

[business.com.ua/agro/ekonomichnyihektar/item/19645-hlobalnyi-rynokpshenytsikoniunktura-i-trendy.html](https://business.com.ua/agro/ekonomichnyihektar/item/19645-hlobalnyi-rynokpshenytsikoniunktura-i-trendy.html)

20. Реалізація потенціалу сортів зернових культур – шлях вирішення продовольчої проблеми / С.П. Васильківський та ін. Фактори експериментальної еволюції організмів. 2017. Т. 21. С. 47-51. DOI: <https://doi.org/10.7124/FEEO.v21.805>.

21. Методика проведення експертизи та державного випробування сортів рослин зернових, круп'яних та зернобобових культур. К.: Оф. бюл., 2003. №2. Ч.3. 241 с.

УДК:632.9:633.49

## **ГЕН *mlo* – ЕФЕКТИВНЕ ДЖЕРЕЛО СТІЙКОСТІ ДО ЗБУДНИКА БОРОШНИСТОЇ РОСИ ЯЧМЕНЮ**

**Кононенко Ю.М.**, канд. біол. наук  
Одеський державний аграрний університет

Використання стійких сортів є одним із найбільш економічно доцільних і екологічно безпечних методів захисту рослин, оскільки дозволяє зменшити кратність застосування фунгіцидів та інсектицидів, знизити витрати на виробництво та мінімізувати негативний вплив на довкілля. Генетично зумовлена стійкість забезпечує стабільність формування врожаю навіть за несприятливих погодних умов та високого інфекційного фону.

Селекція ячменю ярого в Україні спрямована на поєднання високої продуктивності, адаптивності до регіональних умов вирощування, якості зерна та комплексної стійкості до основних патогенів. Особливої актуальності набуває використання донорів стійкості, молекулярно-генетичних методів маркерної селекції та інтеграція результатів фітопатологічного моніторингу у селекційний процес. Такий підхід дозволяє оперативно реагувати на зміну расового складу збудників та запобігати втраті ефективності генів стійкості. Вибір сортів ячменю повинен базуватися, по-перше, на основних характеристиках нашої дійсності – посухо- та жаростійкості, а по-друге, на показниках високої врожайності та стійкості сортів до хвороб, зокрема борошнистої роси.

Використання гена *mlo* як джерела стійкості до збудника борошнистої роси (*Blumeria graminis* (DC.) Golovin ex Speer f. sp. *hordei* Marchal) – це один із найбільш ефективних і широко впроваджених підходів у селекції ярого ячменю, особливо в Європі та Україні. Саме *mlo*-стійкість забезпечує неповну, але довготривалу стійкість до розвитку хвороби без активної реакції рослини на інфекцію.

Уперше природні мутантні алелі гена *mlo* були описані в ячменю у 1940–1960-х роках. Згодом було встановлено, що рослини з мутантними алелями *mlo* демонструють довготривалу, неспецифічну та стабільну стійкість, яка зберігається вже понад 50 років у сільськогосподарському виробництві. Це один із небагатьох прикладів тривалої польової резистентності, що не була подолана патогеном.

Відомо понад 100 генів, що контролюють стійкість ячменю ярого до збудника борошнистої роси, більшість з яких представлені алелями. Наприклад, існує 34 алелі гена *Mla* та понад 30 алелів гена *Mlo*. На жаль, більшість алелів неефективні проти збудника. *Mlo11* – практично єдиний ген у світі, який визначає довготривалу стійкість до цього патогену. Продуктами генів, що визначають сприйнятливість рослин до борошнистої роси (MLO – Mildew Locus O), є інтегральні мембранозв'язані білки [1, 2].

Сучасні дослідження показали, що гени сімейства MLO присутні у багатьох видів рослин, включаючи пшеницю, томат, огірок та інші культури. Використання методів геномного редагування, зокрема системи CRISPR-Cas9, дозволяє цілеспрямовано інактивувати гени MLO та створювати нові сорти з підвищеною стійкістю до борошнистої роси. У різних видів рослин було ідентифіковано від 12 до 19 MLO-гомолгів. У 1997 році ген *Mlo* ячменю був клонований та секвенований. Було показано, що *mlo*-стійкість до хвороби зумовлена мутаціями втрати функції. Виявлено понад 30 індукованих мутантів, у яких аномальна експресія гена спричинена замінами окремих нуклеотидів. У *mlo*-мутантів, в яких регуляторна функція гена порушена, захисні реакції клітини відбуваються раніше та/або потужніше. Мутантні рослини характеризуються затримкою росту, передчасним старінням листя, зниженням врожайності культур та системним некрозом за низьких температур [3-5].

В літературі повідомлялось, що природний мутант, виявлений серед ефіопських ячменів, містить ген *mlo11*, який визначає часткову, а не повну стійкість до патогену та має менший негативний вплив на життєздатність рослин. Він широко використовується в селекції. Половина ярих європейських ячменів володіє алелем *mlo11*, тоді як лише кілька сортів мають алель *mlo9* [6].

В Європі існують добре вивчені сорти ячменю з геном *mlo*, які демонструють тривалу стійкість до збудника борошнистої роси. Частина таких сортів не завжди комерційно вирощуються саме в Україні, але вони можуть бути джерелом *mlo*-стійкості у селекційних програмах, або імпортуватися як материнський матеріал. Найчастіше використовувані алелі у селекції стійкості в європейських сортах – *mlo9* та *mlo11*.

В Україні безпосередньо у Державному реєстрі сортів інформація про наявність *mlo*-генів у конкретних сортах ячменю публічно не завжди зазначена (часто її встановлюють селекційні лабораторії шляхом молекулярного маркування). Проте селекційні програми України активно співпрацюють з європейським та міжнародним генетичним матеріалом, включаючи джерела з *mlo*-стійкістю, як генетичні донори для створення нових сортів із підвищеною

стійкістю до борошнистої роси. Більшість сучасних українських сортів ячменю зі стійкістю до борошнистої роси містять рецесивний алель *mlo-11*, який часто інтегрується через європейські донорні сорти. Також частина українських сортів має комплексну польову стійкість, що включає інші алелі *mlo* або їх селекційні похідні.

Сорти ярого ячменю Adonis, Barke, Scarlett, Sebastian, Quench, Malz – є джерелами алеля *mlo11*, який присутній у більшості сучасних сортів і добре зарекомендував себе у європейській селекції. Wojos, Aspen, Class, Danuta, Eunova, Josefin – всі ці сорти мають *mlo*-ген або *mlo* + додаткові резистентні алелі, що дає їм сильний захист проти збудника борошнистої роси ячменю.

Сорти Modern, Podiv, Brant, рекомендовані для вирощування в Україні, можуть містити у своїх генетичних комплексах *mlo* або бути створеними з використанням предків, що мають цей ген (*mlo11* або *mlo9*), хоча прямо це рідко зазначається у загальнодоступних описах сортів. Alexis – класичний сорт пивоварного ячменю, один із перших із мутацією *mlo-9*, широко використовувався як донор стійкості. Fogum – сорт із геном *mlo*, відзначений високою стійкістю до борошнистої роси.

До Державного реєстру України останніми роками внесені сорти, як нові генотипи ярого ячменю, що походять від ліній з *mlo* та мають високу польову стійкість до борошнистої роси – Тівер, Орвел, Юкатан, МІП Шарм, Рагнар, Ельф, Гордій, Губернаторський, МІП Сармат, МІП Сонячний. Інші сорти створені українськими науковими установами та часто мають *mlo*-алелі у родоводі – Барвистий, Арістей, Айріс, Амадей, Брант, Сіон, Сірін [7-9].

Отже, ген стійкості *mlo* (особливо його алелі *mlo9* і *mlo11*) є ключовим джерелом не-гомеостатичної, широкої стійкості до борошнистої роси і навіть при широкому використанні у селекції ярого ячменю в Європі досі не втратив своєї ефективності. Наявність *mlo* забезпечує тривалий захист від розвитку хвороби без значного впливу на рослину, що робить його одним із найважливіших генетичних ресурсів у боротьбі з борошнистою росю. Використання мутантних алелів *mlo* є важливим напрямом селекції зернових культур. Інтеграція цього генетичного механізму у селекційні програми сприяє зменшенню застосування фунгіцидів, підвищенню екологічної безпеки агропромисловості та стабілізації врожайності.

### Список використаних джерел

1. Weibull J., Walther U., Sato K., Habekuß A., Kopahnke D., and Proeseler G., Diversity in resistance to biotic stresses, in Diversity in Barley (*Hordeum vulgare*), Elsevier, 2003, pp. 143–178.
2. Reinstädler A., Müller J., Jerzy H., Czembor J.H., Piffanelli P., and Panstruga R., Novel induced *mlo* mutant alleles in combination with site-directed mutagenesis reveal functionally important domains in the heptahelical barley Mlo protein, BMC Plant Biol., 2010, vol. 10. <https://doi.org/10.1186/1471-2229-10-31>.
3. Iovieno P., Andolfo G., Schiavulli A., Catalano D., Ricciardi L., Fruscianta L., Raffaella M., and Pavan S., Structure, evolution and functional inference on the

Mildew Locus O (MLO) gene family in three cultivated Cucurbitaceae spp, BMC Genomics, 2015, vol. 16. <https://doi.org/10.1186/s12864-015-2325-3>

4. Büschges R., Hollricher K., Panstruga R., Simons G., Wolter M., Frijters A., Van Daelen R., Van der Lee T., Diergaarde P., Groenendijk J., Topsch S., Vos P., Salamini F., and Schulze-Lefert P., The barley Mlo gene: A novel control element of plant pathogen resistance, Cell, 1997, vol. 88, no. 5, pp. 695–705.

5. Wolter M., Hollricher K., Salamini F., and SchulzeLefert P., The mlo resistance alleles to powdery mildew infection in barley trigger a developmentally controlled defense mimic phenotype, Mol. Gen. Genet., 1993, vol. 239, nos. 1–2, pp. 122–128. <https://doi.org/10.1007/BF00281610>.

6. Dreiseitl A., Frequency of powdery mildew resistances in spring barley cultivars in Czech variety trials, Plant Prot. Sci., 2012, vol. 48, no. 1, pp. 17–20. <https://doi.org/10.17221/11/2011-PPS>.

7. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні / Міністерство аграрної політики та продовольства України. Київ, 2024.

8. Засядько І. Оцінка сортових ресурсів в Україні. Пропозиція. Режим доступу: <https://propozitsiya.com/articles/tekhnohohiyi-vyroshchuvannya/otsinka-sortovykh-resursiv-yachmenyu-yaroho-v-ukrayini>

9. Охорона прав на сорти рослин: Бюлетень / Український інститут експертизи сортів рослин. Вінниця : ТОВ «ТВОРИ», 2025. Вип.7. 39 с.

УДК 551.508.76:633.15

## **ВПЛИВ ВОЛОГОЗАБЕЗПЕЧЕНОСТІ ТА ГУСТОТИ РОСЛИН КУКУРУДЗИ НА ТРИВАЛІСТЬ ВЕГЕТАЦІЇ**

**Васьківський Б.С.**, аспірант  
**Гарбар Л.А.**, канд. с.-г. наук

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

В умовах сучасних кліматичних змін водний режим ґрунту стає одним із ключових факторів, що визначає темпи росту, тривалість вегетації та продуктивність кукурудзи. Нерівномірний розподіл опадів упродовж вегетаційного періоду, зміщення піків зволоження та зростання частоти посушливих періодів зумовлюють суттєві зміни у фенологічному розвитку рослин, зокрема в термінах настання критичних фаз – викидання волоті, цвітіння та наливу зерна [1, 2].

Численні дослідження підтверджують, що дефіцит вологи здатний як скорочувати, так і подовжувати окремі міжфазні періоди кукурудзи залежно від інтенсивності та часу настання стресу. Так, за умов обмеженого