

**ЗАЛЕЖНІСТЬ РОЗВИТКУ ОКРЕМИХ ЕКОЛОГО-ТРОФІЧНИХ ГРУП
МІКРООРГАНІЗМІВ РИЗОСФЕРИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО ВІД ДІЇ ГЕРБІЦИДІВ І
РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН**

З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко, доктори сільськогосподарських наук

Уманський національний університет садівництва

*Наведено результати досліджень з вивчення впливу гербіцидів гранстар 75 (10; 15; 20 та 25 г/га) і 2,4-ДА 500 (1,0 л/га), внесених окремо і в поєднанні з регулятором росту рослин емістим С, на розвиток окремих еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого. Встановлено, що найвищу чутливість до дії досліджуваних гербіцидів виявляють нітрифікатори та бактерії роду *Azotobacter*, разом з тим за внесення гербіцидів гранстар 75 і 2,4- ДА 500 у сумішах із регулятором росту рослин емістим С негативний вплив на розвиток цих груп бактерій знижується, при цьому серед інших еколого-трофічних груп бактерій ризосфери ячменю ярого простежується тенденція до зростання їх загальної чисельності.*

Ключові слова: *еколого-трофічні групи мікроорганізмів, ризосфера, ячмінь ярий, гербіциди, регулятор росту.*

При вивченні дії гербіцидів у посівах сільськогосподарських культур важливим є дослідження їх впливу на ріст і розвиток окремих таксономічних і еколого-трофічних груп мікроорганізмів, оскільки більшість хімічних засобів боротьби з бур'янами зумовлюють значні зміни в кількісному і якісному складі ризосферної мікробіоти [1]. Так, у дослідах з пшеницею озимою, яка вирощувалась на фоні застосування раундапу (4,0 л/га) та обприскування посівів діаленом (2,5 л/га), було відмічено зменшення числа стрептоміцетів, амоніфікуючих і амілолітичних мікроорганізмів у 3–3,6 рази, а грибів, педотрофних, амінотрофних і гуматруйнівних бактерій – у 1,6–2,2 рази [2].

За дії гербіцидів монурону, небурону, діурону, тиламу, фалону, сезону, аліпуру, амібену, солану, хлоразину, дінабену, діміду (концентрація 0,1 до 0,6–0,7%) та арелону (15 і 30 мг/л) і стомпу (60 і 120 мг/л) спостерігалось пригнічення розвитку асоціативних бактерій роду *Azotobacter* [3, 4]. Водночас за використання гербіциду глін та гербіциду 3249, навіть у дозах, що рівнялись 100 виробничим, простежувалось стимулювання розвитку гетеротрофних бактерій і грибів [5].

У цілому аналіз наукових праць показує, що негативна дія пестицидів, у тому числі й гербіцидів, на ростові характеристики природних асоціацій мікроорганізмів може бути істотно

зменшена за сумісного їх застосування із рістрегуляторами. Так, за сумісної дії агростимуліну й емістиму С з фенпиклонілом період лаг-фази та подвоєння числа мікроорганізмів значно скорочувався, при цьому питома швидкість росту бактерій зростала [1].

В окремих роботах [6, 7] відмічається, що за сумісного використання гербіцидів і регуляторів росту рослин спостерігається послаблення негативної дії препаратів на розвиток основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери, а через певний проміжок часу – відбувається стимулювання їх росту і розвитку. Однак, не дивлячись на нагромаджений літературний матеріал, питання впливу поєданого застосування гербіцидів і регуляторів росту рослин на ріст і розвиток еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери основних сільськогосподарських культур нині є вивченим недостатньо. Зважаючи на це, важливим було дослідити, як під дією гербіцидів різних хімічних класів та їх сумішей із регуляторами росту рослин, змінюється чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого, що дасть можливість встановити спрямованість проходження мікробіологічних процесів у ґрунті та ступінь їх залежності від виду і норм внесених препаратів.

Досліди з вивчення дії гербіцидів різних хімічних класів та їх сумішей із регуляторами росту рослин виконували в польових і лабораторних умовах кафедри біології Уманського НУС впродовж 1999–2009 рр. Зокрема, у 2002–2003 та 2007–2009 рр. досліджували чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого (*Hordeum distichon* (L.) Коern.) сорту Звершення за дії бакових сумішей гербіциду класу сульфонілсечовини гранстар 75 (діюча речовина – трибенурон-метил 750 г/кг) із гербіцидом класу феноксикарбоксилових кислот 2,4-ДА 500 (2,4-дихлорфеноксиоцтова кислота у формі диметиламініної солі 500 г/л), внесених роздільно та в поєднанні з регулятором росту рослин Емістим С (композиція біологічно активних речовин, одержана шляхом культивування грибів-ендофітів *Cylindocarpon magnesianum* (IMBF-10004) на синтетичних живильних середовищах).

Польові досліді закладали в тириразовій повторності рендомізованим методом за схемою: без застосування препаратів (контроль I); ручні прополювання одночасно з внесенням препаратів (контроль II); ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль III); емістим С 10 мл/га; бакові суміші гранстару 75 у дозах 10; 15; 20 і 25 г/га з 2,4-ДА 500 у дозі 1,0 л/га роздільно й разом із емістимом С. Внесення препаратів проводили у фазу кушіння ячменю ярого з витратою робочого розчину 300 л/га.

Мікробіологічні аналізи виконували в лабораторних умовах у відібраних зразках ризосферного ґрунту польових дослідів.

Облік основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів здійснювали методом висіву граничних розведень ґрунтової суспензії на відповідні поживні середовища [8]: амоніфікатори

– на м'ясопептонний бульйон; нітрифікатори – на середовища Виноградського; целюлозоруйнівні – на середовища Імшенецького і Виноградського; азотфіксувальні (*Clostridium pasteurianum*) – на середовища Ємцева і Виноградського; азотобактера – на середовище Ешбі – шляхом висіву ґрунтових грудочок. Кількість мікроорганізмів виражали в колонієутворюючих одиницях (КУО) в 1 г сухого ґрунту.

У результаті виконаних досліджень з вивчення чисельності основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого за дії бакових сумішей гербіциду класу сульфонілсечовини гранстар 75 з феноксикарбокисловими кислотами 2,4-ДА 500, внесеними окремо і в поєднанні з емістимом С, встановлено, що дія досліджуваних препаратів на різні групи бактерій залежала від дози внесення у бакових сумішах із 2,4-ДА 500 гранстару 75, поєднання внесення сумішей гербіцидів із емістимом С та фізіологічних особливостей досліджуваних груп бактерій (табл. 1). Так, аналізуючи у 2002 р. вплив гербіциду гранстар 75 у дозах 10; 15; 20 і 25 г/га, внесених сумісно з 2,4-ДА 500 у дозі 1,0 л/га, на розвиток у ризосфері ячменю ярого амоніфікуючих бактерій слід відмітити, що із наростанням у бакових сумішах доз внесення гранстару 75 їх чисельність зменшувалась, однак на 67; 44; 24 і 5% відповідно була вищою, ніж у контролі І. Така ж залежність простежувалась за використання даних бакових сумішей гербіцидів сумісно з емістимом С, але чисельність амоніфікуючих бактерій у цих варіантах досліду була вищою як у відношенні до контролю І, так і в порівнянні до відповідних варіантів, де емістим С не застосовували, зокрема перевищення їх чисельності у відношенні до варіантів без емістиму С складало – 18,0; 22,0; 19,6 і 15,3 тис. КУО/г ґрунту.

Подібною була дія досліджуваних препаратів на ріст і розвиток у ризосфері ячменю ярого целюлозоруйнівних бактерій. Так, із наростанням дози внесення гранстару 75 до 25 г/га у сумішах із 2,4-ДА 500 їх чисельність зменшувалась, однак при цьому перевищувала контроль І.

Найбільша кількість целюлозоруйнівних бактерій у 2002 р. була відмічена нами у варіантах досліду гранстар 75 10; 15; 20 і 25 г/га + 2,4-ДА 500 + емістим С, де перевищення в порівнянні до контролю І складало 29; 27; 19 і 15% відповідно.

Дещо іншою була дія бакових сумішей гранстару 75 з 2,4-ДА 500 на розвиток нітрифікуючих мікроорганізмів: їх чисельність із наростанням у бакових сумішах гранстару 75 до 25 г/га зменшувалась проти контролю І на 32%. Менш виражений негативний вплив на розвиток нітрифікуючих бактерій мали бакові суміші гербіцидів гранстару 75 і 2,4-ДА 500, внесені сумісно з емістимом С, де за дози гранстару 25 г/га зниження відносно контролю І складало лише 5%.

Одержані експериментальні дані демонструють різну видову чутливість бактерій до дії гербіцидів, яка визначається фізіолого-біохімічними та анатомо-морфологічними

особливостями виду.

1. Чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого за дії бакових сумішей гербіцидів класу сульфонілсечовини гранстар 75 з феноксикарбоксилловими кислотами 2,4-ДА 500, внесеними окремо і в поєднанні з емістимом С (фаза виколювання), тис. КУО/г ґрунту

Варіант досліджу	Мікроорганізми				
	амоні- фікуючі	нітрифі- куючі	целюлозо- руйнівні	азотфіксувальні	
				<i>Clostridium</i>	<i>Azotobacter</i> , % оброслих грудочок ґрунту
Без застосування препаратів (контроль I)	<u>98,1*</u>	<u>18,2</u>	<u>221,2</u>	<u>6,1</u>	<u>70</u>
	115,7	23,4	323,1	10,1	80
Ручні прополювання одночасно з внесенням препаратів (контроль II)	<u>131,3</u>	<u>23,3</u>	<u>246,1</u>	<u>9,1</u>	<u>81</u>
	152,2	38,1	354,7	15,5	90
Ручні прополювання впродовж вегетаційного періоду (контроль III)	<u>184,1</u>	<u>41,7</u>	<u>288,1</u>	<u>15,1</u>	<u>95</u>
	231,7	53,2	425,4	24,4	96
Емістим С	<u>139,2</u>	<u>25,2</u>	<u>243,3</u>	<u>8,7</u>	<u>75</u>
	148,1	41,4	340,2	13,7	87
Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА500 1,0 л/га	<u>163,4</u>	<u>33,1</u>	<u>245,5</u>	<u>11,2</u>	<u>85</u>
	194,3	37,9	361,6	18,1	90
Гранстар 75 15 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 г/га	<u>141,2</u>	<u>24,8</u>	<u>271,4</u>	<u>8,3</u>	<u>73</u>
	172,1	30,3	393,3	16,2	85
Гранстар 75 20 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га	<u>122,1</u>	<u>17,2</u>	<u>248,1</u>	<u>7,1</u>	<u>65</u>
	141,7	24,1	372,1	13,1	71
Гранстар 75 25 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га	<u>103,3</u>	<u>12,4</u>	<u>230,2</u>	<u>6,4</u>	<u>58</u>
	126,6	17,2	351,2	11,4	43
Гранстар 75 10 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га + емістим С	<u>181,4</u>	<u>40,3</u>	<u>285,1</u>	<u>14,5</u>	<u>91</u>
	225,3	52,1	422,3	23,3	95
Гранстар 75 15 г/га + 2,4-ДА500 1,0 л/га + емістим С	<u>163,2</u>	<u>32,6</u>	<u>280,1</u>	<u>10,2</u>	<u>83</u>
	197,1	46,7	407,4	18,1	87
Гранстар 75 20 г/га + 2,4-ДА500 1,0 л/га + емістим С	<u>141,7</u>	<u>23,1</u>	<u>263,7</u>	<u>8,8</u>	<u>72</u>
	171,8	33,1	386,2	16,1	76
Гранстар 75 25 г/га + 2,4-ДА500 1,0 л/га + емістим С	<u>118,6</u>	<u>17,3</u>	<u>254,5</u>	<u>7,2</u>	<u>67</u>
	143,2	24,2	367,6	13,0	50
<i>НІР</i> ₀₅	<u>16,1</u>	<u>6,3</u>	<u>12,4</u>	<u>2,1</u>	<u>6,7</u>
	20,2	8,1	15,1	1,8	4,8

Примітка. * – над ризикою – 2002 р.; під ризикою – 2003 р.

Очевидно, що здатність целюлозоруйнівних та амоніфікуючих бактерій переходити за несприятливих умов в стан спори відіграє захисну роль у відношенні до дії ксенобіотиків. Крім того, зростання їх чисельності у варіантах із сумісним використанням Емістиму С узгоджується з активним проходженням фізіолого-біохімічних процесів у рослинах, наслідком яких є формування потужної кореневої системи зі збільшеною поглинальною здатністю, через яку зростає надходження в навколишнє середовище ексудатів та відмерлих частин кореневої системи, які слугують для даних бактерій субстратом. Разом з тим зменшення числа нітрифікуючих бактерій у ризосфері ячменю ярого за дії досліджуваних гербіцидів може вказувати на їх низьку захисну здатність у відношенні до дії ксенобіотиків.

Аналіз розвитку азотфіксувальних мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого показав, що найбільш чутливими до дії бакових сумішей гранстару 75 із 2,4-ДА 500 виявились бактерії роду *Azotobacter*. Так, у 2002 р. за дії гербіциду гранстар 75 у дозах 20 і 25 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га їх чисельність зменшувалась у відношенні до контролю I відповідно на 7 і 17%, у той же час за внесення гранстару 75 25 г/га + 2,4-ДА 500 1,0 л/га із емістимом С – лише на 4%.

Менш чутливими до дії досліджуваних гербіцидів були бактерії роду *Clostridium*, зокрема, якщо їх чисельність із наростанням у сумішах норм гранстару 75 і зменшувалась, все ж вона була вищою, ніж в контролі I.

З одержаних даних щодо впливу бакових сумішей гербіциду гранстар 75 і 2,4-ДА 500 на розвиток у ризосфері ячменю ярого азотфіксувальних мікроорганізмів випливає, що їх реакція на дію хімічних препаратів залежала від видових особливостей культури та умов, що складались у ризосфері рослин за дії гербіцидів. Очевидно, що зниження негативної дії гербіцидів, яке простежується за сумісного їх використання з регуляторами росту рослин, забезпечує кращі умови для розвитку азотфіксувальних бактерій.

В інші роки проведення досліджень (2003, 2007–2009 рр.) спостерігалась аналогічна закономірність з розвитку основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого за дії бакових сумішей гербіцидів гранстар 75 і 2,4-ДА 500, внесених окремо і в поєднанні з емістимом С. Так, зокрема, менше на дію досліджуваних препаратів реагували амоніфікуючі, целюлозоруйнівні та азотфіксувальні бактерії роду *Clostridium*, більш чутливими були – нітрифікатори та бактерії роду *Azotobacter*. Водночас, як і в 2002–2003 рр. досліджень, у середньому за 2007–2009 рр., найбільш оптимальною за дією на мікроорганізми виявилась бакова суміш гербіцидів гранстар 75 у дозі 10 г/га з 2,4-ДА 500 – 1,0 л/га та емістимом С. За використання цієї бакової суміші препаратів у ризосфері ячменю ярого простежувалась максимальна чисельність досліджуваних груп бактерій, яка в порівнянні з контролем I зростала: по амоніфікаторах – на 78%, нітрифікаторах – 20%, целюлозоруйнівних – 28%, *Clostridium* – 94%, *Azotobacter* – 17%.

Таким чином, з вищенаведеного експериментального матеріалу можна зробити такі висновки: чисельність основних еколого-трофічних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого за дії гербіцидів класу сульфонілсечовини гранстар 75 і феноксикарбоксилових кислот 2,4-ДА 500 залежить від доз внесення у сумішах гербіциду Гранстар 75, поєднання використання гербіцидів із регулятором росту рослин емістим С та визначається видовою чутливістю досліджуваних груп бактерій до ксенобіотиків; найбільшу чутливість до дії гербіцидів гранстар 75 + 2,4-ДА 500 проявляють нітрифікуючі та азотфіксувальні бактерії роду *Azotobacter*, однак за поєднання внесення даних гербіцидів із регулятором росту рослин емістим С спостерігається зменшення негативного впливу хімічних препаратів на розвиток цих груп бактерій; стійкими до дії гербіцидів Гранстар 75 + 2,4-ДА 500 є амоніфікуючі та целюлозоруйнівні бактерії, яким властиві захисні механізми проти дії ксенобіотиків; застосування гербіцидів сумісно з рістрегулятором забезпечує зростання чисельності основних груп мікроорганізмів ризосфери ячменю ярого, що свідчить про залежність їх розвитку від спрямованості проходження фізіолого-біохімічних та ростових процесів у рослинах, якими обумовлюється формування відповідних розмірів кореневої системи та виділення нею в ризосферу поживних речовин.

Бібліографічний список

1. Функціонування мікробних ценозів ґрунту в умовах антропогенного навантаження / [Андреюк К. І., Іутинська Г. О., Антипчук А. Ф. та ін.]. – К. : Вид-во «Обереги», 2001. – 240 с.
2. Ямборко Н. А. Вплив фунгіцидів біологічного і хімічного походження на мікробіоту ґрунту під озимою пшеницею, вирощуваною за різними агротехнологіями / Н. А. Ямборко, Г. О. Іутинська // Наукові записки: сер. біологія. – 2003. – № 1. – С. 54–58.
3. Бабак Н. М. О чувствительности азотобактера к некоторым антибиотикам и гербицидам / Н. М. Бабак // Микробиология. – 1968. – Т. 37. – Вып. 2. – С. 338–344.
4. Gadkari D. Influence of the herbicides stomp and arelon on N_2 – fixation and nitrification / D. Gadkari // Zbl. Microbiol. – 1987. – V. 142 – № 4. – P. 283–291.
5. Ксенофонтова О. Ю. Экспериментальные данные о взаимодействии микроорганизмов и пестицидов в почве / О. Ю. Ксенофонтова, П. А. Чиров // Поволжский экологический журнал. – 2005. – № 1. – С. 29–35.
6. Притуляк Р. М. Біологічні особливості застосування гербіцидів і регулятора росту рослин на посівах тритикале озимого в умовах Лісостепу України : автореферат дис. на здоб. наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 03.00.12 «Фізіологія рослин» / Р. М. Притуляк. – Умань, 2009. – 21 с.

7. Грицаєнко З. М. Мікробіологічна активність ризосфери ярого ячменю при сумісному застосуванні гербіциду класу сульфонілсечовин Гранстару з біостимулятором росту Емістимом С / З. М. Грицаєнко, В. П. Карпенко // Вісник Уманського ДАУ. – 2005. – № 1–2. – С. 27–32.
8. Методы почвенной микробиологии и биохимии / [Алиева И. В., Бабьева И. П., Бызов Б. А. и др.]; под. ред. Д. Г. Звягинцева. – М. : Изд-во Московского университета, 1991. – 304 с.

Грицаєнко Зинаїда Мартиновна, Карпенко Віктор Петрович

Зависимость развития отдельных эколого-трофических групп микроорганизмов ризосферы ячменя ярового от действия гербицидов и регулятора роста растений

Приведены результаты исследований по изучению влияния гербицидов гранстар 75 (10; 15; 20 и 25 г/га) и 2,4-ДА 500 (1,0 л/га), внесенных отдельно и в сочетании с регулятором роста растений эмистим С, на развитие отдельных эколого-трофических групп микроорганизмов ризосферы ячменя ярового. Установлено, что наибольшую чувствительность к действию исследуемых гербицидов имеют нитрификаторы и бактерии рода Azotobacter, вместе с тем при внесении гербицидов гранстар 75 и 2,4-ДА 500 в смеси с регулятором роста растений эмистим С отрицательное влияние на развитие этих групп бактерий снижалось, при этом среди других групп бактерий ризосферы ячменя ярового прослеживалась закономерность к увеличению их общей численности.

Ключевые слова: эколого-трофические группы микроорганизмов, ризосфера, ячмень яровой, гербициды, регулятор роста.

Hrytsaenko Zinaida Martynivna, Karpenko Viktor Petrovytch

Dependence of the development of certain ecological-trophic groups of microorganisms in rhizosphere of spring barley on the impact of herbicides and plant growth regulators

The article presents the results of the research into the influence of herbicides Granstar 75 (10; 15; 20 and 25 g/ha) and 2,4-DA 500 (1,0 l/ha) applied separately and in combination with plant growth regulator Emistim C on the development of certain ecological-trophic groups of microorganisms in rhizosphere of spring barley.

It has been established that nitrifiers and bacteria of the type Azotobacter show the greatest susceptibility to the impact of investigated herbicides. At the same time under the application of herbicides Granstar 75 and 2,4 DA 500 in mixtures with plant growth regulators Emistim C the negative impact on the development of these bacteria groups decreased. In this case there was the tendency to the increase of the total number of other bacteria groups in the rhizosphere of spring barley.

Key words: ecological-trophic groups of microorganisms, rhizosphere, spring barley, herbicides, plant growth regulator.