

УДК 633.15:632.954:631.811.98
DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.6>

РОЗМІРИ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА ОСОБЛИВОСТІ АНАТОМІЧНОЇ СТРУКТУРИ ЕПІДЕРМІСУ КУКУРУДЗИ ЗА УМОВ ЗАСТОСУВАННЯ ГЕРБІЦИДУ БАТУ, в. г.

Заболотний О.І. – к.с.-г.н., доцент кафедри біології,

Уманський національний університет садівництва

Заболотна А.В. – к.с.-г.н., викладач кафедри технології зберігання плодів та овочів,

Уманський національний університет садівництва

Голодрига О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри біології,

Уманський національний університет садівництва

Розборська Л.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри біології,

Уманський національний університет садівництва

Леонтьюк І.Б. – к.с.-г.н., доцент кафедри біології,

Уманський національний університет садівництва

Важливим етапом сучасних технологій вирощування кукурудзи є боротьба з бур'янами, невідємним елементом якої є хімічний метод. Але застосування гербіцидів для усунення небажаної рослинності в посівах кукурудзи опосередковано впливає і на формування розмірів асиміляційної поверхні самої культури, її анатомо-морфологічну будову.

Основна мета наших досліджень – встановити, чи впливає і якою мірою застосування норм гербіциду Бату, в. г., на розміри фотосинтетичної поверхні рослин кукурудзи та на особливості процесів формування анатомічної структури листків культури.

У фазі викидання волоті у варіанті досліді з ручними прополованнями площа листків перевищувала контроль І на 21%, а за дії Бату, в. г., у нормах 15 і 20 г/га площа листків порівняно з контролем І зросла відповідно на 5 і 14%. Серед дослідних варіантів, де вносили гербіцид, найбільша листкова поверхня формувалася за дії 25 г/га препарату, тут вона на 18% перевищувала контроль І.

Під час визначення кількості клітин епідермісу рослин кукурудзи встановлено, що в разі застосування гербіциду Бату, в. г., у нормі 15 г/га кількість клітин знизилася порівняно з контролем І на 32 шт./мм², тоді як за внесення 20 г/га – на 17 шт./мм². Найменшою кількістю клітин була за дії 25 г/га препарату. Поруч зі зменшенням клітин епідермісу за дії гербіциду закономірно відбувалося збільшення площі однієї клітини. Зниження числа клітин епідермісу листків кукурудзи за збільшення їхньої площі характерне для мезоморфного типу листкової пластинки. Цей тип листка формується за більш сприятливих умов вирощування.

Ключові слова: кукурудза, листковий індекс, гербіцид, Бату, в. г., епідерміс, клітина, прорих.

Заболотный А.И., Заболотная А.В., Голодрига О.В., Розборская Л.В., Леонтьюк И.Б.
Размеры листовой поверхности и особенности анатомического строения эпидермиса кукурузы при условии применения гербицида Бату, в. г.

Важным этапом современных технологий выращивания кукурузы является борьба с сорняками, неотъемлемым элементом которой является химический метод. Но применение гербицидов для устранения нежелательной растительности в посевах кукурузы влияет и на формирование размеров ассимиляционной поверхности самой культуры, ее анатомо-морфологическое строение.

Основная цель наших исследований – установить, влияет ли и в какой мере применение норм гербицида Бату, в. г., на размеры фотосинтетической поверхности растений кукурузы и особенности процессов формирования анатомической структуры листьев культуры.

В фазе выбрасывания метелки в варианте опыта с ручной прополкой площадь листьев превышала контроль І на 21%, а при действии Бату, в. г., в нормах 15 и 20 г/га площадь листьев по сравнению с контролем І выросла соответственно на 5 и 14%. Среди опытных

вариантов, где вносили гербицид, наибольшая листовая поверхность формировалась при действии 25 г/га препарата, здесь она на 18% превышала контроль I.

При определении количества клеток эпидермиса растений кукурузы установлено, что при действии гербицида Бату, в. г., в норме 15 г/га количество клеток снизилось по сравнению с контролем I на 32 шт./мм², тогда как при внесении 20 г/га – на 17 шт./мм². Наименьшим количество клеток было при действии 25 г/га препарата. Наряду с уменьшением клеток эпидермиса при действии гербицида закономерно происходило увеличение площади одной клетки. Снижение числа клеток эпидермиса листьев кукурузы при увеличении их площади характерно для мезоморфного типа листовой пластинки. Этот тип листа формируется при более благоприятных условиях выращивания.

Ключевые слова: кукуруза, листовой индекс, гербицид, Бату, в. г., эпидермис, клетка, устьица.

Zabolotny O.I., Zabolotna A.V., Golodriha O.V., Rozborska L.V., Leontyuk I.B.
The dimensions of leaf surface and the peculiarities of anatomical structure of corn epidermis under conditions of the usage of the herbicide Batu, WG

In industrial practice, during the cultivation of corn, there are still numerous obstacles of a predominantly agro-technical nature, primarily the increase of weed infestation.

An important element of modern corn-growing technologies is the fight against weeds, the inalienable element of which is the chemical method. The application of herbicides makes it possible to establish the necessary control of weeds before the beginning of the herbocratic period of competitive relations with them for corn.

But application of herbicides to eliminate unwanted vegetation in corn crops indirectly affects the formation of the size of the assimilation surface of the culture itself, leading to its increase or decrease, depending on the norm of the preparation. In addition, the anatomical and morphological structure of the above-ground organs of plants also depends on changes in environmental factors, one of which may be the use of herbicides.

The main objective of our research was to determine the influence of the application of the norms of the herbicide Batu, WG, on the size of the photosynthetic surface of corn plants and the peculiarities of the processes of forming the anatomical structure of the culture leaves.

In the phase of throwing the tassel in the version of the experiment with manual weeding, the area of the leaves exceeded control by 21%, and under the action of Batu, WG, according to the norms of 15 and 20 g/ha the leaf area compared with control I increased by 5 and 14% respectively. Among the experimental variants where the herbicide was applied, the largest leaf surface was formed in the action of 25 g/ha of the drug, here it was 18% higher than control I.

In determining the number of cells in the epidermis of corn plants, it is established that when applying the herbicide Batu, WG, in the normal range of 15 g/ha, the number of cells decreased in comparison with control I by 32 pc/mm², while applying 20 g/ha – 17 pc/mm². The smallest number of cells was under the action of 25 g/ha of the drug.

Along with the reduction of epidermis cells due to herbicide, an increase in the area of one cell has naturally occurred. The decrease in the number of cortical epidermis cells in the increase of their area is characteristic for the mesomorphic type of leaflet plate. This type of leaf is formed under more favorable conditions of cultivation.

Among the experimental variants, the highest number of anastomoses was noted for manual weeding and application of 25 g/ha herbicide – 14 and 11 pc/mm², respectively, more than control of I.

Key word: corn, leaf index, herbicide, Batu, WG, epidermis, cell, stomata.

Постановка проблеми. У світовому виробництві кукурудза посідає друге місце за площею посівів після пшениці, а за врожайністю – значно її перевищує, тому валові збори зерна кукурудзи близькі до зборів зерна пшениці, а в окремі роки навіть перевищують їх [1, с. 16]. У зв'язку із цим виробництво зерна кукурудзи є важливою складовою частиною зернового господарства України. У зерні кукурудзи також зацікавлені галузі харчової, переробної, медичної, мікробіологічної промисловості, а також і паливно-енергетичний сектор держави, оскільки зерно цієї культури є високоенергетичною сировиною для промислового виробництва біоетанолу й інших паливних матеріалів [2].

Проте у виробничій практиці під час вирощування кукурудзи наявні перепони здебільшого агротехнологічного характеру, насамперед висока забур'яненість посівних площ [3, с. 7]. Тому важливим елементом вирощування кукурудзи

є захист її посівів від шкідливих організмів, насамперед боротьба з бур'янами. Збитки, яких завдають бур'яни кукурудзі, перевищують втрати від шкідників, хвороб і сягають 29% світового виробництва зерна, що у грошовому еквіваленті перевищує 100 млрд доларів Сполучених Штатів Америки.

Застосування гербіцидів – найефективніший захід, що дає змогу встановити необхідний контроль бур'янів до початку гербокритичного періоду конкурентних відносин із ними для кукурудзи та має цілу низку переваг над механічними заходами знищення бур'янів [4; 5, с. 125].

Але, маючи високу фізіологічну активність, гербіциди можуть впливати на спрямованість основних ростових і фізіолого-біохімічних процесів у рослинному організмі, зокрема й на особливості формування листової поверхні та її анатомічну структуру [6, с. 43].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Продукційний процес сільсько-господарських рослин істотно залежить від особливостей формування та розвитку їхнього листового апарату [7, с. 3]. На шляху надходження гербіцидів до сайтів дії саме листові поверхні першою має контакт із ними. Надалі з листків продовжується надходження препаратів до рослини, згодом до тканин через систему біологічних мембран [8, с. 12; 9 с. 103].

Застосування гербіцидів може змінювати спрямованість роботи фотосинтетичного апарату [10, с. 195]. Так, під час застосування в посівах кукурудзи гербіцидів Пріме́кстри (6, 9, 12 кг/га) і Агелону (3–6 кг/га) спостерігалось збільшення площі листків порівняно з контролем [11, с. 96]. Під час застосування гербіциду Амідиму (2 л/га) площа листя ячменю озимого зростала до 135,7 см² на одну рослину, а за дії Діалену (2 л/га) – до 116,5 см² на одну рослину [12, с. 76].

Використання Прімі Форте 195 у нормах 0,5, 0,6 і 0,7 л/га сприяло зростанню площі листової поверхні пшениці полби звичайної у фазі виходу у трубку відповідно на 24, 27 і 21% [13, с. 102].

Характер фотосинтетичного процесу великою мірою визначається анатомо-морфологічними особливостями листка [14, с. 88]. Відомо, що анатомо-морфологічна будова надземних органів рослин залежить від зміни екологічних чинників [15, с. 29]. Тому показники структури епідерми листків можуть бути важливими характеристиками адаптації рослин до чинників навколишнього середовища [16, с. 132].

Більшість сучасних гербіцидів має щодо рослин системну дію, яка проявляється вже після потраплення препарату на листки. З поверхні листків через епітикулярні та кутикулярні утворення діюча речовина гербіциду потрапляє до клітин стовпчастої і губчастої паренхіми мезофілу листка, а вже звідти – до інших тканин і органів рослин [17, с. 18]. Це може призвести до порушення фітогормонального статусу рослин і обмінних процесів у них. Зміна балансу ендогенних фітогормонів може призвести до морфологічних і анатомічних змін у тканинах і органах [18, с. 80]. Так, за використання гербіциду Калібр 75 у посівах ячменю ярого зменшувалася кількість клітин епідермісу на 1 мм² поверхні листка за одночасного збільшення їхньої площі, що загалом сприяло наростанню розмірів листової поверхні рослин культури [19, с. 254].

Постановка завдання. Основна мета наших досліджень – встановити, чи впливає і якою мірою застосування норм гербіциду Бату, в. г., на розміри фотосинтетичної поверхні рослин кукурудзи та на особливості процесів формування анатомічної структури листків культури.

Матеріали і методи дослідження. Дослідження проводили в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського національного університету

садівництва в посівах кукурудзи гібриду Порумбень 359 МВ упродовж 2016–2017 рр. Гербіцид Бату, в. г., у нормах 15, 20, 25 і 30 г/га вносили у фазі розвитку кукурудзи 3–5 листків. Повторність досліду триразова. Грунт – чорнозем опідзолений важкосуглинистий, вміст гумусу в орному шарі – 3,2–3,3%.

Ступінь насиченості профілю ґрунту основами в межах 89,8–92,5%, реакція ґрунтового розчину середньо-кисла (рН кел 5,5), гідролітична кислотність – 1,93–2,26 смоль/кг ґрунту, вміст рухомих сполук фосфору та калію (за методом Чирикова) – 120–132 мг/кг ґрунту, азоту лужногідролізованих сполук (за методом Корнфілда) – 103 мг/кг ґрунту.

Гербіцид вносили обприскувачем ОГН–600 із витратою робочого розчину 200 л/га. Розміри листової поверхні рослин кукурудзи визначали за параметрами листової пластинки [20, с. 19]. Анатомічну структуру епідермісу листків кукурудзи досліджували за методикою З. Грицаєнко [20, с. 130].

Виклад основного матеріалу дослідження. Під час визначення листової поверхні рослин кукурудзи у фазі 8–10 листків культури за внесення 15 і 20 г/га гербіциду Бату, в. г., розміри листової поверхні перевищували контроль I відповідно на 6 і 12%. Найбільша асиміляційна поверхня кукурудзи серед варіантів досліду із застосуванням гербіциду була в разі дії 25 г/га гербіциду і перевищувала контроль I на 18%. Застосування максимальної норми гербіциду у 30 г/га спричиняло певну фітотоксичну дію препарату на рослини кукурудзи, що відбивалося на уповільненні формування листової поверхні рослин порівняно з попередньою нормою Бату, в. г. Однак у цьому варіанті досліду площа листя перевищувала контроль I на 15%.

У фазі викидання волоті залежність формування листової поверхні рослин кукурудзи від норм внесення гербіциду залишалася такою ж, як і в попередню фазу розвитку, хоча абсолютні показники площі листя значно збільшилися. Серед дослідних варіантів, де вносили гербіцид, найбільша листовка поверхня, як і в попередню фазу розвитку культури, формувалася за дії 25 г/га препарату, тут вона на 18% перевищувала контроль I (що на 3% було меншим за контроль II) (табл. 1).

Таблиця 1

**Вплив гербіциду Бату, в. г., на формування
листової поверхні рослин кукурудзи (середнє за 2016–2017 рр.)**

Варіант досліду	Листковий індекс			
	фаза 8–10 листків		фаза викидання волоті	
	листови індекс	до контролю, %	листови індекс	до контролю, %
Без гербіциду і ручних прополовань (контроль I)	1,37	100	5,63	100
Без гербіциду + ручні прополовання (контроль II)	1,66	121	6,65	121
Бату, в. г., 15 г/га	1,45	106	5,78	105
Бату, в. г., 20 г/га	1,53	112	6,27	114
Бату, в. г., 25 г/га	1,62	118	6,51	118
Бату, в. г., 30 г/га	1,57	115	6,34	115
<i>HIP</i>₀₅	0,08		0,20	

Внесення досліджуваних препаратів впливало на формування анатомічної будови епідермісу листків кукурудзи. Так, під час визначення кількості клітин епідермісу рослин кукурудзи у 2016 р. встановлено, що в разі застосування гербіциду Бату, в. г., у нормі 15 г/га вона знизилася порівняно з контролем I на 32 шт./мм², тоді як за внесення 20 г/га – на 17 шт./мм² за НІР₀₅ 13 шт./мм². Найменшою серед варіантів досліді з дією норм гербіциду кількість клітин була за дії 25 г/га препарату. Підвищення норми застосування гербіциду до 30 г/га майже не впливало на зміну кількості клітин епідермісу порівняно з контролем I (табл. 2).

Таблиця 2

**Анатомічна структура епідермісу листків кукурудзи
у фазі викидання волоті за застосування гербіциду Бату, в. г.**

Варіант досліді	Кількість клітин епідермісу, шт./мм ²		Площа однієї клітини, мкм ²		Кількість продохів, шт./мм ²	
	2016 р.	2017 р.	2016 р.	2017 р.	2016 р.	2017 р.
Без гербіциду і ручних прополовань (контроль I)	140	135	310	326	50	52
Без гербіциду + ручні прополовання (контроль II)	101	100	390	398	61	66
Бату, в. г., 15 г/га	108	106	340	355	54	55
Бату, в. г., 20 г/га	123	122	360	374	57	60
Бату, в. г., 25 г/га	111	108	376	388	60	63
Бату, в. г., 30 г/га	144	140	318	334	55	60
НІР₀₅	13	17	25	31	2	3

Поруч зі зменшенням клітин епідермісу за дії гербіциду закономірно відбувалося збільшення площі однієї клітини. Найбільші розміри клітин серед варіантів досліді зазначено під час застосування ручного прополовання – 390 мкм² проти 310 мкм² у контролі I, за внесення 25 г/га Бату, в. г., – на 62 мкм² більше за контроль I за НІР₀₅ 25 мкм². В інших варіантах досліді площа клітин епідермісу була меншою проти наведених варіантів, однак перевищувала контроль I.

Зниження числа клітин епідермісу листків кукурудзи за збільшення їхньої площі характерне для мезоморфного типу листової пластинки. Цей тип листка формується за більш сприятливих умов, що склалися для рослин культури завдяки усуненню переважної частки рудеральної рослинності в посіві кукурудзи та скорочення терміну їхнього шкідливого впливу, особливо за дії прополовань і гербіциду в нормі 25 г/га. Закономірно, що більша кількість клітин епідермісу в контролі I та дії 15 і 20 г/га препарату свідчить про перехід формування листової пластинки за ксеноморфним типом, оскільки в цих варіантах досліді було більше небажаної рослинності. Норма у 30 г/га сама собою негативно вплинула на рослини кукурудзи, оскільки була надто стресовою, негативно впливала на фітогормональний статус рослини, тим самим активуючи утворення більшої кількості клітин за одночасного зменшення їхньої площі.

Під час визначення кількості та площі клітин епідермісу у 2017 р. встановлено, що залежність зміни цих показників від норми внесення гербіциду була

аналогічною 2016 р. Оскільки умови вегетаційного періоду 2017 р. були дещо кращими, то закономірним є те, що кількість клітин епідермісу кукурудзи знизилася від 1 до 5 шт./мм² проти 2016 р. за одночасного зростання їхньої площі від 8 до 15 мкм² (табл. 2).

Серед варіантів досліду із застосуванням гербіциду найменша кількість клітин епідермісу за найбільшою їхньої площі була також у разі внесення 25 г/га препарату – 108 шт./мм² та 388 мкм² відповідно, тоді як у контролі I – відповідно 135 шт./мм² і 326 мкм².

Під час визначення кількості продохів в епідермісі листків кукурудзи встановлено, що в роки досліджень більша їх кількість була у 2017 р., за більш комфортних умов вегетації. Серед варіантів досліду найбільшу кількість продохів зазначено за використання ручних прополювань і застосування 25 г/га гербіциду – відповідно на 14 та 11 шт./мм² більше за контроль I за НІР₀₅ 3 шт./мм² (табл. 2).

Висновки. Застосування норм гербіциду Бату, в. г., позитивно впливає на зростання розмірів листової поверхні рослин кукурудзи, особливо за норми внесення у 25 г/га. У цьому ж варіанті досліду простежується формування структури епідермісу листка за мезоморфним типом, який характеризується зменшенням кількості клітин за одночасного зростання їхньої площі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Іващенко О., Мельник О. Чому гербіциди не діють. *Захист рослин*. 2001. № 2. С. 15–17.
2. Рибка В., Ляшенко М., Дудка М. Вирощування кукурудзи в Україні. Яка перспектива? *Агробізнес сьогодні* : електронне видання. 2018. URL: <http://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/11994-vyroshchuvannia-kukurudzy-v-ukraini-yaka-perspektiva.html> (дата звернення: 12.02.2019).
3. Крамарьов С., Писаренко П. Ефективність гербіцидів в агроценозах кукурудзи. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2008. № 3. С. 5–12.
4. Мовчан І. Застосування гербіцидів у посівах кукурудзи: особливості та застереження. 2018. URL: <https://www.dekalb.ua/novini-ta-podii/zastosuvanna-gerbicidev-u-posivah-kukurudzi-osoblivosti-ta-zasterezenna> (дата звернення: 12.02.2019).
5. Ременюк С., Токарчук М. Особливості захисту посівів кукурудзи від однодольних видів бур'янів. *Пропозиція*. 2017. № 4. С. 124–127.
6. Карпенко В., Павлишин С. Чиста продуктивність фотосинтезу пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте 195 і регулятора росту рослин Вуксал Біо Віта. *Матеріали Всеукраїнської конференції молодих учених, Умань, 15–16 травня 2018 р.* Умань, 2018. С. 43–44.
7. Бровко О., Кур'ята В., Рогач В. Вплив синтетичних регуляторів росту 1-НОК та 6-БАП на морфогенез та продуктивність перцю солодкого. *Вісник Львівського національного аграрного університету*. Серія «Агрономія». 2016. № 1. С. 1–8.
8. Жеребо В. Гербіциди в інтегрованому захисті. *Карантин і захист рослин*. 2007. № 7. С. 12–13.
9. Іващенко О. Бур'яни в агрофітоценозах. Київ : Світ, 2002. 234 с.
10. Грицаєнко З., Притуляк Р. Вплив гербіцидів і регулятора росту Біолану на формування площі листової поверхні озимого тритикале. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих вчених, Умань, 10–12 травня 2007 р.* Умань, 2007. С. 195–196.
11. Грицаєнко З. Сравнительная эффективность гербицидов примэкстры и агелона в посевах кукурузы, выращиваемой в полевом севообороте по индустриальной технологии при разной влажности почвы. *Плодородие почвы и продуктивность севооборотов* : сборник научных трудов. Киев, 1985. С. 94–102.

12. Залежність дії гербіцидів від умов їх застосування в посівах зернових колосових культур / З. Грицаєнко. *Збірник наукових праць Уманської сільськогосподарської академії*. Київ : Нора-прінт, 1997. С. 75–78.
13. Карпенко В., Павлишин С. Площа листової поверхні пшениці полби звичайної за використання гербіциду Пріма Форте і регулятора росту рослин Вуксал Біо Віта. *Тернопільські біологічні читання – 2018* : матеріали Всеукраїнської конференції, присвяченої 20-річчю заснування Галицького університету ім. Володимира Гнатюка, Тернопіль, 19–21 жовтня 2018 р. Тернопіль, 2018. С. 101–104.
14. Бровко О., Кур'ята В., Рогач В. Вплив гібереліну на формування фотосинтетичного апарату та продуктивність перцю солодкого. *Агробіологія*. 2016. № 1. С. 86–92.
15. Недуха О. Гетерофілія у *Taraxacum officinale* L. Морфолого-анатомічна будова листків. *Сучасна фітоморфологія* : матеріали Міжнародної наукової-практичної конференції, Львів, 24–26 квітня 2012 р. Львів, 2012. С. 29–35.
16. Панюта О., Палагеча Р. Анатомічна будова епідерми листків *Magnolia Grandiflora* L. залежно від ярусу листка. *Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка*. № № 25–27. С. 131–133.
17. Карпенко В. Значення анатомічної будови рослин у вивченні механізму дії гербіцидів. *Матеріали Всеукраїнської наукової конференції молодих учених, Умань, 28–30 квітня 2008 р.* Умань, 2008. С. 17–19.
18. Воронцова Н. Влияние гербицидов и ретарданта на урожайность ячменя в условиях Северо-Запада. *Интенсификация кормопроизводства на Северо-западе РСФСР : сборник научных трудов*. Ленинград, 1987. С. 79–83.
19. Карпенко В., Пригуляк Р. Анатоми-морфологічна будова листового апарату ячменю ярого за дії гербіциду і рістрегуляторів. *Сучасна фітоморфологія* : матеріали Міжнародної наукової-практичної конференції, Львів, 24–26 квітня 2012 р. Львів, 2012. С. 253–255.
20. Грицаєнко З., Грицаєнко А., Карпенко В. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів. Київ : ЗАТ «Нічлава», 2003. 320 с.