

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

водозабезпечення фенологічні фази можуть зміщуватися, що безпосередньо впливає на ефективність використання води та формування врожаю [3]. Моделювання фенології кукурудзи за різних режимів зволоження показує, що точність прогнозування тривалості вегетації істотно залежить від урахування водного фактора поряд із температурним режимом [4, 5].

Важливим аспектом адаптації кукурудзи до мінливих умов вологозабезпеченості є також морфофізіологічна реакція рослин, зокрема зміни в темпах росту та розвитку, пов'язані з регуляцією водного балансу. Під впливом прогресуючої ґрунтової посухи відзначаються зміни листкової провідності, водного потенціалу та загальної інтенсивності ростових процесів, що опосередковано впливає на тривалість вегетаційного періоду [6]. Крім того, рівень вологозабезпечення ґрунту у різні фази онтогенезу визначає не лише продуктивність, а й якісні показники зерна кукурудзи [7].

Поряд із водним фактором, значний вплив на ріст і розвиток кукурудзи має густота рослин, яка визначає рівень внутрішньоценозної конкуренції за світло, вологу та поживні елементи. За підвищеної густоти посівів змінюється архітектура рослин і характер використання ресурсів, що може модифікувати темпи проходження фенологічних фаз [8]. Дослідження показують, що толерантність гібридів до високої густоти стояння є важливою передумовою стабільного розвитку та реалізації потенціалу врожайності, особливо за відсутності оптимального вологозабезпечення.

Сучасні підходи до вивчення фенології кукурудзи дедалі частіше базуються на поєднанні польових спостережень із дистанційним моніторингом. Використання супутникових даних Sentinel-2 дозволяє фіксувати просторову та часову динаміку фенологічного розвитку посівів і своєчасно виявляти реакцію кукурудзи на водний дефіцит у межах вегетаційного періоду [9]. Такі методи є особливо цінними в умовах внутрішньопольової неоднорідності зволоження, де тривалість вегетації може істотно варіювати навіть у межах одного поля.

Отже, аналіз взаємодії вологозабезпеченості та густоти рослин як факторів, що визначають тривалість вегетації кукурудзи, є актуальним науковим завданням. Отримані результати можуть бути використані для оптимізації агротехнологій, зокрема норм висіву та режимів управління водними ресурсами, з урахуванням фенологічної реакції культури.

Мета роботи: встановити вплив рівня вологозабезпеченості та густоти рослин кукурудзи на тривалість основних фаз вегетації, а також оцінити характер їх взаємодії в умовах просторової неоднорідності поля.

Дослідження проводили у 2023–2025 рр. в умовах Чернігівської області, що характеризується поєднанням ґрунтово-кліматичних умов Полісся та Лісостепу і значною середньорічною та внутрішньопольовою варіабельністю вологозабезпеченості. Об'єктом дослідження була кукурудза (*Zea mays* L.), гібрид ДКС 3939, вирощена за єдиної системи удобрення та захисту рослин. Для оцінки впливу вологозабезпеченості використовували дані метеорологічних спостережень (кількість опадів, середньодобова температура

повітря), просторову інформацію про стан посівів, отриману на основі багаторічних супутникових індексів NDVI та карт урожайності, що дозволило виділити зони з різним рівнем ресурсного забезпечення, насамперед вологою, а також для оцінки рівня вологозабезпеченості ґрунту в межах зон різної продуктивності використовували дані об'ємного вмісту вологи (VWC, %), визначені у ґрунтовому профілі на глибинах 15, 30, 45 та 60 см. Вимірювання проводили у ключові фази розвитку кукурудзи – на момент сівби та на початку цвітіння, що дозволяло охарактеризувати як стартові запаси вологи, так і умови водозабезпечення в критичний для формування врожаю період. Дослід двофакторний: фактор А – зона продуктивності (зони поля з низьким, середнім та високим рівнем продуктивності, в тому числі рівнем вологозабезпечення); фактор В – густина рослин, сформована нормами висіву 60, 65, 70, 75 та 80 тис. насінин/га.

Тривалість вегетаційного періоду кукурудзи визначали як проміжок часу від дати сівби до настання фізіологічної стиглості зерна. Для кожного варіанта досліді фіксували календарні дати початку та завершення вегетації, після чого розраховували загальну тривалість вегетації у днях. Отримані показники використовували для оцінки впливу рівня вологозабезпеченості, густоти рослин та їх взаємодії на фенологічний розвиток кукурудзи. Аналіз даних у таблиці 1 вказує, що найбільша тривалість вегетації зафіксована у високозабезпеченій зоні поля, де середні значення змінювалися в межах 120–124 днів залежно від норми висіву. Такі умови характеризуються стабільнішим водним режимом ґрунту впродовж усього періоду вегетації, що забезпечує тривале функціонування фотосинтетичного апарату, повільніший перехід від вегетативних до генеративних фаз і, відповідно, подовження загальної тривалості розвитку рослин.

Таблиця 1

Середня тривалість періоду вегетації кукурудзи залежно від норми висіву в різних зонах продуктивності поля

Зона продуктивності	Норма висіву, тис./га				
	60	65	70	75	80
Висока	124	123	122	121	120
Середня	120	119	118	117	116
Низька	114	113	112	110	109

В умовах достатнього зволоження у рослин кукурудзи не спостерігається скорочення міжфазних періодів, як у результаті перенесеного стресу за нестачі вологи. За середнього рівня забезпечення вологою тривалість

вегетаційного періоду скорочується до 116–120 днів. Водний режим є менш стабільним, особливо у другій половині вегетації, що призводить до помірного прискорення проходження міжфазних періодів. Рослини частіше переходять до генеративних фаз за меншої суми ефективних температур і скорочують тривалість наливу зерна, що відображається на загальному скороченні вегетації на 3–5 днів порівняно з зоною з високим забезпеченням. Найкоротша вегетація характерна для низькозабезпеченої зони, де середні значення становлять 109–114 днів. Умови дефіциту вологи, особливо в критичні фази V–VT та VT–R1, зумовлюють прискорене проходження фенологічних фаз, як адаптивну реакцію рослин. У таких умовах кукурудза раніше переходить до репродуктивного розвитку, що є типовою реакцією уникнення тривалого водного стресу. У результаті, загальна тривалість вегетації скорочується на 8–10 днів порівняно з ділянками з високою зоною продуктивності поля.

Збільшення норми висіву у межах кожної зони супроводжується поступовим скороченням тривалості вегетаційного періоду, однак інтенсивність цього ефекту залежить від рівня вологозабезпеченості. У зоні високої продуктивності підвищення густоти з 60 до 80 тис. рослин/га призводить до скорочення вегетації лише на 3–4 дні, що пояснюється достатнім забезпеченням рослин водою та здатністю агрофітоценозу компенсувати внутрішньоценозну конкуренцію.

У середній зоні вплив густоти проявляється дещо сильніше – скорочення тривалості вегетації досягає 4 днів, що пов'язано з підсиленням конкуренції за вологу в період обмеженого зволоження. За таких умов рослини швидше проходять вегетативні фази, раніше вступають у генеративний розвиток і скорочують тривалість наливу зерна.

Найбільш виражений ефект густоти спостерігається у низькозабезпеченій зоні, де збільшення норми висіву з 60 до 80 тис. рослин/га зумовлює скорочення загальної вегетації на 5 днів. Умови підвищеної конкуренції за обмежених водних ресурсів призводять до швидкого виснаження ґрунтової вологи та інтенсифікації стресових реакцій, що прискорює фенологічний розвиток і скорочує онтогенез рослин.

Висновки. Аналіз середньорічних даних свідчить, що тривалість вегетаційного періоду кукурудзи гібриду ДКС 3939 істотно залежить від рівня вологозабезпеченості та густоти рослин, причому визначальним фактором фенологічного розвитку виступає водний режим ґрунту. У зонах із кращим вологозабезпеченням, тобто більш продуктивних зонах, формуються умови для більш тривалого проходження онтогенезу, що проявляється у подовженні вегетаційного періоду за рахунок повільнішого переходу між вегетативними та генеративними фазами розвитку. Натомість у зонах із дефіцитом вологи кукурудза реагує прискоренням фенологічного розвитку, що є адаптивною стратегією уникнення тривалого водного стресу.

Встановлено, що зниження рівня вологозабезпеченості зумовлює скорочення загальної тривалості вегетації незалежно від норми висіву, однак масштаб цього скорочення посилюється за умов підвищеної густоти рослин.

Це свідчить про те, що густина посіву не є самостійним чинником, який визначає тривалість вегетації, а виконує роль модифікатора реакції культури на водний стрес. За оптимального зволоження вплив загушення посівів на фенологічний розвиток є помірним, тоді як у стресових умовах надмірна густина призводить до посилення конкуренції за вологу та прискорення проходження ключових фаз росту.

Комбінований вплив вологозабезпеченості та густоти рослин формує найбільшу варіабельність тривалості вегетаційного періоду, що може сягати двох тижнів між крайніми варіантами умов вирощування. Це підкреслює важливість диференційованого підходу до управління густиною посіву з урахуванням просторової неоднорідності поля та рівня водного забезпечення. Отримані закономірності підтверджують доцільність інтеграції елементів точного землеробства, зокрема змінних норм висіву, як інструменту адаптації технології вирощування кукурудзи до мінливих гідротермічних умов і оптимізації фенологічного розвитку культури.

Список використаних джерел

1. Seasonal and vertical patterns of water availability and variability determine plant reproductive phenology / Zhou Z. et al. *Annals of Botany*, 2025. 135(1-2), 211-222. DOI: 10.1093/aob/mcae138.
2. Avetisyan D., Nedkov R., & Georgiev N. Monitoring maize (*Zea Mays* L.) phenology response to water deficit using Sentinel-2 multispectral data. In *Eighth International Conference on Remote Sensing and Geoinformation of the Environment, 2020*. Vol. 11524, pp. 9-17. DOI: 10.1117/12.2570734.
3. Déficit hídrico en maíz al considerar fenología, efecto en rendimiento y eficiencia en el uso del agua / Ibarra E. S. et al. *Agrociencia*, 2021. 55(3), 209-226. DOI: 10.47163/AGROCIENCIA.V55I3.2414.
4. Amiri, E., Irmak, S., & Tari, D. B. (2024). Comparison of the AquaCrop and CERES-Maize models for simulating maize phenology, grain yield, evapotranspiration and water productivity under different irrigation and nitrogen levels. *Irrigation and Drainage*, 2024. 73(3), 1052-1068.2024. DOI: 10.1002/ird.2917.
5. A Bayesian hierarchical approach to improve model parameter estimates and predictions of silage maize phenology in Germany / Viswanathan M. et al. In *EGU General Assembly Conference Abstracts, 2021*. (pp. EGU21-7962). DOI: 10.5194/egusphere-egu21-7962.
6. CO₂ elevation and N fertilizer supply modulate leaf physiology, crop growth and water use efficiency of maize in response to progressive soil drought / Zhang M. et al. *Journal of Agronomy and Crop Science*. 2024. DOI: 10.1111/jac.12692.
7. Effect of plastic membrane and geotextile cloth mulching on soil moisture and spring maize growth in the loess–hilly region of Yan’an, China drought / Jia Z. et al. *Agronomy*. 2023. 13(10). DOI: 10.3390/agronomy13102513.

8. Marginal superiority of maize: An indicator for density tolerance under high plant density / Liu G. et al. *Scientific reports*, 2020. 10(1), 15378. DOI: 10.1038/s41598-020-72435-3.

9. Genetic potential of newly developed maize hybrids under different water-availability conditions in an arid environment / Sedhom Y. S. et al. *Life*, 2024. 14(4), 453. DOI: 10.3390/life14040453.

УДК 633.15:005.336.3

ФОРМУВАННЯ ЯКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ ЗЕРНА КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД КОМПЛЕКСУ ЕЛЕМЕНТІВ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ

Антал Т.В., кандидат с.-г. наук, доцент

Ревенко О.О. студентка 4 курсу ОС «Магістр»

Моренко Я.Ю. студент 4 курсу ОС «Бакалавр»

Деркач В.М. студент 4 курсу ОС «Бакалавр»

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Зерно кукурудзи характеризується багатим хімічним складом і має різноцільове використання: кормове, продовольче та технічне. Енергетичну, поживну та харчову цінність зерна будь-якої культури визначає вміст основних біохімічних показників, зокрема білка, крохмалю та жиру. Оскільки кукурудза є основною кормовою культурою, то важливим є показник вмісту білка, який містить незамінні амінокислоти – лізин та триптофан. Проте цінність цієї культури не обмежується її кормовими якостями, оскільки кукурудза має важливе продовольче значення [1, 2].

Із зерна кукурудзи на сьогодні виробляється майже 80 % крохмалю, з якого отримують різні сорти патоки, кристалічну декстрозу, цукровий сироп тощо. Із зародків добувають олію, яка є висококалорійним продуктом, а також має лікувальні властивості [3].

Зерно кукурудзи характеризується багатим хімічним складом, в тому числі вітамінами А, В, Е, Н, РР, а також мінеральними сполуками, які містять більше 20 мікро- і макроелементів. У 100 грамах сирого продукту міститься чверть добової норми споживання вітамінів В1 і В6, міді, фосфору і магнію, а також приблизно половина від необхідної кількості кобальту, марганцю, молібдену і селену [4, 5].

Наукові дослідження проводилися у польовій сівозміні ТОВ «АгроУкр». З метою встановлення ефективності та обґрунтування впливу видів азотних добрив на показники якості зерна нами був закладений двофакторний дослід. Фактор А. Гібрид: Крабас (ФАО 300) та Керберос (ФАО 310); Фактор В. Добрива: Контроль, N₉₀P₆₀K₆₀–фон (Ф), Ф + КАС 32 (5-7 лист.) 15–17 ВВСН,