

РІД *AEGILOPS* ЯК ДЖЕРЕЛО ОЗНАК СТІЙКОСТІ ПРОТИ ОСНОВНИХ ЗБУДНИКІВ ЛИСТКОВИХ ХВОРОБ ДЛЯ СЕЛЕКЦІЇ ПШЕНИЦІ М'ЯКОЇ ОЗИМОЇ

І. В. ШПАКОВИЧ, аспірант, <https://orcid.org/0000-0003-2595-4620>

E-mail: i.shpakovich@nubip.edu.ua

Г. М. КОВАЛИШИНА, доктор сільськогосподарських наук, професор?

<https://orsid.org/0000-0002-2715-7679>

E-mail: hkovalyshyna@gmail.com

Національний університет біоресурсів і природокористування України

[https://doi.org/10.31548/dopovid.2\(108\).2024.010](https://doi.org/10.31548/dopovid.2(108).2024.010)

Анотація. У статті наведено результати досліджень зі стійкості проти збудників листкових хвороб окремих видів роду *Aegilops* та амфідиплоїдів, батьківськими формами яких є роди *Aegilops* та *Triticum*. Проведено порівняння рослин роду *Aegilops* та виду *Triticum aestivum* за стійкістю проти ураження збудниками борошнистої роси, септоріозу листя та бурої іржі. Дослідження проведено в 2021/2022–2022/2023 вегетаційних роках у колекційному розсаднику ННЦ «Інститут землеробства НААН України». Оцінку стійкості проводили за загальноприйнятими методиками з розрахунками коефіцієнту суттєвості відхилення показників стійкості. У результаті виявлено, що деякі види та амфідиплоїди проявили вищу стійкість порівняно з *T. aestivum*, що свідчить про потенціал роду *Aegilops* у покращенні генетичного різноманіття та стійкості пшениці м'якої проти уражень збудниками борошнистої роси, септоріозу листя та бурої іржі. Окремі види і амфідиплоїди визначено як перспективні джерела стійкості проти збудників досліджуваних хвороб, що може сприяти їх використанню у селекційних програмах для покращення урожайності та зменшення втрат від уражень збудниками листкових хвороб. Висновки дослідження відкривають нові можливості для селекційних програм у сільському господарстві та сприяють подальшим дослідженням у цьому напрямку.

Ключові слова: пшениця, висота рослин, куцистість, ураження, септоріоз листя, борошниста роса, бура іржа, коефіцієнт суттєвості відхилення

Актуальність. Використання роду *Aegilops*, як джерела ознак для підвищення адаптивних властивостей пшениці м'якої озимої, є актуальним і важливим напрямом досліджень у селекції рослин. За даними Р. Богуславського та О. Голик (2004), рід *Aegilops* є близьким родичем

пшениці і містить цінні гени для підвищення показників врожайності, стійкості до стресових умов навколишнього середовища та збудників хвороб, а також для адаптації до зміни клімату.

Основні аспекти актуальності використання в селекції роду *Aegilops*:

1. Генетичне різноманіття: *Aegilops* володіє широким спектром генетичного різноманіття (Terrell & Peterson, 1993; Zohary et al., 1962), що може бути використане для введення нових ознак у пшеницю таких як: стійкість проти хвороб, толерантність до стресів та покращення якості.

2. Стійкість проти хвороб і шкідників: деякі види *Aegilops* мають природну стійкість проти різних хвороб та шкідників (Моргун & Топчій, 2018), що може бути передано пшениці через гібридизацію (Gorash et al., 2014).

3. Стійкість до стресів середовища: *Aegilops* може бути пристосований до різних умов середовища, включаючи посуху, засолення ґрунтів та екстремальні температури (Pradhan et al., 2011)

4. Адаптація до зміни клімату: зміна клімату створює нові виклики для сільськогосподарського виробництва. *Aegilops* містить гени, які сприятимуть адаптації пшениці до нових кліматичних умов (Pradhan et al., 2011; Pradhan et al., 2012).

5. Підвищення врожайності і покращення якості: використання *Aegilops* може призвести до підвищення врожайності та покращення якості пшениці шляхом введення нових генетичних ознак (Kumar et al., 2019).

Загалом, використання роду *Aegilops* є важливим для покращення сучасних сортів пшениці, які будуть більш стійкими, продуктивнішими та адаптованими до змін у навколишньому середовищі.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Представники роду *Aegilops* є типовими для напівпустельних і гірсько-степових зон, де вони ростуть на сухих кам'янистих схилах, узбіччях доріг, зустрічаються в посівах зернових культур, біля лісів, у пустирях, на висотах від 500 до 2150 м (Haruntyunyan et al., 2010).

Aegilops нараховує близько 23 видів та походить із Канарських островів, від Середземноморського регіону до Центральної Азії (Saufferer, 2021). Г.С. Колюча (2016) зі співробітниками провели різнобічне дослідження малопоширених та дикорослих видів злаків і експериментально довели, що передача генетичної інформації від диких родичів пшениці підвищує толерантність та стійкість пшениці до посух (Ehdaie et al., 2003), високих температур (Pradhan, 2011), вирощування на засоленних (Dvořák et al., 1988) та заболочених (McDonald et al., 2001) ґрунтах.

Серед адаптивних властивостей роду *Aegilops* вирізняють наступні:

- стійкість до посухи та дії високих температур у період вегетації, що зумовлено здатністю швидко накопичувати осмотично-

Шпакович І. В., Ковалишина Г. М.

активні речовини (полісахариди та бетаїни), які допомагають рослинам витримувати дефіцит води за рахунок підвищення здатності поглинати вологу (Ehdaie et al., 2003; Pradhan et al., 2011);

- стійкість до холоду та морозу, що зумовлено здатністю виробляти специфічні білки, які захищають клітини від пошкодження низькими температурами;

- стійкість проти збудників хвороб та заселення шкідниками.

Рід *Aegilops* включає в себе наступні геноми: *C*, *D*, *M*, *S*, *U* та *Un*, з яких три (Власенко та інш., 2012), а за іншими джерелами два (Богуславський & Голик, 2004) були донорами для поліплоїдних пшениць. Як і рід *Triticum*, рід *Aegilops* має свій поліплоїдний ряд – три групи плоїдності (Власенко, 2012). В природі дуже часто зустрічаються гібриди між егілопсами та пшеницею, житом, тритикале (Zohary et al., 1962). Встановлено, що більшість видів роду *Aegilops* мають озимий тип розвитку, виключенням є *Ae. speltoides* (Власенко та інш., 2012). Забарвлення зерна егілопсів змінюється від світло-коричневого до фіолетового (Власенко та інш., 2012).

Стебло в різних видів може бути прямостоячим, колінчастим або розлогим. Висота рослин становить 14–80 см. Колос у всіх видів *Aegilops* однорядний та складається з 2–13 колосків. Колосок містить від двох до

семи квіток. Верхівковий колосок часто безплідний (Saufferer, 2021).

Triticum aestivum L. ($2n = 42$) гексаплоїдний вид пшениці з геномом ABD має крупний рихлий колос із багатоквітковими колосками. Кожен колосок містить від двох до п'яти квіток, з яких можна отримати до 4 зерен. Зерно має добре виражений чубчик (Рябчун та ін., 2010). Зародок становить 1/3 – 1/4 довжини зернівки (Terrell & Peterson, 1993).

Геном *D* (успадкований пшеницею від виду *Ae. squarrosa*) має важливе значення для еволюції пшениці, адже завдяки йому гексаплоїдні види культури можуть формувати клейковину високої якості, мають високу зимостійкість, але водночас сприйнятливі до багатьох хвороб (Животков та інш., 1989). Проте деякі науковці зазначають, що при вивченні тетраплоїдних видів не виявлено таких, які б мали слабку реакцію до фотоперіоду. Таким чином дані види не підходять для проведення гібридизації з видами *Ae. squarrosa* для експериментального отримання гексаплоїдних пшениць (Власенко та інш., 2012).

Aegilops umbellulata Zhuk. var. *tuluni* Gandil. Et Harut. характеризується наявністю чорних колосків (Harutyunyan et al., 2010). Є чудовим джерелом стійкості проти ураження збудниками хвороб пшениці.

Aegilops biuncialis Vis. має два різновиди: *vulgaris* Zhuk. та *velutina* Zhuk, які відрізняються за кольором, довжиною остюків та опушенням. Вид є носієм геному С, що зумовлює стійкість проти бурої іржі. Поширений у Центральній Азії, Європі та Північній Африці (Harutyunyan et al., 2010).

Aegilops cylindrical Host, містить геном CD, $2n = 28$. Вид поширений від Центральної Європи та Середземноморського регіону до Центральної Азії, є адвентивним у Північній Америці. Зернівки довжиною 5,5–8,5 мм, ланцетні або вузькоеліптичні, бічних хребтів не мають. Борозенка на зернівці не глибока. Кожен колосок має дві квітки, з яких може утворитися 2 зернівки. Зернівки в колоску відрізняються за розміром та формою. Зародок становить $1/3 - 1/5$ частину довжини зернівки (Terrell, & Peterson, 1993). Вид поширений у країнах Центральної Азії та Східної Європи. Здебільшого вважається звичайним бур'яном.

Aegilops triuncialis Linnaeus (*Triticum triunciale* (Linnaeus) Raspail (Геном CU; $2n = 28$). Вид поширений від Середземноморського регіону до Центральної Азії. Довжина зернівки становить 6,5–8,5 мм. Зернівки ланцетовидні або вузькоеліптичні. Глибина борозенки на зернівці може бути дрібною або середньою. Чубчик на зернівці щільний, з довгими та середніми ворсинками. Зародок

становить $1/3 - 1/4$ частину довжини зернівки (Terrell, & Peterson, 1993). На відміну від інших представників роду *Aegilops* даний вид схильний до ураження збудником *Ustilago passerinii* Fisch., проте у фітоценозах зустрічаються і стійкі рослини. Такі рослини можуть бути використані для отримання стійких сортів пшениці. Вид має поширення від Центральної Азії до Європи та через Середземне море до Північної Африки (Harutyunyan et al., 2010).

Нещодавні дослідження Pradhan та інших науковців засвідчують, що *Aegilops speltoides* має гени стійкості до дії високих температур у період цвітіння та наливу зерна (Pradhan et al., 2011; Pradhan, 2011), а тому може бути використаний для підвищення показника толерантності пшениці до даного чинника.

Aegilops tauschii Coss. Harutyunyan та інші вважають донором генома D гексаплоїдної пшениці. Поширений у Центральній та Західній Азії (Harutyunyan et al., 2010). Висота рослин сягає 20–45 см. Колос містить 6–13 колосків та є ламким. Остюки на нижніх колосках коротші, ніж на верхніх. Зернівки мають довжину 5–6 см (Saufere, 2021). Вид містить ген стійкості проти борошнистої роси *Pm2* (Моргун & Топчій, 2018).

Г.С. Колюча та інші (2016), в результаті досліджень виділили кращі лінії пшениці м'якої озимої, що мали комплексну стійкість проти хвороб.

Шпакович І. В., Ковалишина Г. М.

Лінії отримані внаслідок схрещування з видами: амфідиплоїдами ПЕАГ (AD *T. dicoccum* / *Ae. tauschii*), AD 221-4 (*T. persicum* / *Ae. tauschii*), AS 7 (*T. durum* / *Ae. tauschii*) (Колюча та інші, 2016).

Покращені показники якості пшениці м'якої озимої мали лінії отримані після схрещування з амфідиплоїдами ПЕАГ (AD *T. dicoccum* / *Ae. tauschii*), AS 7 (*T. durum* / *Ae. tauschii*), формою Авротика та видом *Ae. cylindrica* (Колюча та інші, 2016).

Амфідиплоїд Авротика (ААВВТТ) одержали в результаті схрещування пшениці м'якої озимої сорту Аврора з диплоїдним видом *Ae. mutica* (Молоцький та інш., 2006). В результаті подальших беккросувань були отримані лінії з високим рівнем стійкості проти збудників бурої іржі та борошнистої роси (Молоцький та інш., 2006).

Науковці все частіше вдаються до віддаленої гібридизації між пшеницею і спорідненими з нею видами та родами для створення стійких форм до декількох збудників хвороб (Моргун & Топчій, 2018). Так, донорами комплексної стійкості проти іржі (бурої, стеблової), борошнистої роси, септоріозу листя, твердої сажки та фузаріозу колосу, для гексаплоїдної пшениці в результаті експериментальних досліджень, було визначено *Aegilops cylindrica* та *Aegilops variabilis* (Gorash et al., 2014; Hollins et al.,

1988). На основі таких схрещувань отримано лінії з високою комплексною стійкістю проти збудників септоріозу та борошнистої роси з генами стійкості від *Aegilops cylindrical* – UK 9879, UK 9880, UK 9882, та середньою стійкістю з генами від *Aegilops taushii* – UK 9935, UK 9937, UK 9941, UK 9943. За результатами досліджень вчених найефективніші гени стійкості проти збудника бурої іржі були інтрогресовані в пшеницю від *Aegilops umbellulata* (Моргун & Топчій, 2018).

У результаті схрещування *Ae. squarrosa* з *T. Aestivum* одержали міжвидовий гібрид, з якого шляхом доборів отримали сорт пшениці Славутич, який має підвищену стійкість до холоду та дозволяє витримувати дію низьких температур у період вегетації. Сорт пшениці Дончак, що характеризується підвищеною стійкістю до посухи і придатний для вирощування у зонах недостатнього зволоження, був отриманий на основі міжвидового гібриду *Ae. speltoides* × *T. aestivum* (Моргун & Топчій, 2018).

Мета полягала у вивченні окремих видів роду *Aegilops* за морфологічними ознаками та виділенні серед них джерел із високими показниками стійкості проти збудників листових хвороб для селекції пшениці м'якої озимої.

Матеріали і методи. Дослідження проводили в 2021/2022 –

Шпакович І. В., Ковалишина Г. М.

2022/2023 вегетаційних роках у колекційному розсаднику ННЦ «Інститут землеробства НААН» в смт. Чабани. Досліджували 6 видів роду *Aegilops* та 5 амфідиплоїдів, одержаних у результаті міжродових схрещувань між *Triticum* та *Aegilops*.

Попередником у роки досліджень була гречка. Зразки висівали на однорядкових ділянках довжиною 1,0 м, відстань між рядками 20,0 см. Сівбу проводили колосками.

Стійкість проти ураження збудниками хвороб визначали за зальноприйнятною методикою (Трибель та інш., 2010). Ступінь ураження виду *Triticum aestivum* збудниками листових хвороб визначали за середнім показником ураження рослин пшениці м'якої озимої.

Висоту рослин визначали за довжиною головного стебла від поверхні землі до місця кріплення верхнього колоска (Андрющенко та інш., 2003).

Відхилення (K_c) показників стійкості проти збудників листових хвороб на видах *Aegilops* від показників *Triticum aestivum* розраховували за відношенням різниці між площею ураженої поверхні досліджуваного виду та *T. aestivum* до середнього квадратичного відхилення. Таким чином:

- якщо K_c знаходиться в межах від -1,0 до 1,0, то одержані показники ураження рослин виду *Aegilops* не

суттєво відрізняють від показників виду *T. aestivum*, тобто даний вид не варто рекомендувати в якості джерела стійкості проти досліджуваного збудника;

- якщо $K_c > 1,0$, то вид є більш сприйнятливим до ураження збудником досліджуваної хвороби, ніж вид *T. aestivum*, тобто сорт не можна рекомендувати в якості джерела стійкості проти досліджуваного збудника;

- якщо $K_c < -1,0$, то вид має вищі показники стійкості проти ураження збудниками досліджуваних хвороб, ніж вид *T. aestivum*, тобто даний вид можна розглядати в якості джерела досліджуваної ознаки.

Результати. Рослини дикорослої форми *Aegilops umbellulata* формували розлогі кущі, висота яких у період досліджень становила 38,4 см (табл. 1). Продуктивна кущистість – 8,8 шт. Колос, завдовжки 2,6 см, містив у середньому 4,1 колосок. У роки досліджень не спостерігали ураження збудниками борошнистої роси, септоріозу листя чи бурої іржі (рис. 2). Тому вид цілком можна вважати джерелом групової стійкості проти збудників досліджуваних хвороб. Після досягнення колосом повної стиглості, на його поверхні спостерігали значне ураження сапрофітними грибами (рис. 1 (1)), чому сприяла дощова погода у цей період.



Рис. 1. Дикорослі види роду *Aegilops*: 1 – *Aegilops umbellulata*, 2 – *Aegilops tauschii*, 3 – *Aegilops tetratauschii*, 4 – *Aegilops cylindrical*, 5 – *Aegilops biuncialis*, 6 – Амфідиплоїд Міоза (*T. durum/Aegilops comost*) Джерело (Шпакович & Ковалишина, 2023)

1. Висота і морфологічні параметри видів роду *Aegilops* та деяких амфідиплоїдів за досліджуваний період (2022-2023 рр.)

№	Зразок	Висота рослин, см	Кущистість, шт	Довжина колоса, см	Кількість колосків, шт
1	<i>Aegilops umbellulata</i>	38,4 ^e	8,8 ^c	2,6 ^f	4,1 ^e
2	<i>Aegilops tauschii</i>	38,1 ^e	2,8 ^g	8,2 ^d	8,3 ^d
3	<i>Aegilops tetratauschii</i>	42,2 ^e	3,1 ^{eg}	9,6 ^c	9,5 ^d
4	<i>Aegilops triaristata</i>	22,2 ^f	10,3 ^b	2,8 ^f	4,1 ^e
5	<i>Aegilops cylindrica</i>	67,8 ^c	2,2 ^g	8,0 ^d	8,3 ^d
6	<i>Aegilops biuncialis</i>	45,4 ^e	13,1 ^a	5,4 ^e	4,1 ^e
7	Амфідиплоїд Міоза (<i>T. durum/Aegilops comost</i>)	97,2 ^{bc}	2,9 ^f	7,8 ^d	14,4 ^c
8	Амфідиплоїд, <i>Triticum x palmovae</i> різновид <i>T. boeoticum-Ae. tauschii</i>	88,8 ^c	3,9 ^{df}	13,5 ^b	15,8 ^c
9	Амфідиплоїд, Рустамова AZE	71,6 ^d	4,1 ^{de}	8,0 ^d	17,9 ^b
10	Амфідиплоїд, Авротика, <i>Amblyopyrum mutica</i>	113,6 ^a	3,0 ^f	15,8 ^a	24,2 ^a
11	Амфідиплоїд, <i>T. durum</i> Українака одеська - <i>Aegilops tauschii</i> (392)	104,2 ^{ab}	4,5 ^d	8,7 ^{cd}	17,9 ^b

*Примітка: Літери в стовпцях позначають істотну різницю між показниками за 5 %²⁰ рівня значущості.

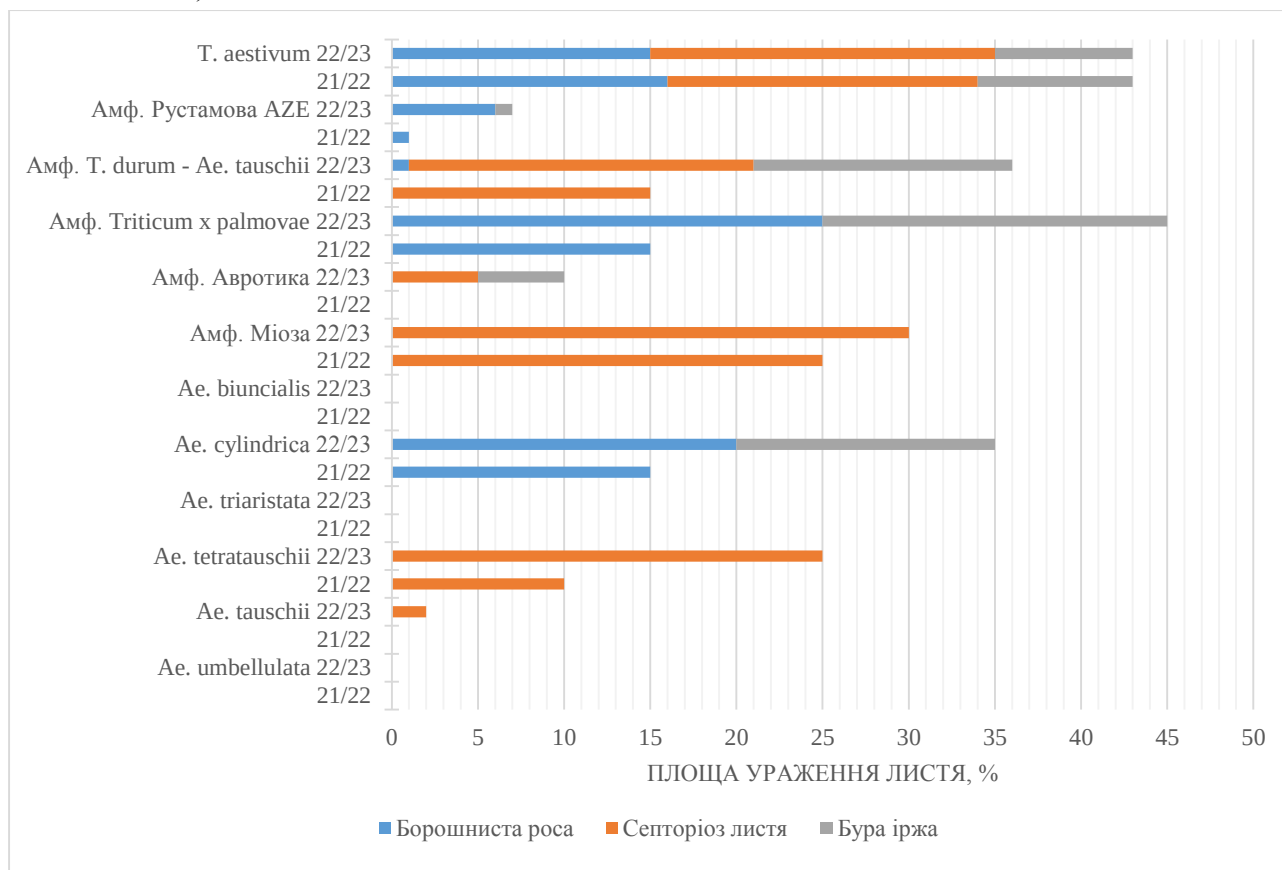


Рис. 2. Ураження видів роду *Aegilops* збудниками листкових хвороб у 2021/2022 – 2022/2023 рр.

Погодні умови у 2022/2023 вегетаційному році були сприятливішими для розвитку досліджуваних збудників хвороб, ніж у попередньому вегетаційному році (рис. 2).

Протягом років досліджень на рослинах *Aegilops tauschii* не було виявлено уражень збудниками борошнистої роси та бурої іржі (рис. 2). У 2023 р. зафіксовано ураження збудниками септоріозу листя (2,0 %), проте з суттєво нижчими показниками, ніж у стандарту *T. aestivum* (табл. 2). Середня висота рослин становила 38,1 см, а куцистість – 2,8 шт. Довжина колосу складала 8,2 см із середнім числом колосків у кожному колосі – 8,3 шт.

(табл. 1). Після повного досягання колос стає дуже ламким, розсипаючись на окремі колоски (рис. 1 (2), рис. 3 (ліворуч)).

На рослинах дикорослої форми *Aegilops tetratauschii* не відмічено уражень збудниками борошнистої роси та бурої іржі (табл. 1), проте у обидва роки спостерігали ураження збудником септоріозу листя (у 2022 р. – 10,0 %, у 2023 р. – 25,0 %). Показники ураження листової поверхні (рис. 2) не значно відрізнялися від стандарту *T. aestivum* (табл. 2). Рослини мали розлогий кущ із куцистістю 3,1 стебел і були схильні до вилягання (табл. 2). Також, як і *Ae. tauschii*, вони мали ламкий колос (рис. 1 (3), рис. 3 (праворуч)).

2. Відхилення (Кс) показників стійкості проти збудників листкових хвороб на видах *Aegilops* від показників *Triticum aestivum* (2022-2023 рр.)

№	Зразок	Борошниста роса	Септоріоз листя	Бура іржа
1	<i>Ae. umbellulata</i>	-2,07	-1,92	-2,21
2	<i>Ae. tauschii</i>	-2,07	-1,82	-2,21
3	<i>Ae. tetratauschii</i>	-2,07	-0,15	-2,21
4	<i>Ae. triaristata</i>	-2,07	-1,92	-2,21
5	<i>Ae. cylindrica</i>	0,27	-1,92	-0,26
6	<i>Ae. biuncialis</i>	-2,07	-1,92	-2,21
7	Амф. Міоза	-2,07	0,86	-2,21
8	Амф. Авротика	-2,07	-1,67	-1,56
9	Амф. <i>Triticum x palmovae</i>	0,60	-1,92	0,39
10	Амф. Українака одеська/ <i>Ae. tauschii</i>	-2,00	-0,15	-0,26
11	Амф. Рустамова AZE	-1,60	-1,92	-2,08



*Джерело власних досліджень

Рис. 3. Ліворуч *Aegilops tauschii* ($2n=14$), праворуч *Aegilops tetratauschii* (аутотетраплоїд, $2n=28$).

Рослини виду *Aegilops triaristata* (рис. 4) мали висоту 22,2 см. Протягом періоду досліджень не відмічено уражень збудниками листкових хвороб (див. табл. 1).

Середня куцистість рослин складала 10,3 стебел. Колос був завдовжки 2,8 см із кількістю колосків 4,1 шт. (табл. 1).

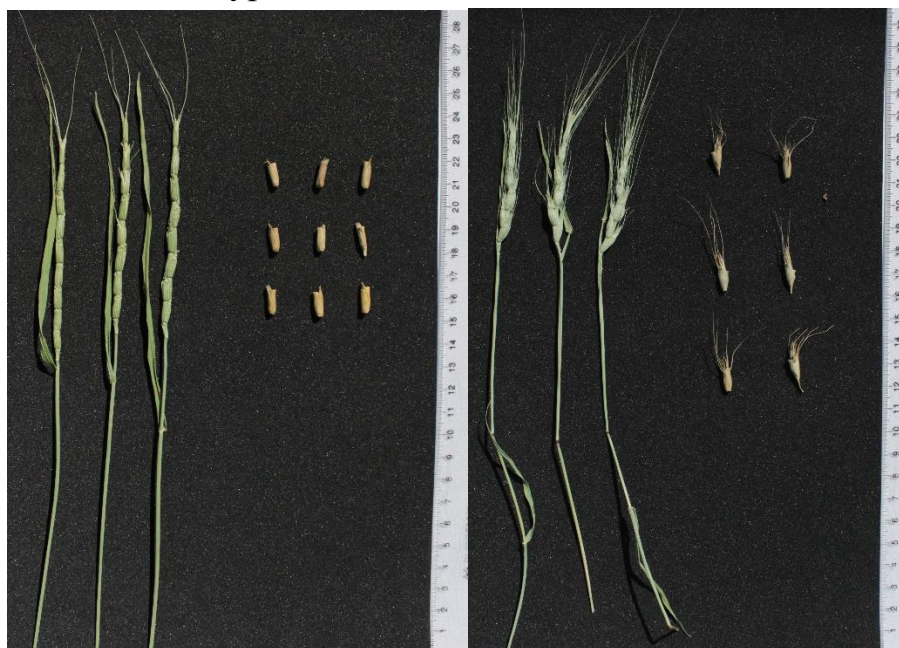


*Джерело власних досліджень

Рис. 4. *Aegilops tiaristata*. Ліворуч колос, праворуч зернівки.

У роки досліджень на рослинах виду *Aegilops cylindrica* (рис. 2) не відмічено ураження збудниками септоріозу листя. В обидва роки спостерігали ураження збудниками борошнистої роси (15,0 і 20,0 %, відповідно). У 2023 р. відмітили, що рослини цього виду були помірно сприйнятливими до ураження

збудником бурої іржі. *Ae. cylindrica* має дуже ламкий колос після повного досягання – розсипається на колоски (рис. 1 (4), рис. 5 (ліворуч)). Серед досліджуваних зразків виду *Aegilops* він є найвищим – 67,8 см (табл. 1). Колос довжиною 8,0 см містить в середньому 8,3 колоски.



*Джерело власних досліджень

Рис. 5. Ліворуч *Aegilops cylindrica*, праворуч *Aegilops biuncialis*.

На рослинах виду *Aegilops biuncialis* (рис. 1 (5), рис. 5 (праворуч) та рис. 6 (ліворуч)) у роки досліджень не спостерігали ураження збудниками листових хвороб (рис.

2). Для рослин, висотою в середньому 45,4 см, характерний розлогий кущ (табл. 1). Продуктивна кущистість – 13,1 шт. У колосі, довжиною 5,4 см, в середньому міститься 4,1 колоски.



*Джерело власних досліджень

Рис. 6. Ліворуч *Aegilops biuncialis*, праворуч Амфідиплоїд Міоза.

На рослинах амфідиплоїду Міоза (*T. durum/Aegilops comost*) (рис. 1 (6), рис. 6 (праворуч)) у роки досліджень не виявлено ураження борошнистою росою та бурю іржею, проте вид проявив середню стійкість проти ураження збудниками септоріозу листя (рис. 2). Кущ, висотою 97,2 см, формує 2,9 продуктивних стебел. Колос, довжиною 7,8 см, в середньому містить 14,4 колоски.

Рослини амфідиплоїду *Triticum palmovae* різновиду *T.boeoticum-Ae. tauschii* (рис. 7) мають середню висоту 88,8 см із куцистістю 3,9 шт. (табл. 1). Колос, довжиною 13,5 см, в середньому містить 15,8 колосків. У роки досліджень рослини цього вид проявили стійкість проти септоріозу листя, а в порівнянні з *T. aestivum* проявили не суттєву відмінність за стійкістю проти борошнистої роси та бурі іржі (рис. 2, табл. 2).



*Джерело власних досліджень

Рис. 7. Амфідиплоїд *T. boeoticum* / *Ae. tauschii*.

Рослини амфідиплоїду Рустамова AZE мають висоту 71,6 см, кущистість – 4,1 шт. (табл. 1). Колос, довжиною 8,0 см, містить в середньому 17,9 колосків. У роки досліджень на рослинах виду не спостережали ураження збудником септоріозу листя, проте в обидва роки на рослинах відмітили незначне ураження борошнистою росою, а в 2023 р. – незначні прояви бурої іржі. З огляду на показник коефіцієнту відхилення відсотку ураження листової поверхні виду *Aegilops* від виду *T. aestivum* перший може

слугувати джерелом стійкості для другого (табл. 2).

Рослини амфідиплоїду *T. durum* Українака одеська - *Aegilops tauschii* (рис. 8), висотою 104,2 см, сформували продуктивну кущистість на рівні 4,5 шт. Колос, довжиною 8,7 см, складався із 17,9 колосків (табл. 1). У роки досліджень на рослинах спостерігали ураження збудниками септоріозу листя та бурої іржі, які не мали суттєвої різниці з показниками на *T. aestivum* (табл. 2). У 2023 р. на рослинах спостерігали не значне ураження збудником борошнистої роси (рис. 2).



*Джерело власних досліджень

Рис. 8. Амфідиплоїд *T. durum* (Українка одеська) / *Aegilops tauschii*.

Рослини амфідиплоїду Авротики (*Amblyopyrum mutica*) виявилися найвищими серед досліджуваних зразків (113,6 см), в середньому з 3,0 продуктивними стеблами. Колос, довжиною 15,8 см, складався з 24,2 колосків. У 2022 р. на рослинах виду не спостерігали ураження збудниками хвороб. У 2023 р. відмічено незначне ураження збудниками септоріозу листя та бурої іржі (рис. 2), що суттєво нижче за показники на *T. aestivum* (рис. 2, табл. 2).

Висновки і перспективи.

У результаті аналізу літературних джерел можна стверджувати про високу ефективність використання роду *Aegilops* з метою розширення генетичного різноманіття пшениці. Дані, отримані в 2021/2022 – 2022/2023 вегетаційних роках підтверджують високі показники стійкості проти хвороб у

Список використаних джерел

1. Bertley A. Broken bread – avert global wheat crisis caused by invasion of

представників роду *Aegilops* у порівнянні зі стандартом *T. aestivum*.

Аналіз розрахунків коефіцієнтів суттєвості відхилення показників стійкості проти збудників листових хвороб на видах *Aegilops* від показників *Triticum aestivum* свідчить:

- джерелами стійкості проти збудників трьох досліджуваних хвороб можуть бути: *Ae. umbellulata*, *Ae. tauschii*, *Ae. biuncialis*, амфідиплоїди Авротики та Рустимова AZE;

- джерелами стійкості проти збудників борошнистої роси та бурої іржі можуть бути *Ae. tetratauschii* та амфідиплоїд Міоза;

- джерелом стійкості проти збудника борошнистої роси може бути амфідиплоїд Українка одеська/*Ae. tauschii*;

- джерелом стійкості проти збудника септоріозу листя можуть бути *Ae. cylindrica* та амфідиплоїд *Triticum x palmovae*.

Ukraine. Nature. 2022. Vol. 603. P. 551. doi:10.1038/d41586-022-00789-x.

2. Dvořák J., Edge M., Ross K.. On the evolution of the adaptation of *Lophopyrum*

elongatum to growth in saline environments. Proceedings of the National Academy of Sciences. 1988. Vol. 85. No. 11. P. 3805-3809. doi:<https://doi.org/10.1073/pnas.85.11.3805>

3. Ehdaie B., Whitkus R. W., Waines J. G. Root biomass, water- use efficiency, and performance of wheat-rye translocations of chromosomes 1 and 2 in spring bread wheat 'Pavon'. Crop Science. 2003. Vol. 42. No. 2. P. 710-717. doi: 10.2135/cropsci2003.7100.

4. Gorash A., Galaev A., Babayants O., Babayants L. Leaf rust resistance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines derived from interspecific crosses. Zemdirbyste-Agriculture. 2014. Vol. 101. No. 3. P. 295-302. doi: 10.13080/z-a.2014.101.038.

5. Haruntyunyan M., Dulloo M. E., Yeritsyan N., Danielyan A. Red List assessment of nine *Aegilops* species in Armenia. Genetic Resources and Crop Evolution. 2010. Vol. 57. No. 8. P. 1177-1189. doi: 10.1007/s10722-010-9558-4.

6. Hollins T. W., Lockley K. D., Blackman J. A., Scott P. R., Bingham J. Field performance of Rendezvous, a wheat cultivar with resistance to eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) derived from *Aegilops ventricosa*. Plant Pathology. 1988. Vol. 37. No. 2. P. 251-260. doi: 10.1111/j.1365-3059.1988.tb02070.x.

7. Kumar A., Kapoor P., Chunduri V., Sharma S., Garg M. Potential of *Aegilops* sp. for improvement of grain processing and nutritional quality in wheat (*Triticum aestivum*). Frontiers in Plant Science. 2019. Vol. 10. doi:10.3389/fpls.2019.00308

8. McDonald M. P., Galwey N. W., Ellneshog- Staam P., Colmer T. D. Evaluation of *Lophopyrum elongatum* as a source of genetic diversity to increase the waterlogging tolerance of hexaploid wheat (*Triticum aestivum*). New Phytologist. 2001. Vol. 151. No. 2. P. 369-380. doi:<https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2001.00183.x>

9. McIntosh R. A., Yamazaki Y., Dubcovsky J., Rogers J., Morris R., Appels R., Xia X. C. Catalogue of gene symbols for wheat: 2013 supplement. KOMUGI-Integrated Wheat Science Database. (April 2016) URL: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/gen>

macgene/2013/GeneCatalogueIntroduction.pdf.

10. Pradhan G. P. Effects of drought and/or high temperature stress on wild wheat relatives (*AEGILOPS* species) and synthetic wheats : dissertation. 2011. URL: <http://hdl.handle.net/2097/11980>

11. Pradhan G. P., Prasad P. V., Fritz A. K., Kirkham M. B., Gill B. S. Response of *Aegilops* species to drought stress during reproductive stages of development. Functional Plant Biology. 2011. Vol. 39. No. 1. P. 51-59. doi: 10.1071/fp11171.

12. Pradhan G. P., Prasad P. V., Fritz A. K., Kirkham M. B., Gill B. S. High Temperature Tolerance in *Aegilops* Species and Its Potential Transfer to Wheat. Crop Science. 2012. Vol. 52. No. 1. P. 292-304. doi: 10.2135/cropsci2011.04.0186.

13. Saufferer S. M. *Aegilops* / Eds. Clark L. G., Kellogg E. A. 2021. Vol. 24. URL: <http://floranorthamerica.org/Aegilops>

14. Terrell E. E., Peterson P. M. Caryopsis morphology and classification in the Triticeae (Pooideae: Poaceae). Washington : Smithsonian institution press, 1993. 25 p.

15. Zohary D., Feldman M. Hybridization Between Amphidiploids and the Evolution of Polyploids in the Wheat (*Aegilops-Triticum*) Group. Evolution. 1962. Vol. 16. No. 1. P. 44-61. doi: 10.2307/2406265

16. Андрющенко А. В., Бабік О. В., Богуславський Р. Л. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. 2003. Т. 2 (В. В. Волков, Ред.) Київ: Алефа.

17. Богуславский Р. Л., Голик О. В. Род *Aegilops* L. как генетический ресурс селекции. Харків: Богуславский РЛ, Голик ОВ., 2004. 236 с.

18. Власенко В. А., Кочмарський В. С., Колючий В. Т., Коломієць Л. А., Хоменко С. О., Солоня В. Й. Селекційна еволюція миронівських пшениць. Миронівка: Мирон. ін-т пшениці ім. В.Л. Ремесла, 2012. 325 с.

19. Колюча Г. С., Юрченко Т. В., Вологдіна Г. Б., Муха Т. І., Правдзіва І. В., Близнюк Б. В. Селекційна цінність матеріалу, створеного шляхом інтрогресивних схрещувань пшениці з

Шпакович І. В., Ковалишина Г. М.

малопоширеними і дикорослими видами злаків. Миронівський вісник. 2016. Т. 3, сс. 94-107.

URL:

<http://mvis.mip.com.ua/article/view/119184>

20. Молоцький М. Я., Васильківський С. П., Князюк В. І., Власенко В. А. Селекція і насінництво сільськогосподарських рослин. К.: Вища освіта, 2006. 192 с.

21. Моргун В. В., Топчий Т. В. Значення стійких сортів озимої пшениці, вивчення джерел і донорів стійкості до шкідників та основних збудників хвороб. Физиология растений и генетика. 2018. Т. 50. № 3. С. 218–240.

22. Пшеница / под ред. Л. А. Животкова; сост. А. К. Медведовский. Киев: Урожай, 1989. 320 с.

23. Рябчун Н. І., Єльніков М. І., Звягін А. Ф., Голік В. С., Голік О. В., Діденко С. Ю., Маркова Т. Ю. Спеціальна селекція і насінництво польових культур. (В. В. Кириченко, Ред.). Харків: Інститут рослинництва ім. В.Я. Юр'єва НААН України. 2010.

24. Трибель С. О., Гетьман М. В., Стригун О. О., Ковалишина Г. М., Андрющенко А. В. Методологія оцінювання стійкості сортів пшениці проти шкідників і збудників хвороб. Київ: Колобіг. 2010

25. Шпакович І.В., Ковалишина Г. М. Дикорослі види роду *Aegilops* як джерела цінних ознак для селекції пшениці озимої. Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції "Продовольча та екологічна безпека в умовах війни та повоєнної відбудови: виклики для України та світу", 2023. С. 123

References

1. Bentley, A. (2022). Broken bread — avert global wheat crisis caused by invasion of Ukraine. *Nature*(603), с. 551. doi:10.1038/d41586-022-00789-x

2. Dvořák, J., Edge, M., & Ross, K. (1988). On the evolution of the adaptation of *Lophopyrum elongatum* to growth in saline environments. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 85(11), 3805-3809. doi:https://doi.org/10.1073/pnas.85.11.3805

3. Ehdaie, B., Whitkus, R. W., & Waines, J. G. (2003). Root biomass, water- use efficiency, and performance of wheat-rye translocations of chromosomes 1 and 2 in

spring bread wheat 'Pavon'. *Crop Science*, 43(2), 710-717. doi:10.2135/cropsci2003.7100

4. Gorash, A., Galaev, A., Babayants, O., & Babayants, L. (2014). Leaf rust resistance of bread wheat (*Triticum aestivum* L.) lines derived from interspecific crosses. *Zemdirbyste-Agriculture*, 101(3), 295-302. doi:10.13080/z-a.2014.101.038

5. Harutyunyan, M., Dulloo, M. E., Yeritsyan, N., & Danielyan, A. (2010). Red List assessment of nine *Aegilops* species in Armenia. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57, 1177-1189. doi:10.1007/s10722-010-9558-4

6. Hollins, T. W., Lockley, K. D., Blackman, J. A., Scott, P. R., & Bingham, J. (1988). Field performance of Rendezvous, a wheat cultivar with resistance to eyespot (*Pseudocercospora herpotrichoides*) derived from *Aegilops ventricosa*. *Plant Pathology*, 37(2), 251-260. doi:10.1111/j.1365-3059.1988.tb02070.x

7. Kumar, A., Kapoor, P., Chunduri, V., Sharma, S., & Garg, M. (2019). Potential of *Aegilops* sp. for improvement of grain processing and nutritional quality in wheat (*Triticum aestivum*). *Frontiers in Plant Science*, 10. doi:10.3389/fpls.2019.00308

8. McDonald, M. P., Galwey, N. W., Ellnskog- Staam, P., & Colmer, T. D. (2001). Evaluation of *Lophopyrum elongatum* as a source of genetic diversity to increase the waterlogging tolerance of hexaploid wheat (*Triticum aestivum*). *New Phytologist*, 151(2), 369-380. doi:https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2001.00183.x

9. McIntosh, R. A., Yamazaki, Y., Dubcovsky, J., Rogers, J., Morris, R., Appels, R., & Xia, X. C. (2013). Catalogue of gene symbols for wheat. KOMUGI–Integrated Wheat Science Database. URL: <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/genes/macgene/2013/GeneCatalogueIntroduction.pdf>

10. Pradhan, G. P. (2011). Effects of drought and/or high temperature stress on wild wheat relatives (*AEGILOPS* species) and synthetic wheats : dissertation. URL: <http://hdl.handle.net/2097/11980>

11. Pradhan, G. P., Prasad, P. V., Fritz, A. K., Kirkham, M. B., & Gill, B. S. (2012). Response of *Aegilops* species to drought stress

Шпакович І. В., Ковалишина Г. М.

during reproductive stages of development. Functional Plant Biology, 39(1), 51-59. doi:10.1071/FP11171

12. Pradhan, G. P., Prasad, P. V., Fritz, A. K., Kirkham, M. B., & Gill, B. S. (2012). High temperature tolerance in Aegilops species and its potential transfer to wheat. Crop Science, 52(1), 292-304. doi:10.2135/cropsci2011.04.0186

13. Saufferer, S. M. (2021). Aegilops (T. 24). (L. G. Clark, & E. A. Kellogg, Ред.) URL: <http://floranorthamerica.org/Aegilops>

14. Terrell, E. E., & Peterson, P. M. (1993). Caryopsis morphology and classification in the Triticeae (Pooideae: Poaceae). Washington: Smithsonian institution press. URL: <https://repository.si.edu/bitstream/handle/10088/7028/scb-0083.pdf>

15. Zohary, Zohary, D., & Feldman, M. (1962). Hybridization between amphidiploids and the evolution of polyploids in the wheat (Aegilops-Triticum) group. Evolution, 44-61. doi:10.2307/2406265

16. Andriushchenko, A. V., Babik, O. V., Bohuslavskyi, R. L., & ta insh. (2003). Metodyka provedennia ekspertyzy ta derzhavnoho vyprobuвання сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур (Т. 2). (V. V. Volkov, Red.) Kyiv: Alefa.

17. Bohuslavskyi, R. L., & Holyk, O. V. (2004). Rod Aegilops L. kak henetycheskyi resurs selektsyy.

18. Vlasenko, V. A., Kochmarskyi, V. S., Koliuchy, V. T., Kolomiets, L. A., Khomenko, S. O., & Solona, V. Y. (2012). Seleksiina evoliutsiia myronivskykh pshenyts. Myronivka: Myronivskyi instytut pshenytsi im. V.L. Remesla.

19. Koliucha, H. S., Yurchenko, T. V., Volohdina, H. B., Mukha, T. I., Pravdziva, I. V., & Blyzniuk, B. V. (2016). Seleksiina

tsinnist materialu, stvorenoho shliakhom introhresyvnnykh skhreshchuvan pshenytsi z maloposhyrenymy i dykoroslymy vydamy zlakiv. Myronivskyi visnyk, 3, ss. 94-107. URL:

<http://mvis.mip.com.ua/article/view/119184>

20. Molotskyi, M. Ya., Vasylykivskyi, S. P., Kniazuk, V. I., & Vlasenko, V. A. (2006). Seleksiia i nasinnytstvo silskohospodarskykh roslyn. K.: Vyshcha osvita, 192.

21. Morhun, V. V., & Topchii, T. V. (2018). Znachennia stiikykh sortiv ozymoi pshenytsi, vyvchennia dzherel i donoriv stiikosti do shkidnykiv ta osnovnykh zbudnykiv khvorob. Fyziolohyia rastenyi y henetyka, 50(3), 218-240. URL:

http://nbuv.gov.ua/UJRN/FBKR_2018_50_3_4

22. Zhyvotkov, L. A., Byriukov, S. V., & Stepanenko, A. Ya. (1989). Pshenytsa. (L. A. Zhyvotkov, Red.) Kyiv: Urozhai.

23. Riabchun, N. I., Yelnikov, M. I., Zviahin, A. F., Holik, V. S., Holik, O. V., Didenko, S. Yu., . . . Markova, T. Yu. (2010). Spetsialna selektsiia nasinnytstvo polovykh kultur. (V. V. Kyrychenko, Red.) Kharkiv: Instytut roslынnytstva im. V.Ya. Yurieva NAAN Ukrainy.

24. Trybel, S. O., Hetman, M. V., Stryhun, O. O., Kovalyshyna, H. M., & Andriushchenko, A. V. (2010). Metodolohiia otsiniuvannia stiikosti sortiv pshenytsi proty shkidnykiv i zbudnykiv khvorob. Kyiv: Kolobih.

25. Shpakovich, I. V., & Kovalyshyna, H. M. (2023). Dykorosli vydy rodu Aegilops yak dzherela tsinnykh oznak dlia selektsii pshenytsi ozymoi. Materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii "Prodovolcha ta ekolohichna bezpeka v umovakh viiny ta povoiennoi vidbudovy: vyklyky dlia Ukrainy ta svitu".

AEGILOPS AS A SOURCE OF TRAITS FOR RESISTANCE AGAINST MAJOR FOLIAR PATHOGENS FOR THE BREEDING OF WINTER SOFT WHEAT I. V. Shpakovich, H. M. Kovalyshyna

Abstract. The article presents the results of research on the resistance to foliar diseases of individual species of the genus Aegilops and amphidiploids, whose parental

Шпакович І. В., Ковалишина Г. М.

forms are the genera Aegilops and Triticum. A comparison of plants from the genus Aegilops and Triticum aestivum species for resistance to powdery mildew, leaf septoria, and brown rust pathogens was conducted. The study was carried out during the 2021/2022–2022/2023 growing seasons at the collection nursery of the Institute of Agriculture of the National Academy of Agrarian Sciences of Ukraine. The assessment of resistance was conducted using commonly accepted methodologies, with calculations of the significance coefficient of deviation of resistance indicators. As a result, it was found that some species and amphidiploids exhibited higher resistance compared to T. aestivum, indicating the potential of the genus Aegilops in enhancing the genetic diversity and resistance of soft wheat to powdery mildew, septoria leaf spon, and brown rust. Certain species and amphidiploids were identified as promising sources of resistance to the pathogens of the studied diseases, which could contribute to their utilization in breeding programs aimed at improving yield and reducing losses from foliar disease infections. The conclusions of the study open up new possibilities for breeding programs in agriculture and promote further research in this direction.

Keywords: wheat, plant height, bushiness, infection by pathogens, septoria leaf spon, powdery mildew, brown rust, coefficient of deviation significance