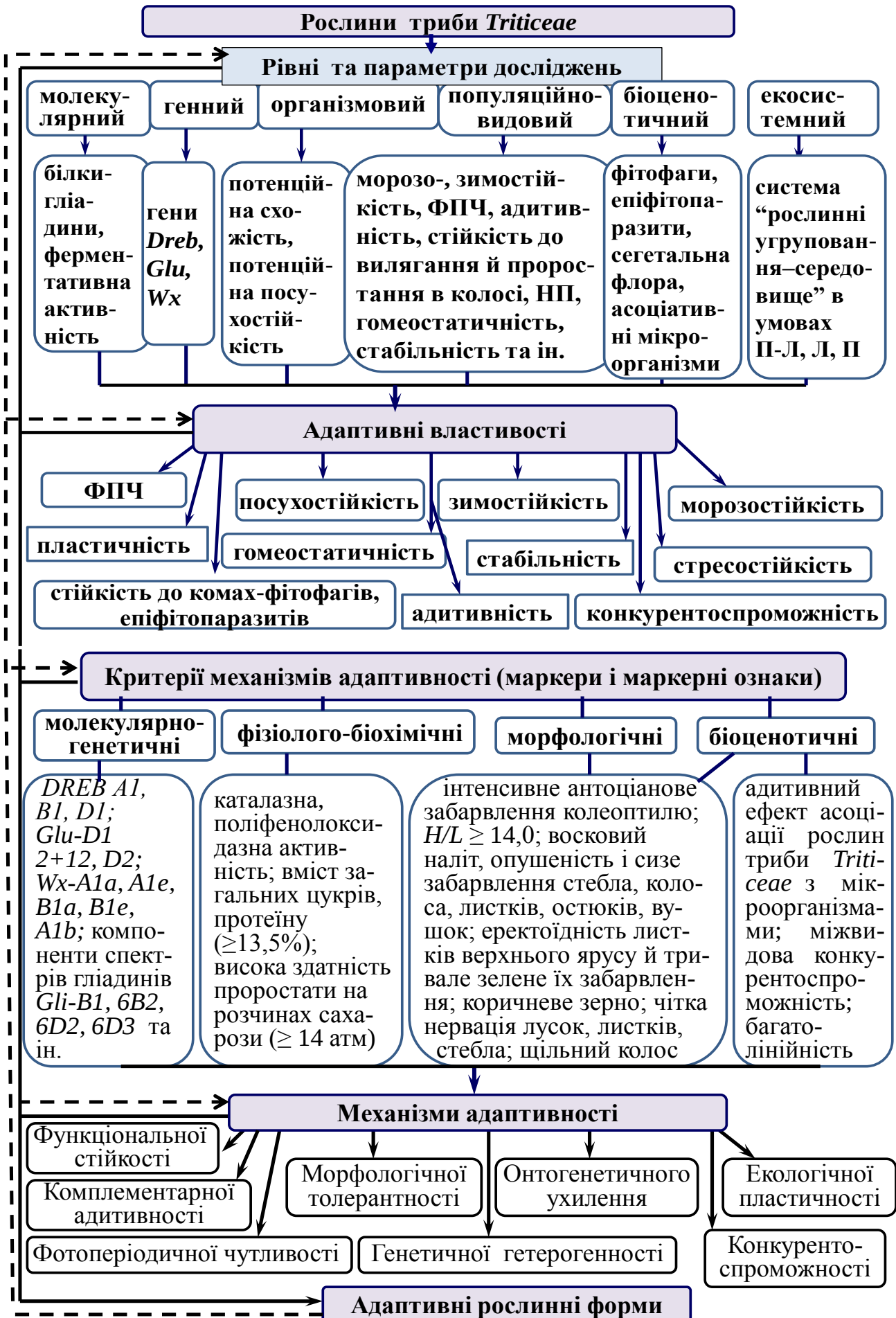


Рис. 6. Інформаційна модель реалізації біопотенціалу рослин триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності (Москалець, Рибальченко, 2016)

Пошуком умов, за яких найповнішою мірою може реалізуватись адаптивний й продуктивний потенціал рослин є екологічне випробування, успішність якого нами оцінено за системою показників стійкості й адаптивності (насіннєва продуктивність, здатність не проростати в колосі, стійкість до вилягання, морозо-, зимо-, потенційна посухостійкість, стійкість до епіфітопаразитів та комах-фітофагів, конкурентоспроможність із сегетальною рослинністю), з приведенням їх до єдиної системи бальних оцінок відносних величин – шкали «бажаності», згідно з якою, найвищу оцінку успішності екологічного випробування рослин в умовах Полісся й Лісостепу за зазначеними вище показниками мають рослини тих сортів і ліній, узагальнений показник значень параметрів стійкості й адаптивності яких $\geq 0,80$, що відповідає «відмінному» стану згідно з шкали «бажаності».



Рис. 7. Системно-цільовий підхід до вирішення основних проблем антропогенних екосистем і довкілля

Окрім того, впровадження рослин у нові для них умови дає можливість за комплексом маркерних ознак адаптивних властивостей проводити відбір й добір цінного вихідного матеріалу, залучаючи його до селекційного процесу під час створення нових рослинних форм.

ВИСНОВКИ

У дисертаційній роботі на біоцентричних засадах системно-цільового підходу вперше подано теоретичне обґрунтування й розв'язання наукової проблеми щодо з'ясування особливостей формування і прояву біопотенціалу представників триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності в умовах Полісся й Лісостепу та показані способи керування їхньою життєвістю-життєздатністю. На прикладі екологічного випробування високоадаптивних рослинних форм триби *Triticeae* показано шлях до вирішення проблем зменшення генетичного розмаїття та пестицидного пресингу на довкілля в умовах сучасних змін клімату; на підставі проведених експериментальних досліджень встановлено, що:

1. Структурно-функціональна організація рослинних організмів, їх популяцій та угруповань під впливом абіотичних і біотичних чинників обумовлює формування багаторівневої системи пристосувальних реакцій, проявом яких на різних рівнях інтеграції (зокрема, субклітинному: молекулярному, генетичному; аутоекотичному; популяційно-видовому; біоценотичному; екосистемному) є маркерні ознаки адаптивних властивостей, зумовлених механізмами адаптивності: функціональної стійкості, морфологічної толерантності, онтогенетичного ухилення, екологічної пластичності, фотоперіодичної чутливості, комплементарної адитивності, конкурентоспроможності та генетичної гетерогенності.

2. Розмаїття рослинних форм триби *Triticeae* за онтогенетичними особливостями та архітектонікою різняться за типом розвитку, за яким їх ранжовано на: інтенсивний (напівкарликові та короткостеблові морфотипи, висотою 75–95 см з прямим та напіврозлогим типом куща, ранньої та середньої стиглості з високим потенціалом життєздатності) й помірно інтенсивний (короткостеблові рослини), які характеризуються високим потенціалом продуктивності, який вони здатні реалізувати лише за сприятливих абіотичних та біотичних чинників довкілля; помірно екстенсивний (середньо- та високорослі рослини з напіврозлогим і розлогим типом куща, з високим потенціалом продуктивності й адаптивності).

3. Уперше встановлено, що за критеріями стратегій адаптивності досліджуваним рослинам властивий високий, помірно високий й середній віталітет. Висока життєвість характерна рослинам помірно екстенсивного типу розвитку (Ювівата 60, Зоряна Носівська, Л 4639/96, Зірка Носівська), ознаками яких є висока життєздатність насіння й польова його схожість та зимостійкість ($> 80\%$); здатність не проростати в колосі (5 балів); високий репродуктивний потенціал ($\text{КНП} > 0,3$); насіннєва продуктивність ≥ 6 –7 балів; висока стійкість до вилягання. Найбільш численну групу (середній віталітет) складають рослини *T. aestivum* інтенсивного й помірно інтенсивного типів розвитку, яким притаманна дещо більша схильність до проростання в колосі (≤ 3 балів) та слабше виживання після зимівлі (менше 70%). Рослинам сортів виду *S. cereale* через можливі вилягання та короткий латентний період (≤ 7 діб) властивий середній віталітет.

4. Доведена здатність нових рослинних форм триби *Triticeae* підтримувати високий адаптивний потенціал й насіннєву продуктивність за стресових абіотичних чинників, що є проявом механізму генетичної гетерогенності, підтвердженням чого є неоднорідність фенетичних маркерів й висока екологічна

пластичність *S. cereale*, *T. trispecies*, деяких сортів і ліній *T. aestivum* (Аріївка, Ювівата 60 та ін.).

5. Незалежно від віталітетної приналежності, умови екологічного випробування представників триби *Triticeae* визначають тривалість проходження фенологічних фаз і вегетаційного періоду. Так, за умов Полісся – їх тривалість на 4–9 діб збільшується, а Лісостепу – навпаки, на 5–7 діб зменшується за рахунок вищого термічного режиму та інтенсивнішої інсоляції.

6. Вперше за стабільністю й пластичністю насінневої продуктивності запропоновано рослинні форми поділяти на стабільні, вузько- та широкоадаптивні, останні з яких характеризуються широким діапазоном екологічної валентності (мають високу й середню варіабельність та гомеостатичність, варіанса стабільності в них близька нулю, а коефіцієнт екологічної пластичності більший одиниці) і найповнішою мірою реалізують свій генетичний потенціал, на підставі чого виділено лісостеповий, поліський й полісько-лісостеповий екотипи сортів і ліній триби *Triticeae*.

7. Вперше запропоновано рослини за стійкістю до посухи ранжувати за маркерами й маркерними ознаками механізмів адаптивності на ксерофітний та мезофітний типи розвитку. Перший з яких складають високостійкі та стійкі за потенційною посухостійкістю рослини, з інтенсивним антоціановим забарвленням колеоптилю; опушенням і сизим забарвленням стебла, колоса, листків; довжиною остюків $\geq 8-10$ см; еректоїдністю листків верхнього ярусу; вкороченим верхнім міжвузлям (в межах 2,5–4 см); чітко вираженою нервацією квіткових лусок, листків і стебла; потужною кореневою системою у фазу кушіння; восковим нальотом; коричневим забарвленням зерна; приростом сухої маси за ГТК $< 1 - 2,5$ г а.с.р./рослину; $H/L \geq 14,0$; вмістом загального протеїну $\geq 13,5$ % (за $p < 0,05$); наявністю алелів генів *Dreb A₁, B₁, D₁*; *Gli-6B₂, 6D₂, 6D₃*; *Glu-D₁, D₂*; *Wx-A1a, A1e, B1a, B1e*.

Рослини мезофітного типу розвитку характеризуються середнім та низьким показником потенційної посухостійкості; $H/L < 14,0$, за $p < 0,05$; відсутністю опушення стебла і листків; подовженням верхнього міжвузля (> 4 см); слабкою кореневою системою у фазу кушіння; наявністю алелів генів *Dreb B₁*; *Gli-A₂*.

8. Вперше визначено, що біотики ксерофітного типу розвитку, на відміну від мезофітного, проявляють кращу здатність мобілізувати власні адаптаційні можливості за ґрунтово-повітряної посухи, що відображається в нижчій антиоксидантній каталазній (1,9–2,3 ум.од.) та пероксидазній активностях (1,3–2,0 ум.од.) за $p < 0,05$.

9. За стійкістю до низьких від'ємних температур під час штучного проморожування проростків рослин при температурі мінус 19 °С, види триби *Triticeae* формують низхідний ряд: *S. cereale* (7–8 балів) $\geq$ *T. trispecies* (6–8 балів) $>$ *T. aestivum* (4–6 балів). Критеріями морозо- і зимостійкості рослин є: нагромадження високого вмісту загальних цукрів у вузлі кушіння (> 25 % для *T. aestivum* і *S. cereale*; > 35 % для *T. trispecies*) та економна їх витрата (6–8 %) впродовж осінньо-зимового періоду, на відміну від середньозимостійких (КС 1, КС 5, КС 17 – 16–18 %, за $p < 0,05$). Екзогенним морфофізіологічним проявом високого рівня адаптивності рослинних організмів триби *Triticeae* до різноманітних стресових умов зимового періоду є слабка диференціація точки

росту восени, а навесні пізній час відновлення весняної вегетації, що характеризує їх як високо фотоперіодично чутливі.

10. Вперше ідентифіковано нові рослини сортів і ліній триби *Triticeae* за молекулярно-генетичними й біохімічними маркерами зимо- (*Gli-1 D₅*, *Gli-1 B₅*, *Gli-1 A₄*, *Gli-6 A₃*, *Gli-6 A₄*) й морозостійкості (*Gli-1 D₄*, *Gli-1 D₅*, *Gli-1 D₇*, *Gli-1 D₁₀*, *Gli-6 A₄*; *Wx-A1b*).

11. Між представниками триби *Triticeae* та епіфітопаразитами й комахами-фітофагами формуються біоценотичні зв'язки, які проявляються у механізмах: функціональної стійкості (обумовлених особливостями функціональних параметрів рослин), морфологічної толерантності (здатність рослин протистояти пошкодженням без зменшення продуктивності), онтогенетичного ухилення (стійкість, обумовлена особливостями онтогенетичного розвитку рослин).

12. Асоціативний зв'язок представників триби *Triticeae* із видами сегетальної флори, в основному, є філогенетично зумовленим, спроможність конкурувати за абіотичні ресурси між якими визначається параметрами життєвості перших, зокрема, їх морфологічними особливостями, типом розвитку.

13. Рослинам помірно екстенсивного типу розвитку притаманна висока чисельність таксономічних і еколого-трофічних груп мікроорганізмів та вміст загальної біомаси мікроорганізмів ґрунту ризосфери (97–133 мкг С/100 г ґрунту, за $p < 0,05$).

14. За інокуляції насіння рослини сортів і ліній триби *Triticeae* азотфіксувальними і фосфатмобілізувальними штамами мікроорганізмів відмічено прояв механізму адитивності, підтвердженням чого є збільшення насіннєвої продуктивності (0,6–1,3 т/га).

15. Уперше проведено оцінку успішності екологічного випробування рослин сортів і ліній за запропонованою системою показників стійкості й адаптивності. Найвищу оцінку успішності випробування рослин сортів і ліній мають ті, які за системою параметрів стійкості й адаптивності до несприятливих абіотичних і біотичних чинників характеризуються узагальненим показником «бажаності» $\geq 0,80$, що відповідає «відмінному» стану згідно з шкали.

16. Вперше на основі системного дослідження рослин триби *Triticeae* розроблено інформаційну модель реалізації їх біопотенціалу за критеріями механізмів адаптивності, важливих в управлінні й прогнозуванні функціональних та продукційних процесів рослинних форм під час впровадження, а також у процесі добору цінних форм у селекційному процесі.

17. За критеріями механізмів адаптивності створено еколого-адаптивні сорти та лінії *T. aestivum* і *T. trispecies* лісостепового та поліського екотипів, із яких 9 занесено до Генетичного банку рослин України (Зоряна Носівська, Чаян, Л 41/95, Л 3-95, КС 16-04, КС 7-04, Л 22-04, Л 4639/96, КС 59-95), Ювівату 60 – до Державного Реєстру рослин України, а на сорти Вівате Носівське і Носшпу 100 одержано свідоцтва про авторство.

18. Вперше на прикладі екологічного випробування та впровадження в умови Полісся й Лісостепу високоадаптивних і стійких рослинних форм триби *Triticeae* показано та запропоновано на біоцентричних засадах системно-цільового підходу шлях до вирішення проблем зменшення генетичного різноманіття та пестицидного пресингу на довкілля.

РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Для вирішення проблем збіднення генетичного різноманіття антропогенних екосистем за сучасних змін клімату рекомендуємо для адресної інтродукції в умови Полісся й Лісостепу України нові високопродуктивні й еколого-адаптивні сорти та лінії (Ювівата 60, Аріївка, Л 3-95, Л 4639/96, Зоряна Носівська, Зірка Носівська, Носшпа 100, ПС-1_12, ПС-2_12, УП-1_12 та ін.), впровадження яких забезпечить зменшення антропогенного пресингу на довкілля й контроль прояву небажаних біотичних чинників.

2. Для умов Лісостепу, Полісся-Лісостепу, що характеризуються частими посушливими осінніми та весняно-літніми періодами, перспективними є нові сорти та лінії ксерофітного типу розвитку лісостепового екотипу: Зоряна Носівська, Зірка Носівська, Л 4639/96, Ювівата 60, КС 5, КС 21, КС 16-04, Носшпа 100, КС 22-04, КС 14 (*T. aestivum*), ПС-1_12, ПС-2_12 (*T. trispecies*).

3. У районах із посушливими весняно-літніми й осінніми періодами рекомендуємо добір вихідного матеріалу проводити за критеріями ксерофітного типу розвитку; а в районах із суворими зимовими періодами, в контексті успішності адресної інтродукції, рекомендуємо використовувати вихідний матеріал за такими критеріями: наявністю алелів генів *Wx-A1b*, *Gli-1 D 5*, *Gli-1 B 5*, *Gli-1 A 4*, *Gli-6 A 3*, *Gli-6 A 4* та ін., здатністю нагромаджувати високий загальний вміст цукрів (> 25 %) та незначних їх витрат у період зимового спокою, високою фотоперіодичною чутливістю, антоціановим забарвленням шильця, колеоптиля, глибиною залягання вузла кушіння більше 2,5 см.

4. Для проведення оцінки успішності екологічного випробування, адресної інтродукції рослин сортів і ліній пропонуємо систему показників їх стійкості й адаптивності (насіннева продуктивність, тривалість латентного періоду, стійкість до вилягання, морозо-, зимо-, потенційна посухостійкість, стійкість до епіфітопаразитів та комах-фітофагів, конкурентоспроможність із сегетальною рослинністю), з приведенням їх до єдиної шкали бальних оцінок відносних величин (зокрема шкали «бажаності» Дж. Харрінгтона).

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ ЗА ТЕМОЮ ДИСЕРТАЦІЇ

Монографія, посібник

1. Синекологічні аспекти формування високопродуктивних агрофітоценозів зернових і зернобобових культур: монографія / За ред. Т. З. Москалець. – Херсон: Грін Д.С., 2014. – 389 с. (Здобувачем проведено польові та лабораторні експерименти, аналіз літературних даних, написання 1–4, 6, 7 розділів).
2. Загальна екологія: навчальний посібник / В. В. Москалець, Т. З. Москалець, О. В. Князюк, Л. А. Голунова. – Вінниця: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2015. – 160 с. (Здобувачем проведено аналіз літературних даних, написання 1–5 розділів).

Статті у виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз

3. Москалець Т. З. Оцінка антропогенно трансформованих ґрунтів за біодіагностичними показниками / Т. З. Москалець // Науковий вісник Чернівецького ун-ту: Зб. наук. пр. – Вип. 403–404: Біологія. – Чернівці: Рута, 2008. – С. 104–109.

4. Москалець Т. З. Еколого-функціональні особливості мікробоценозу дерново-середньопідзолистого ґрунту / Т. З. Москалець // Агробіологія: Зб. наук. праць. – Біла Церква, 2009. – Вип. 1 (67). – С. 45–48.
5. Москалець Т. З. Екологічна оцінка протирадіаційних заходів в агроєкосистемі Житомирського Полісся / Т. З. Москалець, В. А. Полінкевич, В. В. Москалець // Агробіологія: Зб. наук. праць. – Біла Церква, 2010. – Вип. 2 (69). – С. 92–97. (Здобувачем проведено польові експерименти, аналіз літературних даних).
6. Москалець Т. З. Особливості стану сегетальної рослинності в агрофітоценозах тритикале озимого на синекологічному рівні / Т. З. Москалець, В. В. Москалець // Наукові доповіді НУБіП України. – 2013. – 2 (38). – 9 с. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2013_2/13mvv.pdf (липень). (Здобувачем проведено польові дослідження, аналіз літературних даних).
7. Спосіб вирощування та вплив сидератів із тритикале озимого на стан компонентів агроєкосистем / [Т. З. Москалець, В. В. Москалець, В. І. Москалець, Я. В. Галінський] // Наукові доповіді НУБіП України. – 2013. – № 3 (39). – 12 с. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2013_3/13mtz.pdf (серпень). (Здобувачем проведено аналіз літературних даних, лабораторні дослідження).
8. Москалець Т. З. Біологічні та екологічні особливості прояву *Anisoplia austriaca* Hrbst. у фітоценозах представників триби *Triticeae* / Т. З. Москалець, С. І. Тарасюк, В. В. Москалець // Problems of Environmental Biotechnology. – 2013. – № 1. – 12 с. – Режим доступу: <file:///C:/Users/Admin/Downloads/7878-19654-1-PB.pdf>. (Здобувачем проведено польові дослідження, узагальнення первинних матеріалів).
9. Москалець Т. З. Стан та управління епіфітопаразитизмом в агрофітоценозах пшениці озимої / Т. З. Москалець, В. В. Москалець // Наукові доповіді НУБіП України. – 2014. – № 4 (48). – 8 с. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/ejournals/Nd/2014_4/14mvv.pdf (грудень). (Здобувачем проведено польові дослідження, аналіз літературних даних, узагальнення первинних матеріалів).
10. Москалець Т. З. Вплив мозаїчного розміщення сортів озимої пшениці на агрорізноманіття / Т. З. Москалець // Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University. – 2015. – Vol. 2. – P. 31–43.
11. Москалець Т. З. Аутоекологічні та демаєкологічні прояви модифікаційної здатності генотипів триби *Triticeae* лісостепоного та поліського екотипів / Т. З. Москалець, В. В. Москалець // Екологія та ноосферологія. – 2015. – Т. 26, № 1–2. – С. 61–72. (Здобувачем проведено польові дослідження, аналіз літературних даних, узагальнення первинних матеріалів).
12. Москалець Т. З. Особливості трофічних зв'язків консортів-епіфітопаразитів *Triticum aestivum* L., *Secale cereale* L. та *Triticosecale* Wittm. в умовах полісько-лісостепоного та лісостепоного екотипів / Т. З. Москалець, М. М. Ключевич, В. В. Москалець // Наукові доповіді НУБіП України. – 2015. – № 4 (53). – 15 с. – Режим доступу: http://www.nbu.gov.ua/e-journals/Nd/2015_4/53mtz.pdf (травень). (Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження, аналіз літературних даних, узагальнення первинних матеріалів, написання статті).
13. Біологічні та екологічні аспекти механізму прояву *Blumeria graminis* (DC.) f. sp. *tritici* Speer у фітоценозах представників триби *Triticeae* / [Т. З. Москалець, М. М. Ключевич, В. В. Москалець, В. К. Рибальченко] // Наукові доп. НУБіП України. – 2015. – № 54 (5) липень. – 8 с. Режим доступу: http://nd.nubip.edu.ua/2015_5/16.pdf. (Здобувачем проведено польові дослідження, узагальнення первинних матеріалів, написання статті).

14. Москалець Т. З. Екологічна роль представників із триби *Triticeae* у динаміці біологічної активності едафотопів / Т. З. Москалець, І. В. Гриник, В. В. Москалець // Агроєкологічний журнал. – 2015. – № 3. – С. 69–76. (Здобувачем проведено польові та лабораторні експерименти, узагальнення первинних матеріалів, написання статті).
15. Москалець Т. З. Морфо-фізіологічні та молекулярно-генетичні ознаки ксероморфності *Triticum aestivum* L. / Т. З. Москалець, В. К. Рибальченко // Наук. вісник Чернівецького ун-ту. Біологія «Біологічні системи». – Чернівці. – 2015. – Т. 7, № 1. – С. 49–56. (Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження, аналіз літературних даних, узагальнення первинних матеріалів, написання статті).
16. Модифікаційна мінливість нового сорту пшенично-житнього амфідиплоїду за екологічними, господарсько-цінними та молекулярно-генетичними маркерами / [Т. З. Москалець, І. В. Гриник, С. І. Тарасюк, В. В. Москалець, Н. М. Буняк, В. І. Москалець, В. К. Рибальченко] // *Problems of Environmental Biotechnology*, 2015. – № 2. – 14 с. – Режим доступу: [file:///C:/Users/Admin/Downloads/9623-24584-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/9623-24584-1-PB%20(1).pdf). (Здобувачем проведено аналіз літературних даних, узагальнення первинних матеріалів, написання статті).
17. New genotypes and technological indicators of winter triticale / [T. Z. Moskalets, S. P. Vasylykivskyi, B. V. Morgun, V. I. Moskalets, V. V. Moskalets, V. K. Rybalchenko] // *Biotechnologia Acta*. – 2016. – Vol. 9, № 1. – P. 79–86. (Здобувачем проведено польові та лабораторні експерименти, аналіз літературних даних, узагальнення первинних матеріалів, написання статті).
18. Moskalets T. Z. Adaptive potential performance of representatives of the tribe *Triticeae* L. / T. Z. Moskalets, S. P. Vasylykivskyi, V. K. Rybalchenko // *Biotechnologia Acta*. – 2016. – Vol. 9, № 2. – P. 61–69. (Здобувачем проведено польові та лабораторні експерименти, узагальнення первинних матеріалів, написання статті).
19. Москалець Т. З. Диференціація пшениці м'якої, жита та тритикале озимих як ймовірних екологічних ніш для *Eurygaster integriceps* Put. / Т. З. Москалець, А. В. Калініченко, В. В. Москалець // Вісн. аграрн. науки. – 2016. – № 4. – С. 52–56. (Здобувачем проведено польові дослідження, аналіз літературних даних, узагальнення первинних матеріалів).
20. Москалець Т. З. Формування параметрів консорцій бур'янів залежно від генотипового і видового складу представників триби *Triticeae* в умовах екотону Полісся-Лісостеп/ Т. З. Москалець, І. В. Гриник, В. В. Москалець // Агро-екологічний журнал. – 2016. – № 3. – С. 136–141. (Здобувачем узагальнено первинні матеріали).
21. Москалець Т. З. Концептуальна модель керування життєвим станом рослинних екоморф за критеріями механізмів адаптивності / Т. З. Москалець, В. К. Рибальченко // *Visnyk of Dnipropetrovsk University. Biology, ecology*. – 2016. – Vol. 24(1). – P. 211–221. (Здобувачем проведено польові та лабораторні експерименти, аналіз літературних даних, узагальнення первинних матеріалів, написання статті).
22. Moskalets T. Z. Impact of tribe *Triticeae* varieties on structure and competitiveness of segetal group / T. Z. Moskalets // *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*. – 2016. – Vol. 6 (1). – P. 63–79.
23. Moskalets T. Z. Tribe *Triticeae* L. and the biocenotic mechanisms of adaptability / T. Z. Moskalets // *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol State Pedagogical University*. – 2016. – Vol. 6(2). – P. 259–267.

24. Common wheat: ecological plasticity by biological and technological markers / [T. Z. Moskalets, V. V. Moskalets, S. P. Vasylykivskyi, I. V. Grynyk, A. G. Vovkohon, O. V. Lobova, O. A. Shevchuk, O. V. Knyazyuk] // Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University. – 2016. – Vol. 6(3). – P. 311–318. (*Здобувачем проведено польові дослідження, написання статті*).
25. Москалець Т. З. Обґрунтування агрозаходів щодо покращення стану ґрунту та продуктивності тритикале озимого / Т. З. Москалець, В. В. Москалець // Захист і карантин рослин. Міжв. темат. наук. зб., 2011. – Вип. 57. – С. 141–151. (*Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження, узагальнення первинних матеріалів*).
26. Москалець Т. З. Продуктивність агрофітоценозу тритикале озимого залежно від конкурентного впливу бур'янів / Т. З. Москалець, В. В. Москалець // Захист і карантин рослин. Міжв. темат. наук. зб., 2012. – Вип. 58. – С. 117–129. (*Здобувачем проведено польові дослідження, узагальнення первинних матеріалів*).
27. Москалець Т. З. Стійкість озимих тритикале і пшениці м'якої проти *Russinia recondita* Dietel&Holw. / Т. З. Москалець, М. М. Ключевич, В. В. Москалець // Карантин і захист рослин. – 2013. – № 6. – С. 1–3. (*Здобувачем проведено польові дослідження, узагальнення первинних матеріалів, написання статті*).
28. Москалець Т. З. Прояв стабільності та пластичності генотипів пшениці м'якої озимої в умовах лісостепового екотопу / Т. З. Москалець // Вісн. Укр. тов-ва генетиків і селекціонерів. – 2015. – Т. 13, № 1. – С. 51–56.
29. Москалець Т. З. Адитивний прояв біоценотичних зв'язків у системі «мікроорганізми ризосфери ґрунту-рослини триби *Triticeae*» / Т. З. Москалець // Вісник ОНУ. «Біологія» – 2015. – Т. 20, Вип. 2(37). – С. 41–50.

Статті в інших наукових виданнях

30. Москалець Т. З. Агроєкологічні аспекти впливу мікробних препаратів, макро- та мікроелементних добрив на обмін мінеральних речовин у системі ґрунт-зернобобові рослини / Т. З. Москалець, В. К. Шинкаренко, В. В. Москалець // Аграрні вісті: всеукраїнський журнал. – 2008. – № 4. – С. 28–32. (*Здобувачем проведено польові та лабораторні експерименти*).
31. Агробіологічна характеристика екотипу *Triticum aestivum* L. пшениці м'якої озимої сорту Зоряна Носівська / [Т. З. Москалець, В. В. Москалець, В. І. Москалець, Ю. М. Піка] // Вісник ЦНЗ АПВ Харківської області. – 2011. – Вип. 11. – С. 114–120. (*Здобувачем проведено узагальнення первинних матеріалів, написання статті*).
32. Агроэкологическая характеристика генотипов зерновых колосовых культур Носовской селекционно-опытной станции / [Т. З. Москалец, В. В. Москалец, П. В. Писаренко, В. И. Москалец] // Вестн. Курганской ГСХА. – 2014. – № 2. – С. 45–47. (*Здобувачем проведено узагальнення первинних матеріалів*).
33. Новый сорт пшеницы м'якої озимої Ювівата 60 / [В. І. Москалець, Т. З. Москалець, В. В. Москалець, Н. М. Буняк] // Партнер Агро. – 2014. – № 5(69). – С. 10–11. (*Здобувачем проведено збір первинних матеріалів*).
34. Результати селекції пшениці м'якої озимої на поліпшення еколого-адаптивних властивостей і якісних параметрів зерна / [Т. З. Москалець, В. В. Москалець, В. І. Москалець, Н. М. Буняк, С. Ю. Діденко] // Вісн. Уман. нац. ун-ту садівн. – 2015. – № 1. – С. 58–63. (*Здобувачем проведено польові дослідження, аналіз літературних даних, узагальнення первинних матеріалів, написання статті*).

Матеріали наукових конференцій

35. Москалець Т. З. Вихідний матеріал тритикале озимого гексаплоїдного рівня / Т. З. Москалець, В. В. Москалець, В. І. Москалець // IX з'їзд УТГіС ім. М. І. Вавилова, присв. 125-річчю від дня народж. М. І. Вавилова та 100-річчю від дня народження Й. А. Рапопорта: «Аналіз та оцінка генетичних ресурсів» (24–28. 09. 2012 р., м. Алушта, АР Крим, Україна). – Алушта, 2012. – С. 500–505. *(Здобувачем проведено аналіз одержаних результатів)*.
36. Москалець Т. З. Пшеничне – цінний вихідний матеріал тритикале озимого гексаплоїдного рівня / Т. З. Москалець, В. В. Москалець, В. І. Москалець // Мат. міжнар. наук.-практ. конф. студентів, аспірантів, молодих учених: «Екологізація сталого розвитку і ноосферна перспектива інформаційного суспільства» (3–5 жовтня 2012 р., м. Харків). – Харків, 2012. – С. 121–122. *(Здобувачем проведено інтерпретацію результатів, підготовлено доповідь)*.
37. Москалець Т. З. Екологічні аспекти застосування мікробних препаратів на посівах пшениці / Т. З. Москалець // Мат. тез доп. держ. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів та докторантів: «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення» (17–18 травня 2012 р., м. Біла Церква, БНАУ). – Біла Церква, 2012. – С. 33–34.
38. Москалець Т. З. Агроєкологічні аспекти використання побічної продукції озимого клину в органічному землеробстві / Т. З. Москалець, Я. В. Галінський // Тези доп. міжнар. наук.-практ. конф. мол. вчених, аспірантів та докторантів: «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті: екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення» (16–17 травня 2013 р., м. Біла Церква). – Біла Церква, 2013. – С. 18. *(Здобувачем проведено польові дослідження, інтерпретацію результатів, підготовлено доповідь)*.
39. Москалець Т. З. Синекологічні аспекти дослідження геоценоконсорцій тритикале озимого та пшениці м'якої озимої лісостепового та поліського екотипів / Т. З. Москалець, В. В. Москалець // Мат. держ. наук.-практ. конф.: «Екологічні проблеми України та шляхи їх вирішення» (7–8 листопада 2013 р., м. Біла Церква, БНАУ). – Біла Церква, 2013. – С. 21–22. *(Здобувачем проведено дослідження)*.
40. Чутливість фітоценозів тритикале озимого на дію елементів агротехнології в умовах радіонуклідного забруднення / [В. В. Москалець, Т. З. Москалець, П. В. Писаренко, Я. В. Галінський, В. А. Полінкевич, М. М. Ключевич, О. Л. Мисловський] // Мат. IV Всеукр. Моргунівських читань з міжнар. участю, присвячених 90-річчю від дня народження видатного українця: «Вернадськіанська ноосферна революція у розв'язанні екологічних та гуманітарних проблем» (м. Полтава, 16–17 травня 2014 р.). – Полтава: Дивосвіт, 2014. – С. 204–210. *(Здобувачем проведено дослідження)*.
41. Москалець Т. З. Ефективність елементів органічного землеробства в умовах Лісостепу та Полісся України / Т. З. Москалець, В. В. Москалець, М. М. Ключевич // Органічне виробництво і продовольча безпека. – Житомир: Вид-во «Полісся», 2014. – С. 288–292. *(Здобувачем проведено аналіз одержаних результатів)*.
42. Москалец Т. З. Агробιολογικες и εκοлогικες οςοбенности новой линии пшеницы мягкой озимой Л 4639/96 по хозяйственнο-ценным показателям / Т. З. Москалец, В. И. Москалец, В. В. Москалец // Мат. регион. науч.-практ. конф. молодых ученых: «Биοεκοлогия на современном этапе развития АПК»

- (г. Тюмень, 5 февраля 2014 г.). – Тюмень: ГАУСЗ, 2014. – С. 136–138. (*Здобувачем проведено інтерпретацію результатів, підготовлено доповідь*).
43. Москалец Т. З. Агроэкологические особенности нового сорта пшеницы мягкой Ювивата 60 / Т. З. Москалец, В. И. Москалец, В. В. Москалец // Сб. статей. IX Междунар. науч.-практ. конф. «Аграрная наука – сельскому хозяйству» (г. Барнаул, 5 февраля 2014 г.). – Барнаул: РИО АГАУ, 2014. – С. 184–185. (*Здобувачем проведено збір матеріалу, написано тези*).
44. Москалец Т. З. Морфо-фізіологічні та молекулярно-генетичні прояви мінливості деяких генотипів триби *Triticeae* / Т. З. Москалец // Мат. міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, аспірантів і докторантів «Екологічні проблеми сучасного світу та шляхи їх вирішення» (15–16 травня 2015 р.). – Біла Церква, 2015. – С. 18.
45. Москалец Т. З. Біолого-екологічні особливості модифікаційної здатності нової напівкарликової лінії Л 59-95 в умовах Полісько-Лісостепового та Лісостепового екотопу / Т. З. Москалец, В. І. Москалец, В. В. Москалец // Мат. Междунар. науч.-практ. конф., посвященной памяти профессора Н. М. Чекалина «Генофонд растений и его использование в современной селекции» (г. Полтава, 22–23 апреля 2015 г.). – Полтава: ПГАА, 2015. – С. 96–97. (*Здобувачем проведено збір матеріалу*).
46. Moskalets T. Problems and perspectives of research resistance of *Fusarium head blight T. aestivum* L. / T. Moskalets, S. Vasylykivskiy // Мат. IV Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених і спеціалістів «Селекція, генетика та технології вирощування с.-г. культур» 21–22 квітня 2016 р. МІП ім. В. М. Ремесла НААН. – Центральне, 2016. – С. 89. (*Здобувачем проведено дослідження, написано тези*).
47. Moskalets T. Ecological, molecular-genetic markers and technological indicators of winter triticales / T. Moskalets, V. Moskalets // Мат. держ. конф. мол. уч., асп. і докт. «Наукові пошуки молоді у третьому тисячолітті» (19–20 травня 2016 р., Біла Церква). – Біла Церква. – 2016. – С. 29. (*Здобувачем написано тези*).
48. Москалец Т. З. Індикаційні механізми зимостійкості нових генотипів зернових озимих культур / Т. З. Москалец // Мат. VII Всеукр. наук.-практ. конф. «Біологічні дослідження – 2016» (10–11 березня 2016 р., Житомир). – Житомир, 2016. – С. 37–38. (*Здобувачем проведено збір матеріалу, написано тези*).

Навчально-методичні та науково-практичні рекомендації

49. Москалец Т. З. Загальна екологія: методичні вказівки до виконання практичних і самостійних занять за кредитно-модульною системою студентами агрономічного факультету денної та заочної форм навчання. Спеціальність 6.130100 – агрономія освітньо-кваліфікаційного рівня – «бакалавр» / Т. З. Москалец, М. М. Барановський, В. В. Москалец. – Біла Церква, 2012. – 102 с. (*Здобувачем написано 1–4 роботи*).
50. Москалец Т. З. Екологія. Методичні вказівки до виконання практичних і самостійних занять за кредитно-модульною системою студентами агрономічного факультету денної форми навчання. Спеціальність 6.130100 – агрономія освітньо-кваліфікаційного рівня – «бакалавр» / Т. З. Москалец, В. В. Лавров, В. В. Москалец. – Біла Церква, 2012. – 187 с. (*Здобувачем написано 2, 3–5, 7 роботи*).
51. Прикладна екологія: методичні вказівки до виконання практичних і самостійних занять за кредитно-модульною системою студентами екологічного факультету денної та заочної форм навчання. Спеціальність 6.130100 – водні біоресурси; освітньо-кваліфікаційного рівня – «бакалавр» / [В. В. Лавров,

Т. З. Москалець, В. В. Москалець, А. ІІ. Стадник]. – Біла Церква, 2013. – 185 с. *(Здобувачем написано 1–5, 7–8 роботи).*

52. Агроєкологічний паспорт пшениці м'якої озимої Ювівата 60 лісостепоного та поліського екотипу (морфо-біологічні особливості та науково-практичні рекомендації щодо формування високопродуктивних посівів) / [Т. З. Москалець, П. В. Писаренко, В. В. Москалець, В. А. Полінкевич]. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 15 с. *(Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження, узагальнення первинних матеріалів, написано рекомендації).*
53. Формування високопродуктивних фітоценозів пшениці м'якої озимої Ювівата 60 в умовах Лісостепу та Полісся України: науково-практичні рекомендації / [Т. З. Москалець, П. В. Писаренко, В. В. Москалець, В. А. Полінкевич]. – Херсон: Грінь Д.С., 2014. – 23 с. *(Здобувачем проведено польові та лабораторні дослідження, узагальнення первинних матеріалів).*

Свідоцтва

54. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 521 від 10. 03. 2008 р. Пшениця м'яка озима лінія Зоряна Носівська. UA 0110603, запит № 001220 від 28. 08. 2007 р. / [Т. З. Шустерук (Т. З. Москалець), В. В. Москалець, В. І. Москалець, Ю. М. Піка, М. Д. Горган]. – 2008. – 1 с. *(Здобувачем проведено селекційні дослідження).*
55. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин України № 520 від 10. 03. 2009 р. Тритикале озиме лінія Чаян. Номер Нац. каталогу UA0602436, запит № 001223 від 28. 08. 2007 р. / [В. В. Москалець, В. І. Москалець, Т. З. Шустерук (Т. З. Москалець), І. К. Швиденко]. – 2009. – 1 с. *(Здобувачем проведено збір та обробку експериментальних даних).*
56. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 757 від 16. 05. 2011 р. Пшениця м'яка озима лінія Л 41-95. UA0108030, запит № 001217 від 28. 08. 2007 р. / Т. З. Москалець, В. В. Москалець, В. І. Москалець. – 2011. – 1 с. *(Здобувачем проведено селекційні дослідження, збір та обробку експериментальних даних, аналіз результатів).*
57. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1101 від 14. 11. 2013 р. Пшениця м'яка озима лінія Л 3-95. Номер Нац. каталогу UA0107961, запит № 001215 від 28. 08. 2007 р. / Т. З. Шустерук (Т. З. Москалець), В. І. Москалець, В. В. Москалець. – 2013. – 1 с. *(Здобувачем проведено селекційні дослідження, збір та обробку експериментальних даних).*
58. Пшениця м'яка озима лінія Л 16-04. Номер Нац. каталогу UA0108019, запит № 001215 від 28. 08. 2007 р. / Т. З. Москалець, В. І. Москалець, В. В. Москалець. – 2013. – 1 с. *(Здобувачем проведено збір та обробку експериментальних даних).*
59. Пшениця м'яка озима лінія КС 7-04. Номер Нац. каталогу UA0108025, запит № 001215 від 28. 08. 2007 р. / Т. З. Москалець, В. І. Москалець, В. В. Москалець. – 2013. – 1 с. *(Здобувачем проведено обробку експериментальних даних).*
60. Пшениця м'яка озима лінія Л 22-04. Номер Нац. каталогу UA0108013, запит № 001215 від 28. 08. 2007 р. / Т. З. Москалець, В. І. Москалець, В. В. Москалець. – 2013. – 1 с. *(Здобувачем проведено селекційні дослідження, збір та обробку експериментальних даних).*
61. Свідоцтво про реєстрацію зразка генофонду рослин в Україні № 1102 від 14. 11. 2013 р. Пшениця м'яка озима лінія Л 4639/96. Номер Нац. каталогу UA0108163, запит № 001216 від 28. 08. 2007 р. / Т. З. Москалець, В. І. Москалець, В. В. Москалець. – 2013. – 1 с. *(Здобувачем проведено селекційні дослідження).*

62. Пшениця м'яка озима лінія Л 59-95. Номер Нац. каталогу UA0108016, запит № 001215 від 28. 08. 2007 р. / Т. З. Москалець, В. І. Москалець, В. В. Москалець. – 2013. – 1 с. (*Здобувачем проведено селекційні дослідження, збір та обробку експериментальних даних*).
63. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 130404, заявка № 09007021. Пшениця м'яка озима сорт «Ювівата 60» / [Т. З. Москалець, В. І. Москалець, В. В. Москалець, Н. М. Буняк, М. О. Сардак]. – 2014. – 1 с. (*Здобувачем проведено селекційні дослідження, збір експериментальних даних, аналіз результатів*).
64. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 120216, заявка № 09011001. Тритикале озиме сорт «Вівате Носівське» / [Т. З. Москалець, В. В. Москалець, В. І. Москалець, Н. М. Буняк, Ю. М. Піка]. – 2015. – 1 с. (*Здобувачем проведено селекційні дослідження, збір та обробку експериментальних даних*).
65. Свідоцтво про авторство на сорт рослин № 130503, заявка № 09007020. Пшениця м'яка озима сорт «Носіпа 100» / [Т. З. Москалець, В. В. Москалець, В. І. Москалець, Н. М. Буняк, Ю. М. Піка, М. О. Сардак, О. О. Іщенко]. – 2016. – 1 с. (*Здобувачем проведено селекційні дослідження, збір та обробку експериментальних даних*).

Москалець Т. З. Механізми формування та прояву еколого-адаптивних властивостей представників триби *Triticeae* за різних чинників навколишнього середовища. – Рукопис.

Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора біологічних наук за спеціальністю 03.00.16 – екологія. – Дніпропетровський національний університет імені Олеся Гончара. – Дніпро, 2017.

Дисертація присвячена дослідженню особливостей формування і прояву біопотенціалу представників триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності в умовах Полісся й Лісостепу. Структурно-функціональна організація рослинних організмів, їх популяцій та угруповань під впливом чинників навколишнього середовища обумовлює формування багаторівневої системи пристосувальних реакцій, проявом яких на різних рівнях інтеграції (зокрема, субклітинному: молекулярному, генетичному; аутоекологічному; популяційно-видовому; біоценотичному; екосистемному) є критерії адаптивних властивостей (маркери й маркерні ознаки), зумовлених пристосувальними механізмами: функціональної стійкості, морфологічної толерантності, онтогенетичного ухилення, екологічної пластичності, комплементарної адитивності, конкурентоспроможності, фотоперіодичної чутливості та генетичної гетерогенності.

На основі системно-цільового підходу, що ґрунтується на біоцентричних засадах, розроблено інформаційну модель реалізації біопотенціалу рослин триби *Triticeae* за критеріями механізмів адаптивності, важливих під час добору цінних форм у селекційному процесі.

Ключові слова: представники триби *Triticeae*, еколого-адаптивні властивості, чинники навколишнього середовища, критерії механізмів адаптивності, життєвість-життєздатність, управління життєвим станом.

Москалец Т.З. Механизмы формирования и проявления эколого-адаптивных свойств представителей трибы *Triticeae* при разных факторах окружающей среды. – Рукопись.

Диссертация на соискание ученой степени доктора биологических наук по специальности 03.00.16 – экология. – Днепропетровский национальный университет имени Олеся Гончара. – Днепр, 2017.

В диссертационной работе впервые представлено теоретическое обоснование и решение научной проблемы по выяснению механизмов адаптивности представителей трибы *Triticeae* в условиях Полесья и Лесостепи, а также показаны способы управления их жизненностью. Структурно-функциональная организация растительных организмов, их популяций и сообществ под влиянием факторов окружающей среды обуславливает формирование многоуровневой системы приспособительных реакций, проявлением которых на разных уровнях интеграции (в частности, субклеточном: молекулярном, генетическом; аутоэкологическом; популяционно-видовом; биоценотическом; экосистемном) являются маркерные признаки приспособительных свойств, обусловленных механизмами: функциональной устойчивости, морфологической толерантности, онтогенетического уклонения, фотопериодической чувствительности, экологической пластичности, комплементарной аддитивности, конкурентоспособности и генетической гетерогенности. Растения трибы *Triticeae* за онтогенетическими особенностями и архитектоникой различаются по типу развития и разделяются на: интенсивные, умеренно интенсивные, умеренно экстенсивные. По стратегиям адаптивности (жизненности) растения отличаются высоким, умеренно высоким и средним виталитетом. Способность растений сортов и линий поддерживать высокий адаптивный потенциал и продуктивность семян при стрессовых факторах окружающей среды обеспечивается мультивариантностью фенетических маркеров и является проявлением механизма генетической гетерогенности, обуславливающим высокую экологическую пластичность *S. cereale*, *T. trispecies* и некоторых сортов и линий *T. aestivum* (Ариивка, Л 3-95, Ювивата 60, Л 4639/96).

Независимо от виталитетной принадлежности, экологическое испытание новых растительных форм трибы *Triticeae* увеличивает на 4–9 суток в условиях Полесья продолжительность фенологических фаз и вегетационного периода, а в Лесостепи – наоборот, на 5–7 суток их продолжительность уменьшается. Впервые предложено растительные формы трибы *Triticeae* за потенциальной экологической валентностью ранжировать на группы по зимо-, морозо- и засухоустойчивости. По устойчивости к засухе растения разделяются на: ксерофитный и мезофитный типы развития, первый из которых составляют высоко- и устойчивые по потенциальной засухоустойчивости растительные формы с интенсивной антоциановой окраской колеоптиля; опушенностью и сизой окраской стебля, колоса, листьев; длиной остей 8–10 см и более; эректоидным положением флагового листа; укороченным верхним междоузлем (2,5–4 см), мощной корневой системой в фазе кущения; коричневой окраской зерна; высоким приростом сухой биомассы; $H/L \geq 14,0$; повышенным содержанием общего белка $\geq 13,5$ %; наличием аллелей генов *DREB A1*, *B1*, *D1*; *Gli-6B2*, *6D2*, *6D3*; *Glu-D1*, *D2*; *Wx-A1a*, *A1e*, *B1a*, *B1e*. Биотипы

ксерофитного типа развития, в отличие от мезофитного, проявляют высокую способность мобилизовать адаптационные возможности к почвенно-воздушной засухе, что отражается в более низкой антиоксидантной каталазной (1,9–2,3 у.е.) и пероксидазной (1,3–2,0 у.е.) активностях. Критериями морозо- и зимостойкости растительных форм являются: накопление высокого содержания общих сахаров в узле кущения ($> 25\%$ для *T. aestivum* и *S. cereale*, $> 35\%$ для *T. trispecies*) и экономный расход их (6–8 %) в течение осеннего и зимнего периодов. Экзогенным проявлением высокого уровня адаптивности растительных организмов к различным стрессовым условиям зимнего периода является морфофизиологические механизмы, в частности, слабая дифференциация точки роста осенью, а весной – позднее возобновление весенней вегетации, что характеризует их как высоко фотопериодически чувствительные. Между представителями трибы *Triticeae* и видами-консортами формируются биоценотические связи, признаками которых есть функциональная устойчивость, морфологическая толерантность и онтогенетическое отклонение, связанных с структурно-функциональными параметрами растительных популяций. Отмечено проявление аддитивного эффекта в системе «растения трибы *Triticeae*–интродуцированные микроорганизмы», что проявляется в увеличении продуктивности семян. По продуктивности семян новые линии и сорта дифференцированы на стабильные, узко- и широкоадаптивные, последние из которых характеризуются широким диапазоном экологической валентности (имеют высокую и среднюю вариабельность и гомеостатичность, вариация стабильности близка к нулю, а коэффициент экологической пластичности более единицы), на основании чего выделено лесостепной, полесский и полесско-лесостепной экотипы сортов и линий трибы *Triticeae*.

Наивысшую оценку успешности экологического испытания растений в условиях Полесья и Лесостепи по показателям устойчивости и адаптивности имеют те, обобщенный показатель «желательности» которых $\geq 0,80$, что соответствует «отличному» состоянию в соответствии с шкалой «желательности». На основе системно-целевого подхода, опирающегося на биоцентрические принципы, разработана информационная модель реализации биопотенциала растений трибы *Triticeae* по критериям механизмов адаптивности. Модель является основой управления, прогнозирования функциональных и производственных процессов генетического разнообразия растений при их интродукции. Критерии механизмов адаптивности также являются важными инструментариями во время отбора ценных форм в селекционном процессе. По критериям механизмов адаптивности созданы эколого-адаптивные сорта и линии *T. aestivum* и *T. trispecies* лесостепного и полесского экотипов, из которых 9 занесены в Генетический банк растений Украины, а Ювивата 60 – в Государственный Реестр растений Украины.

Ключевые слова: представители трибы *Triticeae*, эколого-адаптивные свойства, факторы окружающей среды, критерии механизмов адаптивности, жизнеспособность-жизнеспособность, управление жизненным состоянием.

Moskalets T. Z. The mechanisms of formation and manifestation of ecology-adaptive properties of representatives of the tribe *Triticeae* under different environmental factors. – Manuscript.

Dissertation for a degree of Doctor of Biological Sciences by speciality 03.00.16. – Ecology. – Oles Honchar Dnipropetrovsk National University. – Dnipro, 2017.

The thesis is devoted to features of formation and manifestation of biopotential representatives of the tribe *Triticeae* by the criteria of mechanisms of adaptability in terms of Polissia and Forest-Steppe. Structural and functional organization of plant organisms, their populations and communities influenced by environmental factors causes the formation of multi-level adaptive reactions, which a manifestation at different levels of integration (including the subcellular: molecular, genetic; idioecological; population-species; biocenotical; ecosystem) are marker features adaptive properties caused by the mechanisms of adaptability, functional stability, morphological tolerance, ontogenetic evasion, ecological plasticity, photoperiodic sensitivity, complementary of additivity, competitiveness and genetic heterogeneity. Based on the systematic targeted approach on biocentric based is developed the information model implementation of biopotential of plants tribe *Triticeae* by criteria for the creation and display of the mechanisms of adaptability. This model is the basis of creating, managing and forecasting functional and production processes of the genetic diversity. Criteria of mechanisms adaptability are also important toolkits during the screening of forms in the selection process.

Key words: representatives of the tribe *Triticeae*, ecological and adaptive characteristics, environmental factors, criteria of adaptive mechanisms, vital-vitability, vital state management.