

УДК 577.1

О. М. Вінниченко, О. М. Василюк

Дніпропетровський національний університет

ВПЛИВ БІОЛОГІЧНО АКТИВНИХ РЕЧОВИН НА АКТИВНІСТЬ КАТАЛАЗИ РІЗНИХ ГЕНОТИПІВ КУКУРУДЗИ НА ФОНІ ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ

Досліджували вплив гумусу різного походження (Флорекс біо, Флорекс N та Флорекс РК) на активність каталази чистих ліній В-73, ГК-26, П-346, F-2 та гібриду кукурудзи Піонер 3879 М в умовах кліматичної камери, польового дослідження та модельного експерименту на фоні дії різних гербіцидів.

*Influence of a humus of different origin to a catalase activity in leaves, roots and corns of the pure lines (B-73, GK-26, P-346 and F-2) and hybrid (Pioneer 3879) of *Zea mays* was studied. The humus was originated from the preparations Floreks bio, Floreks N and Floreks PK. The research was carried out in the phytotron, in the field and model experiment.*

Вступ

В умовах збільшення техногенного навантаження набувають великого значення регулятори росту рослин, які зменшують вплив ксенобіотиків: гумат натрію [11], дріжджовий екстракт, кокосове молоко [14], емістим (метаболіт ендоефітних грибів із коренів обліпихи чи женьшеню) [1; 2; 4; 9], природні регулятори росту – ауксини, цитокініни, гібереліни [12], фітогормони з відходів пивоварної та спиртової промисловості, екстракти морських водоростей [13; 15; 16; 17]. Важливий регулятор росту та розвитку рослин біогумус містить групу речовин, які отримані шляхом переробки органічних залишків. Біогумус складається на 20–25 % з органічних та на 8–10 % – з гумусових сполук, з макро- і мікроелементів та деяких ферментів [5]. Біогумус сприяє нормалізації вмісту нітратів у зерні, підвищує продуктивність кукурудзи [6].

Матеріал і методи досліджень

В умовах польового дослідження вивчали вплив трьох видів біогумусу: Флорекс біо, Флорекс N та Флорекс РК. Флорекс біо містить 30–70 % органічних сполук, 1 % азоту та мікроелементи; Флорекс N – перероблений пташиний послід, який складається з 70–80 % органічних речовин, 3–7 % азоту, 2–4 % фосфору та 1–3 % калію; Флорекс РК утворений із попелу речовин органічного походження, який складається з 20 % фосфору, 17 % кальцію, 10 % калію та мікроелементів.

Об'єкт дослідження – самозапилені лінії кукурудзи F-2, В-73, ГК-26, гібрид Піонер 3879 М та його чиста лінія П-346. Ці лінії та гібриди кукурудзи відрізняються за генотипом, термінами визрівання, якістю схожості, чутливістю до дії гербіцидів. Ці показники впливають на формування адаптаційних процесів рослин за умов дії антропогенних чинників. Лінія F-2 вважається ранньостиглою, В-73 – середньостиглою, а ГК-26 – середньопізньою.

Самозапилені лінії кукурудзи F-2, В-73, ГК-26, П-346, гібрид Піонер 3879 М вирощено на дослідних ділянках інституту зернового господарства УААН м. Дніпропетровськ у с. Василівка Солонянського району за технологією, яка надана дослідною селекційною лабораторією Інституту зернового господарства.

Мета роботи – з'ясувати вплив біогумусу на активність каталази в листі, коренях та зерні гібриду кукурудзи першого покоління Піонер 3879 М порівняно з чистою лінією П-346, а також самозапилених ліній F-2, В-73, ГК-26 у різних умовах

© О. М. Вінниченко, О. М. Василюк, 2006

38

дослід у штучному фітоценозі на фоні дії ґрунтових гербіцидів (атразин, харнес і аценіт) і гербіцидів післясходової дії (2,4-Д, лантагран). В умовах лабораторного досліду для роботи використовували гібрид кукурудзи Піонер 3879 М та чисту лінію П-346, яка належить до рослин середньоранньої групи стиглості.

Дослід виконували за такою схемою: 1 – контроль; 2 – атразин 35 мг/л; 3 – біогумус 0,5 %; 4 – атразин 0,35 мг/л + біогумус 0,5 %. Відбір проб проводили на третю, п'яту, сьому та одинадцятю добу пророщування. У вегетаційному досліді в умовах кліматичної камери вивчали вплив біогумусу на активність каталази на фоні дії гербіцидів за такою схемою: 1 – контроль; 2 – атразин, 4 кг/га у ґрунт; 3 – аценіт, 4 л/га у ґрунт; 4 – аценіт, 6 л/га у ґрунт; 5 – 2,4-Д, 1,2 л/га у фазі 3–5 листків; 6 – лантагран, 1,5 л/га + атразин, 1,5 кг/га у фазі 3–5 листків; 7 – атразин, 4 кг/га у ґрунт + 2,4-Д, 1,2 л/га по сходах; 8 – аценіт, 4 л/га + біогумус. В умовах польового досліду вивчали вплив біогумусу на активність каталази згідно з варіантами досліду: 1 – контроль; 2 – харнес + біогумус Флорекс біо 0,53 г/кг ґрунту; 3 – харнес + біогумус Флорекс N 1,67 г/кг ґрунту; 4 – харнес + біогумус Флорекс РК 5,0 г/кг ґрунту. Досліди здійснено в умовах негативного впливу досходового гербіциду харнесу в концентрації 2,5 л/га, діюча речовина якого – ацетохлор. Догляд за посівами та міжрядні обробки, починаючи з фази 6–7 листків і по мірі росту бур'янів, а також збирання врожаю виконувалися вручну [7; 10].

Активність каталази визначали з урахуванням кількості пероксиду водню, який розкладається під дією рослинного ферменту (на 1 г наважки за 30 хвилин) [8]. Отримані результати відповідають 5 % рівню значущості [3; 7].

Результати та їх обговорення

В умовах лабораторного досліду вивчали активність ферменту антиоксидантного захисту (каталази) в листі, коренях і зерні проростків кукурудзи самозапиленої лінії П-346 порівняно з гібридом Піонер-346.

На п'яту добу пророщування спостерігається різке підвищення питомої активності каталази для всіх варіантів досліду у листі П-346 від 34 до 79 % відносно контролю, тоді як у листі Піонер 3879 М спостерігається підвищення питомої активності на 16 % при внесенні атразину. Загальна активність каталази у варіанті з внесенням атразину в листі П-346 перевищує контроль на 13 %, а у листі Піонер 3879 М перевищення загальної активності каталази становить 16 %.

Слід зазначити, що загальна та питома активність каталази в коренях кукурудзи П-346 на третю добу пророщування перевищує контроль для всіх варіантів досліду у 2–6 разів. У коренях гібриду кукурудзи показники загальної активності каталази достовірно нижчі за контроль на 17–20 %. Питома активність каталази перевищує контроль у коренях П-346 в 2–3 рази, а в коренях Піонер 3879 М на 24 % у варіанті досліду з комбінованим внесенням гербіциду та біогумусу, тоді як додавання атразину на питому активність ферменту коренів Піонер 3879 М не впливало.

На п'яту добу пророщування в коренях П-346 спостерігається підвищення питомої активності каталази при внесенні атразину на 30 %, тоді як додавання біогумусу нівелює негативний вплив гербіциду. У коренях гібриду питома активність каталази у варіанті з атразином знижена відносно контролю на 53 %, при додаванні біогумусу показник підвищується на 20 %. У коренях П-346 та Піонер 3879 М спостерігається зниження питомої активності ферменту від 23 до 65 %. Виняток становить варіант із комплексною дією гербіциду та гумусу в коренях гібриду кукурудзи.

На п'яту добу пророщування спостерігається підвищення як загальної, так і питомої активності каталази у зерні кукурудзи. Загальна активність перевищує кон-

троль майже втричі для всіх варіантів досліду, але за умов комплексної дії препаратів активність каталази більше наближена до контролю. Підвищення питомої активності відбувається на 53–56 % відносно контролю.

У зерні гібриду Піонер 3879 М відбувається підвищення загальної активності ферменту на 29 % за умов комплексної дії гербіциду та біогумусу. Питома активність знижена для всіх варіантів досліду у зерні гібриду кукурудзи (табл. 1).

Таблиця 1

Вплив біогумусу на активність каталази (мМ H_2O_2 /г·хв.) у проростках кукурудзи в умовах лабораторного досліду на фоні дії гербіцидів

№	Лінія П – 346				Гібрид Піонер 3879 М			
	Е, 10^{-3}	С, %	УЕ, 10^{-3}	С, %	Е, 10^{-3}	С, %	УЕ, 10^{-3}	С, %
Листки, п'ята доба пророщування								
1	8,53 ± 0,40	–	4,90 ± 0,23	–	9,80 ± 0,39	–	7,20 ± 0,28	–
2	9,66 ± 0,41	113*	8,78 ± 0,33	179*	9,33 ± 0,41	95	8,33 ± 0,37	116*
3	8,04 ± 0,39	94*	6,56 ± 0,36	134*	9,00 ± 0,39	92*	5,76 ± 0,38	80*
Корені, третя доба пророщування								
1	1,63 ± 0,07	–	0,98 ± 0,04	–	2,33 ± 0,10	–	1,60 ± 0,07	–
2	3,33 ± 1,15	204*	2,21 ± 0,11	226*	1,93 ± 0,08	83*	1,61 ± 0,06	101
3	10,00 ± 0,45	613*	5,62 ± 0,28	573*	1,87 ± 0,07	80*	1,98 ± 0,08	124*
Корені, п'ята доба пророщування								
1	5,40 ± 0,36	–	16,87 ± 1,35	–	7,13 ± 0,31	–	19,81 ± 1,48	–
2	7,00 ± 0,31	130*	10,26 ± 1,51	61*	3,33 ± 0,39	47*	6,94 ± 0,33	35*
3	4,96 ± 0,36	92*	13,05 ± 1,27	77*	4,87 ± 0,29	68*	27,01 ± 1,63	136*
Зерно, п'ята доба пророщування								
1	2,60 ± 0,16	–	9,12 ± 0,75	–	7,67 ± 0,58	–	16,20 ± 1,12	–
2	9,66 ± 0,30	372*	14,22 ± 1,31	153*	5,70 ± 0,33	36*	4,45 ± 0,21	27*
3	8,13 ± 0,43	312*	14,28 ± 0,67	156*	9,93 ± 0,61	129*	15,06 ± 1,30	93*

Примітки: * – достовірність відмінності $p < 0,05$.

В умовах вегетаційного досліду в кліматичній камері вивчали активність каталази в листі кукурудзи впродовж трьох фаз розвитку рослин: фаза 3–5-го листка, 7–10-го листка та фаза цвітіння. У фазі 5–7-го листка активність каталази (як загальна, так і питома) значно нижча відносно контролю (як у лінії П-346, так і у гібриду Піонер 3879 М). У лінії П-346 у варіанті із внесенням аценіту 6 л/га загальна активність знижена до 14 %, а у Піонер 3879 М – до 5 %. Підвищення загальної активності з додаванням 2,4-Д сприяє підвищенню загальної активності каталази на 48 % у П-346, а внесення аценіту 4 кг/га активізує активність ферменту на 7 % відносно контролю.

Питома активність каталази також набуває значень, які нижче за контрольні у П-346 на 24–86 %, але аценіт у концентрації 4 кг/га сприяє підвищенню питомої активності каталази на 12 % відносно контролю.

Питома активність каталази в листі у гібриду Піонер 3879 М значно вища порівняно з питомою активністю каталази у листі П-346: у варіанті з внесенням 2,4-Д вона становить 3 % від контролю, а з внесенням аценіту 6 кг/га – 6 %. Слід зазначити, що при комплексній дії біогумусу та аценіту як загальна, так і питома активності каталази зростають до контрольних показників.

У фазі 7–10-го листка відбувається стабілізація активності каталази відносно контролю в результаті дії ксенобіотиків різного призначення, але, на відміну від попередньої фази розвитку, загальна активність каталази вища у Піонер 3879 М, ніж у П-346. У варіанті з внесенням 2,4-Д відбувається різке підвищення загальної активності каталази на 74 % відносно контролю, тоді як за комплексної дії гербіцидів у варіанті суміші атразину та 2,4-Д відбувається зниження питомої активності до 28 %

відносно контролю. Питома активність каталази у варіанті з 2,4-Д підвищена майже у 2,5 раза. У варіанті із застосуванням суміші гербіциду та біогумусу активність каталази (як загальна, так і питома) наближається до контролю.

У фазі 7–10-го листка активність каталази (як питома, так і загальна) у лінії П-346 залишається стабільно низькою для всіх варіантів досліду. У фазі цвітіння в листках П-346 відбувається протилежний процес: загальна активність каталази набуває стабільно високих показників для всіх варіантів досліду відносно контролю порівняно з Піонер 3879 М. Загальна активність каталази у варіантах із внесенням атразину та аценіту зменшується у 8–20 разів. Додавання біогумусу знижує загальну активність каталази до 135 % відносно контролю. Питома активність каталази у лінії П-346 також підвищена відносно контролю у 8–10 разів. У варіанті з комплексною дією гербіциду та біогумусу питома активність підвищена на 127 % відносно контролю.

У листі Піонер 3879 М у фазі цвітіння спостерігається зворотний процес: активність каталази знижена у варіантах з внесенням атразину та аценіту до 18–80 %, при застосуванні суміші гербіцидів загальна активність збільшується у 2–3 рази. Питома активність перевищує контроль при застосуванні суміші гербіцидів в 1,5–2,5 раза, тоді як моновнесення гербіцидів сприяло зниженню питомої активності ферменту (табл. 2).

Таблиця 2

Вплив біогумусу на активність каталази (мМ H_2O_2 /г·хв.) у листі проростків кукурудзи в умовах вегетаційного досліду на фоні дії гербіцидів

Варіант досліду	Фаза 5–7-го листка				Фаза 7–10-го листка				Фаза цвітіння			
	E, 10 ⁻³	C, %	УЕ, 10 ⁻³	C, %	E, 10 ⁻³	C, %	УЕ, 10 ⁻³	C, %	E, 10 ⁻³	C, %	УЕ, 10 ⁻³	C, %
П-346												
1	9,56 ± 0,45	–	6,33 ± 0,28	–	0,73 ± 0,02	–	0,36 ± 0,01	–	0,20 ± 0,01	–	0,11 ± 0,01	–
2	4,70 ± 0,21	50*	2,87 ± 0,12	45*	0,10 ± 0,01	14*	0,10 ± 0,01	28*	1,70 ± 0,07	850*	0,98 ± 0,02	890*
3	10,26 ± 0,50	107*	7,07 ± 0,35	112*	0,20 ± 0,02	28*	0,16 ± 0,01	44*	4,46 ± 0,20	2230*	1,53 ± 0,07	1390*
4	1,33 ± 0,05	14*	0,89 ± 0,03	14*	0,40 ± 0,03	55*	0,22 ± 0,03	61*	3,20 ± 0,10	1600*	1,23 ± 0,06	1118*
5	14,20 ± 1,05	148*	6,63 ± 0,30	105	0,60 ± 0,03	82*	0,28 ± 0,01	78*	0,33 ± 0,01	165*	0,18 ± 0,01	163*
6	7,10 ± 0,35	74*	3,33 ± 0,14	53*	0,20 ± 0,01	28*	0,10 ± 0,01	28*	2,03 ± 0,11	1015*	0,92 ± 0,04	836*
7	1,70 ± 0,08	18*	0,85 ± 0,02	13*	0,40 ± 0,02	55*	0,27 ± 0,03	75*	0,93 ± 0,03	465*	0,41 ± 0,02	373*
8	2,06 ± 0,05	21*	4,78 ± 0,24	76*	0,40 ± 0,01	55*	0,28 ± 0,02	77*	0,27 ± 0,01	135*	0,14 ± 0,01	127*
Піонер 3879 М												
1	1,20 ± 0,05	–	0,90 ± 0,03	–	0,46 ± 0,01	–	0,33 ± 0,01	–	1,46 ± 0,07	–	0,95 ± 0,03	–
2	0,20 ± 0,01	17*	0,12 ± 0,01	13*	0,33 ± 0,02	72*	0,28 ± 0,02	85*	0,80 ± 0,04	55*	0,52 ± 0,01	55*
3	0,20 ± 0,01	17*	0,11 ± 0,01	12*	0,30 ± 0,01	65*	0,23 ± 0,01	70*	1,20 ± 0,05	82*	0,84 ± 0,02	88*
4	0,06 ± 0,01	5*	0,05 ± 0,01	6*	0,27 ± 0,01	59*	0,15 ± 0,01	45*	0,03 ± 0,01	2*	0,19 ± 0,01	20*
5	0,05 ± 0,01	5*	0,03 ± 0,01	3*	0,80 ± 0,02	174*	0,82 ± 0,03	248*	2,33 ± 0,12	159*	1,45 ± 0,07	152*
6	0,33 ± 0,02	28*	0,19 ± 0,01	21*	0,40 ± 0,01	87*	0,21 ± 0,01	64*	3,66 ± 0,18	251*	2,20 ± 0,11	231*
7	0,23 ± 0,01	19*	0,17 ± 0,02	19*	0,13 ± 0,01	28*	0,10 ± 0,01	30*	4,26 ± 0,21	292*	2,34 ± 0,12	246*
8	0,26 ± 0,03	21*	0,21 ± 0,33	23*	0,30 ± 0,02	65*	0,20 ± 0,02	60*	0,80 ± 0,03	55*	0,63 ± 0,02	66*

Примітки: 1 – контроль; 2 – атразин 4 кг/га у ґрунт; 3 – аценіт 4 л/га у ґрунт; 4 – аценіт 6 л/га у ґрунт; 5 – 2,4-Д 1,2 л/га у фазі 3–5-го листка; 6 – лентраган 1,5 л/га + атразин 1,5 кг/га у фазі 3–5-го листка; 7 – атразин 4 кг/га у ґрунт + 2,4-Д 1,2 л/га по сходах; 8 – аценіт + біогумус 0,5 %; * – достовірність відмінності $p < 0,05$.

Крім цього, вивчали вплив біологічних препаратів різного походження на загальну та питому активності каталази в умовах польового досліду у самозапилених ліній кукурудзи: F-2, В-73, ГК-26 на фоні дії гербіциду харнес.

У фазі 5–7-го листка загальна активність каталази у ліній В-73 та F-2 значно нижча за контроль: у ліній В-73 – на 30 %, у ліній F-2 – на 80 %, але у варіанті з внесенням Флорекс біо спостерігається підвищення загальної активності ферменту в 6 разів. У листі ліній ГК-26 у варіантах з Флорекс N та Флорекс РК загальна

активність підвищена на 221–234 % відносно контролю. У лінії ГК-26 питома активність перевищує контроль майже утричі при комплексній дії з внесенням Флорекс N та Флорекс РК. Питома активність у лінії В-73 перевищує контроль в 6 разів при додаванні Флорекс біо. В інших варіантах дослідження питома активність каталази знижена відносно контролю на 38–45 %. У лінії F-2 питома активність ферменту нижча за контроль на 49–87 % для всіх варіантів дослідження відповідно.

У фазі цвітіння відбувається підвищення абсолютних показників як загальної, так і питомиї активності каталази порівняно з фазою розвитку 5–7-го листка. Для ліній ГК-26 та F-2 ці показники наближені, а для лінії В-73 вищі майже втричі. У варіантах із лініями ГК-26 та F-2 загальна активність ферменту перевищує контроль у 1,5–2,5 раза, тоді як у листі лінії В-73 – нижча за контроль. Значення питомиї активності для всіх варіантів дослідження у ліній різних генотипів вірогідно перевищує контроль на 32–168 % залежно від виду генотипу кукурудзи.

У фазі молочної стиглості зерна (табл. 3) загальна та питома активність каталази зберігає високі абсолютні показники у лінії ГК-26 та F-2, тоді як у лінії В-73 ці показники у 4–8 разів нижчі. У зерні лінії F-2 питома активність каталази недостовірно знижена відносно контролю, тоді як у лінії В-73 у варіантах з додаванням Флорекс біо та Флорекс N зниження питомиї активності ферменту відносно контролю достовірно і становить 41–16 %. Додавання Флорекс РК сприяє підвищенню показника утричі.

Таблиця 3

**Вплив гербіцидів на активність каталази (мМ H_2O_2 /г·хв.)
у samozапилених ліній кукурудзи в умовах польового дослідження**

Варіант дослідження	Листки								Зерно			
	фаза 5–7-го листка				фаза цвітіння				фаза молочної стиглості			
	E, 10^{-3}	C, %	УЕ, 10^{-3}	C, %	E, 10^{-3}	C, %	УЕ, 10^{-3}	C, %	E, 10^{-3}	C, %	УЕ, 10^{-3}	C, %
В-73												
1	0,10 ± 0,01	–	0,11	–	4,07 ± 0,10	–	2,26 ± 0,13	–	0,80 ± 0,03	–	0,32 ± 0,01	–
2	0,60 ± 0,30	600	0,71	645*	2,40 ± 0,08	59*	1,23 ± 0,05	54*	0,33 ± 0,01	41*	0,21 ± 0,02	66*
3	0,07 ± 0,01	70	0,08	72*	3,80 ± 0,19	93*	3,14 ± 0,16	139*	0,13 ± 0,02	16*	0,07 ± 0,01	22*
4	0,07 ± 0,02	70	0,06	55*	4,00 ± 0,18	98	2,35 ± 0,12	104	2,66 ± 0,13	332*	1,01 ± 0,03	315*
ГК-26												
1	0,33 ± 0,02	–	0,24	–	1,60 ± 0,08	–	0,71 ± 0,03	–	4,13 ± 0,21	–	3,78 ± 0,19	–
2	0,20 ± 0,01	61	0,22	92*	1,58 ± 0,08	99*	1,35 ± 0,06	190*	3,67 ± 0,18	89*	2,76 ± 0,14	72*
3	0,97 ± 0,04	234	0,91	379*	1,93 ± 0,10	121*	0,94 ± 0,04	132*	0,73 ± 0,04	177*	0,66 ± 0,03	17*
4	0,73 ± 0,03	221	0,78	325*	4,07 ± 0,20	254*	1,90 ± 0,08	268*	2,10 ± 0,11	51*	1,92 ± 0,08	49*
F-2												
1	0,47 ± 0,02	–	0,45	–	1,87 ± 0,09	–	0,80 ± 0,02	–	9,10 ± 0,36	–	6,89 ± 0,34	–
2	0,20 ± 0,01	43	0,23	51*	2,87 ± 0,14	153*	1,79 ± 0,08	223*	8,80 ± 0,34	97	5,14 ± 0,26	75*
3	0,10 ± 0,01	21	0,16	36*	2,80 ± 0,14	150*	1,88 ± 0,09	235*	8,20 ± 0,31	90*	5,09 ± 0,25	74*
4	0,07 ± 0,02	15	0,06	13*	1,53 ± 0,08	82*	0,73 ± 0,03	91*	8,73 ± 0,44	96	7,68 ± 0,38	111*

Примітки: 1 – контроль, 2 – Флорекс біо + харнес; 3 – Флорекс N + харнес, 4 – Флорекс РК+харнес; * – достовірність відмінності $p < 0,05$.

У зерні лінії ГК-26 у варіанті дослідження з додаванням Флорекс РК загальна активність знижується до 51 %, а у варіантах із додаванням Флорекс N – підвищується відносно контролю на 77 %. Питома активність каталази достовірно нижча за контроль у всіх варіантах дослідження (17–72 %). У зерні ліній кукурудзи В-73 та F-2 питома активність зазнає різних коливань, що пов'язано з різницею в генотипічному апараті.

Висновки

Антропогенні фактори (гербициди) негативно впливають на роботу окисно-відновних ферментів, до складу яких належить каталаза. При втручанні у процеси

метаболізму екзогенних токсичних речовин збільшується кількість вільних радикалів, концентрація вільного кисню та пероксиду водню, що змінює активність каталази відносно нормальних умов розвитку рослин.

Бібліографічні посилання

1. **Анішин Д. А.** Біостимулятори для соняшника / Д. А. Анішин, С. П. Пономаренко // Захист рослин. – 1997. – № 4. – С. 14–15.
2. **Гельцер Ф. Ю.** Новые продуценты стимулирующих веществ для растений // Докл. ВАСХНИЛ. – 1975. – № 5. – С. 16–18.
3. **Доспехов Б. А.** Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1985. – 336 с.
4. **Ефективність** застосування регуляторів росту для інкрустації насіння кукурудзи / З. О. Безвенюк, В. М. Троян, В. М. Музика та ін. // Физиология и биохимия культ. растений. – 1995. – Т. 27, № 4. – С. 248–253.
5. **Коцюбинская Н. П.** Аутоэкологическая адаптация культурных растений к антропогенным условиям среды. Дис. ... д-ра биол. наук: 030016 – экология. – Д.: ДГУ, 1996. – 172 с.
6. **Коцюбинская Н. П.** Роль биогумуса в повышении адаптивного потенциала кукурузы к действию гербицида харнеса / Н. П. Коцюбинская, А. Н. Винниченко, В. С. Столяренко // Устойчивое развитие: загрязнение окружающей среды и экологическая безопасность. – Д.: ДГУ, 1996. – Т. 3. – С. 65–75.
7. **Методические рекомендации** по проведению полевых опытов с кукурузой / Под ред. Д. С. Филева. – Д., 1980. – 54 с.
8. **Методы** биохимического исследования растений / А. И. Ермаков, В. В. Арасимович, С. И. Смирнова-Иконникова, И. К. Мурри. – М.–Л.: Гос. изд. с-х. литер., 1952. – 520 с.
9. **Ниловская Н. Т.** Применение регуляторов роста на томате в условиях защищенного грунта / Н. Т. Ниловская, А. А. Месяц // Регуляторы роста и развития растений. Тез. докл. II конф. – М.: Наука, 1993. – С. 107.
10. **Перелік пестицидів і агрохімікатів, дозволених до використання в Україні.** – К.: Юнівест Маркетинг. – 2001. – 271 с.
11. **Предпосевная обработка** семян кукурузы / В. М. Петренко, Г. И. Букреева, Н. И. Гоник и др. // Химизация сельского хозяйства. – 1989. – № 9. – С. 71–73.
12. **Регуляторы роста** на первых этапах иницирования корневого клубенька / Е. З. Федорова, Ж. К. Альжаппарова, Г. Я. Жизневская, С. Ф. Измайлов // Биологическая фиксация молекулярного азота и азотный метаболизм бобовых растений. Тез. докл. – К., 1991. – С. 77.
13. **Blunden G.** The effects of aqueous seaweed extracts and kinetin on potato yields / G. Blunden, P. B. Wildoose // J. Sci. Food Agric. – 1977. – Vol. 28. – P. 121–125.
14. **Green C. E.** Tissue cultures of maize (*Zea mays* L.): initiation, maintenance and organic growth factors / C. E. Green, R. L. Phillips, R. A. Kleese // Crop. Sci. – 1974. – Vol. 14, N 1. – P. 54–58.
15. **Kingman A. R.** Isolation, purification and quantitation of several growth regulation substances in *Ascophyllum nodosum* (*Phacophyla*) / A. R. Kingman, I. Moore // Bol. Mar. – 1982. – Vol. 25. – P. 149–153.
16. **Sanderson K. Y.** The cytokinins in a liquid seaweed extract: could they be the active ingredients? / K. Y. Sanderson, P. E. Yameson // Acta Hort. – 1986. – Vol. 176. – P. 113–116.
17. **Senn T. L.** The effect of Norwegian seaweed on the metabolic activity of certain plants / T. L. Senn, B. I. Skelton // Proc. Int. Seaweed Symp. – 1969. – Vol. 6. – P. 731–735.

Надійшла до редколегії 10.02.06.