

УДК 632.954:633.16

МЕЗОСТРУКТУРНА ОРГАНІЗАЦІЯ ЛИСТКОВОГО АПАРАТУ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ЗА ДІЇ ГЕРБІЦИДУ І БІОЛОГІЧНИХ ПРЕПАРАТІВ

З.М. ГРИЦАЄНКО, доктор сільськогосподарських наук, професор

В.П. КАРПЕНКО, кандидат сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

Наведено результати лабораторних і польових досліджень дії різних норм гербіциду Калібр 75 (30, 40, 50, 60 і 70 г/га), внесених окремо і в бакових сумішах із агатом-25К і агростимуліном, на формування мезоструктури і площі листового апарату ячменю ярого. Встановлено, що найоптимальніший за площею і мезоструктурною організацією листовий апарат ячменю формується за використання в посівах бакової суміші калібр 75 40 г/га + агат-25К + агростимулін.

Ключові слова: ячмінь ярий, гербіцид, біологічні препарати, листовий апарат, мезоструктурна організація

Загальновідомо, що мезофіл листка, зокрема хлорофілвісна його частина (хлоренхіма), є важливою структурною одиницею, що зумовлює стійкість фотосинтетичного апарату і всієї рослини проти несприятливих факторів навколишнього середовища. Тому будь-які зміни в анатомічній структурі фотосинтетичного апарату на клітинному й тканинному рівнях можна розглядати як прояви регуляції фотосинтезу, що забезпечують адаптацію рослин до дії стресових факторів, у тому числі й гербіцидів [5].

Нині структурна організація і функціональна активність фотосинтетичного апарату найдетальніше можуть бути охарактеризовані на основі аналізу мезоструктури, основними досліджуваними показниками якого є: площа листків, число клітин хлоренхіми, їх об'єм, кількість в них хлоропластів та ін. Однак до нині мезоструктура різних видів рослин добре вивчена за дії екологічних факторів [4, 10], водночас, вплив на мезоструктуру сільськогосподарських культур, зокрема й

ячменю ярого, гербіцидів і регуляторів росту рослин у літературі не висвітлено достатньо [6, 13].

Так, за дії гербіциду 2,4-Д у рослин квасолі виявлені зміни в морфологічній будові клітин епідермісу [9], а за дії на рослини соняшнику 0,145 – 1,45 % 2,4-Д потовщувалися листкові пластинки та зменшувалося число клітин між судинними пучками [14]. За обробки соняшнику регулятором росту трептолемом встановлено зміни в об'ємі клітин стовпчастої паренхіми, які супроводжувались збільшенням її розмірів. У цілому, це призводило до розростання основної фотосинтезуючої тканини листка – хлоренхіми [12].

Мезотруктурна організація листкового апарату накладає істотний відбиток на формування площі листків, від якої залежить їх функціональна активність. Дослідження, проведені з використанням у посівах ячменю ярого регулятора росту мелафену ($1 \cdot 10^{-7}\%$) і пірафену ($1 \cdot 10^{-7}\%$) показали, що площа листків у фазу виходу рослин у трубку за дії цих препаратів зростала відповідно на 27,4% і 37,2–45,6% [8]. За сумісної обробки ячменю ярого гербіцидами з біостимуляторами площа листкового апарату рослин також значно збільшувалася [7], однак, механізм цього процесу і його спрямованість потребують подальшого всебічного вивчення.

Мета досліджень – вивчити мезоструктурну організацію листків ячменю ярого за обробки рослин гербіцидом класу сульфонілсечовин калібр 75, внесеним окремо і в бакових сумішах з агатом-25К та агростимуліном і встановити ступінь впливу препаратів на формування функціонально активного компоненту рослин – листкового апарату, від якого залежить фотосинтетична активність посівів.

Матеріал і методика досліджень. Досліди виконували в лабораторних і польових умовах Уманського національного університету садівництва. Об'єктами досліджень слугували рослини ячменю ярого сорту Соборний, гербіцид калібр 75, в.г. (д.р. – тифенсульфурон-метил, 500 г/кг + трибенурон-метил, 250 г/кг), біопрепарат агат-25 К (д.р. – інактивовані бактерії *Pseudomonas aureofaciens* Н16 – 2% і біологічно активні речовини культуральної рідини – 38%), регулятор росту рослин агростимулін (д.р. – N-оксид-2,6-диметилпіридин + емістим С) [11].

Досліди з рослинами ячменю ярого в лабораторних умовах виконували в 2007р. з дотриманням вимог вегетаційного методу [3]. З цією метою рослини ячменю вирощували в пластикових посудинах, які наповнювали чорноземом опідзоленим важкосуглинковим. Препарати вносили за схемою, наведеною в табл. 1. Норми внесення препаратів розраховували на відповідну площу з урахуванням норми витрати води 300 л/га. Повторність досліду – чотириразова.

Закладання польових дослідів виконували в триразовому повторенні згідно зі схемою: без застосування препаратів (контроль I), ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II), агат-25К – 20 мл/га, агростимулін – 10 мл/га, калібр 75 у нормах 30; 40; 50; 60 і 70 г/га без і в поєднанні з біологічними препаратами (агат-25К, агростимулін). Внесення препаратів проводили у фазу повного кушіння ячменю ярого з використанням обприскувача ОГН – 600. Витрата робочого розчину – 300 л/га.

Виконували аналізи з відібраними зразками рослин у лабораторних умовах. Мезоструктуру вивчали в мацерованих у 1н НСІ висічках листків ячменю ярого [1, 10]. Число клітин в одиниці поверхні листка визначали в камері Горяєва, об'єм клітин – розрахунком за формулою циліндра, підставляючи, визначені окуляр-мікрометром розміри на мікроскопі Біолан-70. Площу листків визначали методом висічок [2].

Результати досліджень. Встановлено, що під впливом гербіциду калібр 75 і його бакових сумішей із агатом-25К та агростимуліном мезоструктурна організація листового апарату ячменю ярого значно змінювалась (табл. 1). Так, за обробки рослин ячменю гербіцидом калібр 75 у нормах 30, 40, 50 і 60 г/га кількість клітин в одиниці поверхні тканини листка порівняно з контролем I зменшувалась відповідно на 5; 16; 10 і 3 тис. шт./см², а за дії цих норм гербіциду разом з біопрепаратами – на 19; 24; 17 і 10 тис. шт./см² при НІР₀₁ 2,3. За внесення 70 г/га калібру 75 як окремо, так і в сумішах з біологічними препаратами, кількість клітин порівняно з контролем I зростала відповідно на 6 і 1 тис. шт./см².

1. Мезоструктурна організація листкового апарату ячменю ярого за дії різних норм гербіциду калібр 75, внесених окремо і в поєднанні з агатом-25К та агростимуліном (вегетаційний дослід, 2007 р.)

Варіант дослідю	Кількість клітин в одиниці поверхні тканини листка, тис. шт./см ²	Середній об'єм однієї клітини, тис./мкм ³	Число хлоропластів в одиниці поверхні листка, млн.шт./см ²	Середня площа одного листка, см ²
Обробка водою (контролю)	181	15,3	4,5	9,1
Агат-25К	173	18,2	5,0	10,3
Агростимулін	168	19,4	5,2	10,8
Калібр 75, 30 г/га	176	18,0	5,1	10,4
Калібр 75, 40 г/га	165	20,3	5,8	11,0
Калібр 75, 50 г/га	171	17,8	5,2	10,6
Калібр 75, 60 г/га	178	16,0	4,7	9,8
Калібр 75, 70 г/га	187	14,3	4,2	8,7
Калібр 75, 30 г/га + Агат-25К + Агростимулін	162	21,3	5,7	11,0
Калібр 75, 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін	157	22,4	6,5	12,2
Калібр 75, 50 г/га + Агат-25К + Агростимулін	164	20,0	5,8	11,3
Калібр 75, 60 г/га + Агат-25К + Агростимулін	171	18,0	5,1	10,5
Калібр 75, 70 г/га + Агат-25К + Агростимулін	182	15,7	4,6	9,6
НІР ₀₁	2,3	1,0	0,3	0,5

Між кількістю клітин в одиниці поверхні тканини листка і середнім об'ємом однієї клітини встановлено обернену залежність: чим менша кількість клітин, тим більший об'єм однієї клітини, і навпаки. Так, за мінімальної кількості клітин в одиниці поверхні листка в варіанті внесення 40 г/га калібру 75 з агатом-25К і

агростимуліном, середній об'єм однієї клітини становив 22,4 тис. мкм³, тоді як, за максимальної кількості клітин в одиниці поверхні листка при внесенні 70 г/га калібру 75 – 14,3 тис. мкм³.

Збільшення середнього об'єму однієї клітини, яке спостерігали за сумісного застосування гербіциду і біопрепаратів, супроводжувалось зростанням числа хлоропластів в одиниці поверхні листка. Так, за дії гербіциду калібр 75 у нормах 30; 40; 50; 60 і 70 г/га + агат-25К + агростимулін кількість хлоропластів відносно контролю I зростала відповідно на 1,2; 2,0; 1,3; 0,6 і 0,1 млн. шт./см², а порівняно з варіантами із самостійним внесенням цих же норм калібру 75 без біологічних препаратів – на 0,6; 0,7; 0,6; 0,4 і 0,4 млн. шт./см² (НІР₀₁ 0,3). Очевидно, що за сумісної дії гербіциду із біологічними препаратами відбувалося активування реплікації пластид, зокрема, хлоропластів, що й зумовило зростання їх кількості в хлоренхімі листка ячменю ярого. Подібну закономірність за дії регулятора росту на рослини кукурудзи відзначали й інші вчені [6].

Зменшення кількості клітин в одиниці поверхні листка, за одночасного зростання середнього об'єму клітини та числа хлоропластів у ній, зумовлювало збільшення середньої площі одного листка, яка за внесення 40 г/га калібру 75 із агатом-25К та агростимуліном була найбільшою (12,2 см² при 9,1 см² в контролі). Одержані дані демонструють залежність процесів формування фотосинтетичної поверхні листків ячменю ярого від їх мезоструктурної організації.

Результати виконаних нами польових дослідів підтвердили цю закономірність, однак, слід відмітити, що формування площі фотосинтетичного апарату залежало значною мірою також від погодних та фітоценотичних умов, що складались в роки вегетації культури (табл. 2). Так, за обробки посівів ячменю ярого гербіцидом калібр 75 найбільша площа листкового апарату формувалась у найсприятливішому за погодними умовами 2008 р. У варіанті досліді 40 г/га калібру 75 + агат-25К + агростимулін цей показник на 49,7% перевищував контроль I.

2. Площа фотосинтетичного апарату ячменю ярого за дії різних норм гербіциду калібр 75, внесених окремо і в поєднанні з агатом-25К та агростимуліном (фаза виголошування)

Варіант дослідження	Площа листків, см ² /рослину				Середня площа листків, см ² /рослину
	2006 р.	2007 р.	2008 р.	2009 р.	
Без застосування препаратів (контроль I)	72,4	38,1	100,4	75,5	71,6
Ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль II)	123,3	65,2	151,1	105,5	112,3
Агат-25К	79,8	53,3	123,4	83,3	85,0
Агростимулін	87,3	55,4	131,2	78,7	88,2
Калібр 75, 30 г/га	94,5	48,3	120,3	83,4	86,6
Калібр 75, 40 г/га	102,2	53,1	131,2	90,1	94,2
Калібр 75, 50 г/га	115,9	61,3	147,7	98,7	105,9
Калібр 75 ,60 г/га	111,9	50,2	138,5	93,4	98,5
Калібр 75 ,70 г/га	102,7	38,3	115,5	80,1	84,2
Калібр 75, 30 г/га + Агат-25К + Агростимулін	115,4	56,6	132,2	90,3	98,6
Калібр 75, 40 г/га + Агат-25К + Агростимулін	119,8	62,3	150,3	103,7	109,0
Калібр 75, 50 г/га+ Агат-25К + Агростимулін	117,5	62,0	148,4	100,2	107,0
Калібр 75, 60 г/га + Агат-25К + Агростимулін	116,4	55,4	143,8	97,7	103,3
Калібр 75, 70 г/га + Агат-25К + Агростимулін	110,0	40,1	121,1	85,5	89,2
НІР ₀₅	2,2	4,8	4,5	2,3	

Цей варіант досліду забезпечував найвищі показники площі листків однієї рослини в середньому за 2006 – 2009 рр. досліджень, яка перевищувала контроль І на 52,2%.

Формування найбільшої площі листкового апарату в цьому варіанті узгоджується також з найвищими показниками мезоструктурної організації листків. Це дає підставу стверджувати, що ця бакова суміш найбільше впливала на обмінні процеси в рослинах, які зумовлювали активізацію росту окремих тканин і органів. Однак, порівнюючи площу листкового апарату в цьому варіанті досліду з контролем II можна відзначити, що в середньому за 2006 – 2009 рр. вона була меншою. Очевидно, що позитивний вплив бакової суміші 40 г/га калібру 75 з агатом-25К та агростимуліном на формування листкового апарату ячменю ярого зумовлювався сумарною дією кількох чинників, у тому числі й фітоценотичного, який в цьому випадку визначався взаємовідношеннями культурних рослин і бур'янів. Так, за відсутності бур'янів у контролі II, які є конкурентами культурних рослин за світло, вологу, поживні речовини, ячмінь ярий формував більшу площу листкового апарату, що відзначався високою функціональною активністю, оскільки формувався під впливом складових препарату агат-25К, які за рахунок продуктів обміну бактерій та мікроелементів пригнічували розвиток хвороб у посівах, а це, в свою чергу, значно подовжувало період його активної роботи.

Висновки. Гербіцид класу сульфонілсечовин калібр 75, внесений окремо і в бакових сумішах із агатом-25К та агростимуліном, значно впливає на формування мезоструктури листкового апарату ячменю ярого, що виражається в збільшенні об'єму клітин в одиниці поверхні тканини листка та кількості в них хлоропластів. Однак найоптимальніший за фотосинтезуючою поверхнею та мезоструктурною організацією листковий апарат ячменю ярого формується за використання в посівах поєднання 40 г/га калібру 75 з агатом-25К та агростимуліном.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Гавриленко В.Ф. Большой практикум по фотосинтезу / В. Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова; под ред. И.П. Ермакова. – М.: «Академия», 2003. – 256 с.
2. Грицаєнко З.М. Методи біологічних та агрохімічних досліджень рослин і ґрунтів / Грицаєнко З.М., Грицаєнко А.О., Карпенко В.П. – К.: ЗАТ «Нічлава», 2003. – 320 с.
3. Журбицкий З.И. Теория и практика вегетационного метода / З.И. Журбицкий. – М.: Наука, 1968. – 268 с.
4. Зайцева Т.А. Формирование структуры и развитие функциональной активности фотосинтетического аппарата в клетках разных зон роста первичного листа пшеницы под влиянием света различного спектрального состава / Т.А. Зайцева, К.А. Луговцова // Физиология и биохимия культурных растений. – 1994. – Т. 26, № 5. – С. 444 – 450.
5. Иванова Л.А. Структурная адаптация мезофилла листа / Л.А. Иванова, В.И. Пьянков // Физиология растений. – 2001. – Т. 48, № 6. – С. 3 – 8.
6. Калинина Е.А. Действие цитокинина на рост, фотосинтез и дыхание как составляющие продукционного процесса у растений кукурузы *Zea mays L.* / Е.А. Калинина, Е.С. Роньжина // Физиолого-биохимические основы продукционного процесса у культивируемых растений: мат. докл. Всерос. симпозиума с межд. участием. – Саратов, 2010. – С. 36 – 38.
7. Карпенко В.П. Вплив сумісного застосування бакових сумішей гербіциду Лінтуру з біопрепаратом Агат-25К на формування надземної біомаси і площі листового апарату ячменю ярого / В.П. Карпенко // Фундаментальні та прикладні дослідження в біології: матеріали I Міжн. наук. конф. студентів, аспірантів та молодих учених, 23–26 лютого 2009 р. – Донецьк : Вид-во «Вебер», 2009. – С. 260 – 261.
8. Карпова Г.А. Формирование вегетативной сферы ячменя при использовании регулятора роста / Г.А. Карпова, М.Е. Миронова // Регуляторы роста, развития и продуктивности растений : мат. V Межн. науч. конф., 28 – 30 ноября 2007 г. – Минск : Право и экономика, 2007. – С. 93.

9. Мелехов Е.И. Специфическое и неспецифическое гербицидное действие 2,4-Д на клетку и целое растение / Е.И. Мелехов, Г.М. Смирнова // Химия в сельском хозяйстве. – 1980. – 18, № 11. – С. 26 – 27.
 10. Мокронос А.Т. Фотосинтез. Физиолого-экологические и биохимические аспекты / А.Т. Мокронос, В.Ф. Гавриленко, Т.В. Жигалова; под ред. И.П.Ермакова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 448 с.
 11. Перелік пестицидів і агрохімікатів дозволених до використання в Україні / С.Є. Прунцев, Д.В. Иванов, Н.В. Любач [та ін.] // Спеціальний випуск журналу «Пропозиція». – К. : Юнівест-Медіа, 2010. – 536 с.
 12. Рогач Т.І. Особливості морфогенезу і продуктивність соняшнику за дії Трептолему / Т.І. Рогач // Фізіологія рослин: проблеми та перспективи розвитку. – К. : Логос, 2009. – С. 680 – 686.
 13. Chattopadhyay P.K. Studies on the internal structure of leaves as influenced by plant growth regulators / P.K. Chattopadhyay, S.P. Ghosh // Curr. Sci. – 1980. – V. 49, № 2. – P. 60 – 61.
 14. Herdi Ferenc. A napraforgo (*Helianthus annuus L.*) lomblevelenek 2,4-D hatására betkovetkezett szöveti elváltozása / Ferenc Herdi // Novenytormeles. – 1980. – 29, № 3. – S. 215 – 226.
-
1. Gavrylenko V.F. Bol'shoj praktikum po fotosintezu / V. F. Gavrylenko, T.V. Zhygalova; pod red. Y.P. Ermakova. – M.: «Akademyja», 2003. – 256 s.
 2. Grycajenko Z.M. Metody biologichnyh ta agrohimichnyh doslidzhen' roslin i g'runtiv / Grycajenko Z.M., Grycajenko A.O., Karpenko V.P. – K.: ZAT «Nichlava», 2003. – 320 s.
 3. Zhurbyckyj Z.Y. Teoryja y praktyka vegetacyonnogo metoda / Z.Y. Zhurbyckyj. – M.: Nauka, 1968. – 268 s.
 4. Zajceva T.A. Formyrovanye struktury y razvitye funkcyonal'noj aktyvnosti fotosynteticheskogo apparata v kletkah raznyh zon rosta pervychnogo lysta pshenyсы pod vlyjanyem sveta razlychnogo spektral'nogo sostava / T.A. Zajceva, K.A. Lugovcova // Fyzyologija y byohimija kul'turnyh rastenyj. – 1994. – T. 26, № 5. – S. 444 – 450.

5. Yvanova L.A. Strukturnaja adaptacija mezofylla lysta / L.A. Yvanova, V.Y. P'jankov // Fyzyologija rastenyj. – 2001. – T. 48, № 6. – S. 3 – 8.
6. Kalynyna E.A. Dejstvye cytokynyna na rost, fotosyntezy y dyhanye kak sostavljajushhye produkcyonnoho processa u rastenyj kukuruzy *Zea mays* L. / E.A. Kalynyna, E.S. Ron'zhyna // Fyzyologo-byohymycheskye osnovy produkcyonnoho processa u kul'tyvnyh rastenyj: mat. dokl. Vseros. sympozyuma s mezhd. uchastyem. – Saratov, 2010. – S. 36 – 38.
7. Karpenko V.P. Vplyv sumisnogo zastosuvannja bakovyh sumishej gerbicydu Linturu z biopreparatom Agat-25K na formuvannja nadzemnoi' biomasy i ploshhi lystkovogo aparatu jachmenju jarogo / V.P. Karpenko // Fundamental'ni ta prykladni doslidzhennja v biologii': materialy I Mizhn. nauk. konf. studentiv, aspirantiv ta molodyh uchenyh, 23–26 ljutogo 2009 r. – Donec'k : Vyd-vo «Veber», 2009. – S. 260 – 261.
8. Karpova G.A. Formyrovanye vegetatyvnoj sfery jachmenja pry yspol'zovanuu reguljatora rosta / G.A. Karpova, M.E. Myronova // Reguljatory rosta, razvytyja y produktyvnosty rastenyj : mat. V Mezhn. nauch. konf., 28 – 30 nojabrja 2007 g. – Mynsk : Pravo y ekonomyka, 2007. – S. 93.
9. Melehov E.Y. Specyficheskie y nespecyficheskie gerbicydnye dejstvye 2,4-D na kletku y celoe rastenye / E.Y. Melehov, G.M. Smyrnova // Hymyja v sel'skom hozjajstve. – 1980. – 18, № 11. – S. 26 – 27.
10. Mokronosov A.T. Fotosyntezy. Fyzyologo-ekologicheskye y byohymycheskye aspekty / A.T. Mokronosov, V.F. Gavrylenko, T.V. Zhygalova; pod. red. Y.P.Ermakova. – M. : Yzd. centr «Akademyja», 2006. – 448 s.
11. Perelik pestycydiv i agrohymikativ dozvolenyh do vykorystannja v Ukrai'ni / S.Je. Prucev, D.V. Ivanov, N.V. Ljubach [ta in.] // Special'nyj vypusk zhurnalu «Propozycja». – K. : Junivest-Media, 2010. – 536 s.
12. Rogach T.I. Osoblyvosti morfogenezu i produktyvnist' sonjashnyku za dii' *Treptolemu* / T.I. Rogach // Fiziologija roslin: problemy ta perspektyvy rozvytku. – K. : Logos, 2009. – S. 680 – 686.
13. Chattopadhyay P.K. Studies on the internal struture of leaves as influenced by plant growth regulators / P.K. Chattopadhyay, S.P. Grosh // Curr. Sci. – 1980. – V. 49, № 2. –

R. 60 – 61.

14. Herdi Ferenc. A napraforgo (*Helianthus annuus* L.) lomblevelenek 2,4-D hatására betkovetkezett szöveti elváltozása / Ferenc Herdi // *Novenytormeles.* – 1980. – 29, № 3. – S. 215 – 226.

**Мезоструктурная организация листового аппарата ячменя ярового при
действии гербицида и биологических препаратов**

З.М. Грицаенко, В.П. Карпенко

Приведены результаты исследований по изучению в лабораторных и полевых условиях действия различных норм гербицида калибр 75 (30, 40, 50, 60 и 70 г/га), внесенных отдельно и в баковых смесях с агат-25К и Агростимулином, на формирование мезоструктуры и площади листового аппарата ячменя ярового. Установлено, что наиболее оптимальный по площади и мезоструктурной организации листовой аппарат ячменя формируется при использовании в посевах баковой смеси 40 г/га калибра 75 с агатом-25К и агростимулином.

Ключевые слова: ячмень яровой, гербицид, биологические препараты, листовой аппарат, мезоструктурная организация.

**Meso-structure of spring barley leaf apparatus under the influence of herbicide
and biological preparations**

Z.M.Hrytsaynko, V.P.Karpenko

The article presents the results of the study on the impact of various rates of herbicide Calibre 75 (30, 40, 50, 60, and 70 g/ha) applied separately and in tank mixtures with Agat-25K and Agrostimulin on the formation of meso-structure and leaf area of spring barley leaf apparatus. The experiment was carried out on the field and laboratory conditions.

It is found that the optimal leaf apparatus of spring barley in regard to its meso-structure and leaf area is formed when the tank mixture of Calibre 75+Agat-25K Agrostimulin is applied to young plantings.

Key words: spring barley, herbicide, biological preparations, leaf apparatus, meso-structure.