

ВИЗНАЧЕННЯ СУМАРНОЇ ТОКСИЧНОСТІ ҐРУНТУ І ЗЕРНА ПРИ ВИРОЩУВАННІ РИСУ

Г. М. Марущак, кандидат сільськогосподарських наук

О. М. Єфімов

Інститут рису НААН України

Представлено результати оцінки сумарної токсичності ґрунту і зерна рису тестовим методом, який оснований на пророщуванні насіння редису червоного у витяжці досліджуваного об'єкту. Встановлено, що елементи технології вирощування культури зі збалансованим живленням рослин істотно не впливали на сумарну токсичність зерна рису, цей показник не перевищував граничних 20% і коливався в межах 11,2–18,0%.

Ключові слова: рис, ґрунт, зерно, сумарна токсичність, технологія вирощування, екологічна чистота продукції.

Рис належить до культур, отримання високих врожаїв яких неможливе без застосування добрив та хімічних засобів захисту рослин. До того ж, гостро стоїть питання екологічної чистоти кінцевого продукту. Зазвичай для оцінки якості і безпеки продуктів харчування визначають залишкові кількості пестицидів, вміст токсичних елементів. Але дані щодо залишкової кількості препаратів не можуть бути об'єктивною оцінкою екологічних наслідків використання добрив та хімічних засобів захисту рослин, тому що при цьому не враховується токсичність метаболітів цих препаратів, а також синергізм – взаємний вплив вказаних факторів [1]. Більш повну інформацію про забруднення продукції дає визначення її сумарної токсичності простим і дешевим методом тестування, що базується на пророщуванні насіння редису у витяжці досліджуваного об'єкту.

Враховуючи, що дослідження проводяться на ґрунті, який тривалий час зрошувався, з внесенням відносно високих доз мінеральних добрив і круп'яною культурою, яка може використовуватися для дитячого і дієтичного харчування (повинна бути екологічно чистою), необхідно здійснювати контроль за вмістом токсичних речовин у ґрунті при вирощуванні рису, а також безпосередньо в його зерні, адже є дані про те, що близько 20% сільськогосподарських угідь країни певною мірою забруднені токсичними елементами [2, 3].

Метою досліджень було визначення сумарної токсичності зерна отриманого в досліді зі збалансованим живленням рослин рису. Для вирішення поставленого завдання відбирали зерно з досліді 1, закладеного за наступною схемою: *фактор А* – норма внесення мінеральних добрив: 1) без добрив, 2) $N_{60}P_{30}$, 3) $N_{120}P_{30}$, *фактор В* – зелені добрива: 1) без сидерату, 2) озиме жито, 3) озима вика + озиме жито, 4) озима вика, 5) озимий ріпак + озима вика. У досліді 2 вивчали: *фактор А* – спосіб застосування мікродобрив: 1) обробка насіння, 2) обприскування посівів; *фактор В* – мікродобриво: 1) розрахункова норма добрив (фон), 2) фон + цинк, 3) фон + мідь, 4) фон + кобальт, 5) фон + міком. Контролем (фоном) була розрахункова норма добрив для отримання врожаю зерна рису на рівні 80 ц/га (у середньому за роки досліджень – $N_{113}P_{20}K_0$). По фоні розрахункової норми добрив застосовували мікродобрива у вигляді сульфатів цинку, міді, кобальту та комплексне мікродобриво міком, яке містить 1,8% цинку; 2,7% міді; 0,005% кобальту; 0,45% бору; 0,015% молібдену у вигляді хелатних сполук. Концентрація мікроелементів становила 0,1% по д.р., міком застосовували нормою 6 л/га. При обробці насіння витрата робочого розчину становила 10 л/т, при обприскуванні посівів – 350 л/га.

Досліджували сорт рису Україна-96 [4]. Агротехнічні заходи і рівень механізації в досліді – типові для рисосіючих господарств України, за виключенням досліджуваних факторів [5, 6].

Експериментальні дослідження проводили впродовж 2004–2008 рр. на полях Інституту рису. Ґрунт дослідних ділянок лучно-каштановий середньосолонцюватий середньосуглинковий. В орному шарі міститься гумусу 2,3%; вміст легкогідролізованого азоту (за

Тюриним-Кононовою), рухомих сполук фосфору та калію (за Мачигінім) коливався в межах 2,91–6,33; 2,87–3,65 та 28,9–41,4 мг/100 г ґрунту відповідно. Вміст рухомих форм мікроелементів у ґрунті визначали у буферній амонійно-ацетатній витяжці з рН 4,8 (за Крупським-Олександровою) у Національному науковому центрі «Інститут ґрунтознавства та агрохімії ім. О.Н. Соколовського», він становив Cd – 0,12; Fe – 42,3; Ni – 1,51; Pb – 0,84; Cr – 0,33; Co – 0,29; Cu – 0,50; Mn – 116,5; Zn – 0,88 мг/кг.

Вміст елементів живлення в середньому за роки досліджень був на такому рівні: гумусу, легкогідролізованого азоту, рухомого фосфору – середній, калію – підвищений. Ґрунт має реакцію від нейтральної до слаболужної (рН водної витяжки 6,7–7,5).

1. Сумарна токсичність ґрунту залежно від норм внесення мінеральних добрив при використанні сидератів, % (середнє за 2007–2008 рр.)

Варіант досліджу (фактор В)	Роки досліджень		Середнє
	2007	2008	
Без добрив (фактор А)			
Без сидерату	11,2	11,4	11,3
Озиме жито	11,6	12,5	12,1
Озима вика + озиме жито	11,5	13,3	12,4
Озима вика	11,8	13,7	12,8
Озимий ріпак + озима вика	11,2	12,8	12,0
N ₆₀ P ₃₀ (фактор А)			
Без сидерату	12,6	11,9	12,3
Озиме жито	12,5	14,2	13,4
Озима вика + озиме жито	14,0	14,5	14,2
Озима вика	12,6	13,5	13,1
Озимий ріпак + озима вика	12,5	15,1	13,8
N ₁₂₀ P ₃₀ (фактор А)			
Без сидерату	13,4	15,4	14,4
Озиме жито	13,9	15,8	14,9
Озима вика + озиме жито	12,8	15,4	14,1
Озима вика	12,4	13,4	12,9
Озимий ріпак + озима вика	12,3	15,0	13,6

НР ₀₅ (%) для: норм мінеральних добрив	0,53	0,65
«зелених добрив»	0,41	0,50
взаємодії факторів	0,91	1,12

Особливістю вирощування рису є затоплення рисових чеків майже весь вегетаційний період культури, що й зумовлює анаеробне розкладення решток сидератів. В зв'язку з цим можливе утворення токсичних для рослин рису сполук, що можуть уповільнювати їх ріст і розвиток. Тому проводили оцінку сумарної токсичності ґрунту з рисового чека шляхом прощування насіння редису червоного на водній витяжці [1]. Згідно з отриманими даними (див. табл. 1) токсичність ґрунту не досягала граничних 20% та не перевищувала 16% – показник коливався в межах 11,2–15,8% і був дещо вищим на фоні збільшення норми мінеральних добрив. Так, в середньому за два роки по варіантах з сидератами без добрив сумарна токсичність ґрунту становила 12,1%, при внесенні N₆₀P₃₀ – 13,4%, а на фоні N₁₂₀P₃₀ – 14,0%. У варіантах з зеленими добривами зв'язку між токсичністю і сидеральними культурами не встановлено. Отже, незважаючи на процеси розкладення сидеральних культур, внесення мінеральних добрив і застосування засобів захисту рослин, ґрунт виявився нетоксичним.

Проведене тестування зерна, одержаного у досліді з органо-мінеральним живленням посівів рису, показало, що сумарна токсичність залежала лише від рівня мінерального живлення, у варіантах з використанням сидератів цього не простежувалося (табл. 2). Без застосування добрив у середньому за 2007–2008 рр. токсичність дорівнювала 13,2 %, при внесенні N₆₀P₃₀ – підвищувалась до 14,4%, а збільшення норми мінеральних добрив до N₁₂₀P₃₀ призводило до зростання значення цього показника – до 15%.

**2. Сумарна токсичність зерна залежно від органо-мінерального живлення рису, %
(середнє за 2007–2008 рр.)**

Варіант досліджу (фактор В)	Роки досліджень		Середнє
	2007	2008	
Без добрив (фактор А)			
Без сидерату	12,6	13,4	13,0
Озиме жито	12,9	13,5	13,2
Озима вика + озиме жито	13,1	13,5	13,3
Озима вика	13,1	13,3	13,2
Озимий ріпак + озима вика	12,9	13,5	13,2
N₆₀P₃₀ (фактор А)			
Без сидерату	13,8	14,3	14,1
Озиме жито	13,6	14,5	14,1
Озима вика + озиме жито	14,2	14,5	14,3
Озима вика	14,0	14,1	14,2
Озимий ріпак + озима вика	14,0	16,6	15,3
N₁₂₀P₃₀ (фактор А)			
Без сидерату	14,7	15,4	15,1
Озиме жито	14,6	15,4	15,0
Озима вика + озиме жито	14,6	15,4	15,0
Озима вика	14,3	15,4	14,9
Озимий ріпак + озима вика	14,5	15,7	15,1

НР ₀₅ (%) для: норм мінеральних добрив	0,50	0,62
«зелених добрив»	0,39	0,48
взаємодії факторів	0,87	1,08

Відповідно до проведеного тестування (табл. 3) зерно рису в досліді 2 впродовж трьох років виявилось не забрудненим – його сумарна токсичність не перевищувала 20%.

Цей показник у варіантах досліджу за роки досліджень коливався в межах 15,5–18,0%, причому застосування мікродобрив не впливало на показники токсичності ґрунту. Так, на фоні розрахункової норми добрив сумарна токсичність зерна становила 15,5–17,5%, у зерна вирощеного у варіантах з обробкою насіння мікродобривами – 16,0–17,5%, а у варіантах з позакореневим підживленням посівів – 15,5–18,0%. Але коливання сумарної токсичності зерна порівняно з контролем при застосуванні мікродобрив математично довести не можливо.

**3. Сумарна токсичність зерна рису залежно від мікродобрив та способу їх застосування, %
(середнє за 2004–2006 рр.)**

Варіант досліджу (фактор В)	Роки досліджень			Середнє
	2004	2005	2006	
Розрахункова норма добрив (фон)	16,5	17,5	15,5	16,5
Обробка насіння (фактор А)				
Фон + цинк	17,0	16,0	16,0	16,3
Фон + мідь	16,0	16,5	16,5	16,5
Фон + кобальт	16,5	17,0	16,5	16,7
Фон + міком	16,5	17,5	16,0	16,7
Обприскування посівів (фактор А)				
Фон + цинк	17,0	17,0	15,5	16,5
Фон + мідь	16,5	18,0	17,5	17,3
Фон + кобальт	16,0	17,5	17,0	16,8
Фон + міком	17,5	18,0	18,0	17,8

НР ₀₅ (%) для: мікродобрив	1,64	1,49	1,17
способів їх застосування	1,04	0,94	0,74
взаємодії факторів	2,32	2,11	1,66

Дещо більша сумарна токсичність зерна (табл. 4) спостерігається при вищому су-

марному вмістові важких металів в кінцевій продукції, що в свою чергу залежить від вмісту мікроелементів в ґрунті відповідного чека. Вміст мікроелементів у ґрунті в 2004 р. становив: Cd – 0,17; Cu – 0,35; Zn – 0,68; Pb – 0,59 мг/кг; у 2005 р. – 0,12; 0,53; 1,27; 0,67 мг/кг; у 2006 р. – 0,06; 0,62; 0,70; 1,27 мг/кг ґрунту відповідно.

4. Вміст окремих мікроелементів у зерні рису (2004–2006 рр.)

Рік	Вміст елементів, мг/кг			
	Cd	Cu	Zn	Pb
2004	0,053±0,002	0,25±0,02	16,2±0,5	<0,25
2005	0,047±0,003	0,68±0,05	18,4±0,4	<0,25
2006	0,031±0,003	0,75±0,05	12,1±0,3	<0,25
ГДК* [7, 8]	0,1 (0,03*)	10,0	50,0	0,5 (0,3*)

* ГДК для продовольчої сировини – виробництва дитячих і дієтичних продуктів.

Вміст встановлених токсичних елементів в зерні рису не перевищував критичних концентрацій, хоча в літературі є дані про те, що кількість кадмію в зерні пшениці при вирощуванні на темно-каштанових ґрунтах перевищує рівень гранично допустимої концентрації в 3 рази [9]. Згідно з отриманими даними, у варіантах досліду вміст кадмію не перевищував ГДК і коливався від 0,023 до 0,061 мг/кг та залежав від вмісту даного важкого металу в ґрунті. Вміст свинцю в зерні також не досягав критичного рівня і був нижчий за 0,25 мг/кг.

Висновки

1. Визначення сумарної токсичності ґрунту під посівами рису показало, що, незважаючи на процеси розкладення сидератів, внесення мінеральних добрив, застосування засобів захисту рослин, ґрунт виявився нетоксичним.

2. Встановлено, що зерно рису, вирощене в дослідках у 2004–2008 рр. за існуючою екологічно безпечною технологією вирощування цієї культури, не забруднене важкими металами і не токсичне.

3. Визначення сумарної токсичності зерна рису показало, що цей показник жодного разу за роки досліджень не перевищував граничних 20%, він коливався у межах 11,2–18,0%.

Бібліографічний список

1. *Минеев В.Г.* Определение суммарной токсичности почвы, корневой системы и конечной продукции при применении химических средств защиты растений: методика и результаты / *В.Г. Минеев, Е.Х. Ремпе, Л.П. Воронина, Л.В. Коваленко* // Вестн. с.-х. науки. – 1996. – № 6. – С. 63–71.
2. *Полупан М.І.* Класифікація ґрунтів України // *М.І. Полупан, В.Б. Соловей, В.А. Величко*. – К.: Аграр. наука, 2005. – 300 с.
3. *Кисель В.И.* Загрязнение почв тяжелыми металлами / *В.И. Кисель* // Агроэкологическая оценка земель Украины и размещение сельскохозяйственных культур. – К.: Аграр. наука, 1997. – С. 114–125.
4. *Ванцовський А.А.* Особливості агротехніки нових сортів рису / *А.А. Ванцовський, С.Г. Вожегов, Р.А. Вожегова* [та ін.]. – Херсон, 2005. – 39 с. – (Рекомендації).
5. *Ванцовський А.А.* Технологія вирощування рису з врахуванням вимог охорони навколишнього середовища в господарствах України / *А.А. Ванцовський, С.Г. Вожегов, Р.А. Вожегова* [та ін.]. – Херсон, 2004. – 77 с.
6. *Дудченко В.В.* Технологія вирощування рису з врахуванням вимог охорони навколишнього середовища в господарствах України / *В.В. Дудченко, Р.А. Вожегова, С.Г. Вожегов* [та ін.]. – Херсон, 2008. – 72 с.
7. *Медиико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов*. – М.: Изд-во стандартов, 1990. – С. 76–77.
8. ВНД 33-5.5-06.99. Охорона водних, ґрунтових та рослинних ресурсів від забруднення важкими металами в умовах зрошення. – К., 1999. – 26 с.

9. *Гамаюнова В.В.* Важкі метали в тривало зрошуваному темно-каштановому ґрунті та рослинах / *В.В. Гамаюнова, О.В. Підручна, Г.М. Куц* // Таврійський наук. вісн. – Херсон: Айлант, 2000. – Вип. 16. – С. 29–36. – (Зб. наук. пр.).