

**В.Г. Ільїна, к.г.н., О.І.Чернякова, ст. викл.**  
*Одеський державний екологічний університет*

## **ОЦІНКА ВПЛИВУ ІНТЕНСИФІКАЦІЇ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОГО ВИРОБНИЦТВА НА СТАН ҐРУНТОВО-РОСЛИННОГО ПОКРИВУ ЛЬВІВСЬКОЇ ОБЛАСТІ**

*Виконана оцінка впливу внесених доз мінеральних добрив, засобів захисту рослин від шкідників та хвороб сільськогосподарських культур на процеси росту та розвитку, а також екологічну чистоту отриманої продукції. При цьому використано апарат математичного моделювання процесів поглинання та міграції забруднювальних елементів у ґрунтово - рослинному покриві .*

**Ключові слова :** мінеральне живлення, забруднювальні елементи, пестициди, математичне моделювання.

В зв'язку зі збільшенням антропогенного впливу на ґрунтово-рослинний покрив, яке обумовлене внесенням різних доз мінеральних добрив, засобів захисту рослин від шкідників та хвороб сільськогосподарських культур з метою отримання високих та стійких врожаїв актуальною є проблема оцінки цієї дії на кількісні та якісні характеристики агроєкосистем. В наш час відбувається зміна кліматичних, ландшафтних, ґрунтових та інших умов існування агроєкосистем. Це призводить до зміни встановлених норм внесення мінеральних та органічних добрив, засобів захисту рослин і агротехнічних засобів вирощування культур. Тому встановлення оптимальних норм є дуже важливою як науковою, так і практичною задачею. Як вітчизняними, так і зарубіжними вченими вирішенню цієї задачі приділялось дуже багато уваги. Розробкою методів оптимального природокористування в нашій країні займалися такі вчені як Польовий А.М., Алексєєв Ю. А, Мінеєв В.Г.

Львівська область є одною з основних областей України, яка спеціалізується на вирощуванні великого набору сільськогосподарських культур. Ґрунти цієї території багаті на органічну речовину, що дає можливість корегувати загальноприйняті методи вирощування для розробки конкретних рекомендацій щодо технології виробництва сільськогосподарської продукції у цьому регіоні.

Вирішення цієї проблеми можливе з використанням математичних моделей. Метою є оцінка впливу інтенсифікації сільськогосподарського виробництва на стан ґрунтово-рослинного покриву Львівської області для розробки практичних рекомендацій щодо зменшення антропогенного навантаження на фітоценози.

Об'єктами оцінки впливу інтенсифікації є вміст органічних та мінеральних добрив, механічний склад ґрунту, кількість внесення фосфогіпсу, характеристика температурного режиму ґрунту, найменша вологоємність ґрунту, характеристики біологічного росту та розвитку рослин.

Вплив забезпеченості елементами [1] з урахуванням функції забезпеченості азотом  $K_N$ , фосфором  $K_P$  і калієм  $K_K$ : мінерального живлення на продуктивний процес рослин визначався за принципом Лібіха

$$K_{(NPK)} = \min (K_N, K_P, K_K), \quad (1)$$

де  $K_{(NPK)}$  – коефіцієнт забезпечення рослин елементами мінерального живлення.

Значення функцій найбільш можливого азотного, фосфорного і калійного живлення визначаються з таких рівнянь

$$K_N = (N/N_{opt})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - N/N_{opt})] \quad , \quad (2)$$

$$K_P = (P/P_{opt})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - P/P_{opt})], \quad (3)$$

$$K_K = (K/K_{opt})^{1.35} \cdot \exp[1.1 \cdot (1 - K/K_{opt})], \quad (4)$$

де  $N$  – сумарна кількість  $N$ ,  $P$ ,  $K$ , еквівалентна використаному мінеральному добриву, кг/га;

$N_{opt}$ ,  $P_{opt}$ ,  $K_{opt}$  – оптимальна кількість  $N$ ,  $P$ ,  $K$ , необхідна для одержання максимального врожаю, кг/га.

Сумарна кількість  $N$ ,  $P_2O_5$ ,  $K_2O$  розраховуватиметься за формулами:

$$N = mNn + Nm + mNOY, \quad (5)$$

$$P = mPn + Pm + mPOYPOY, \quad (6)$$

$$K = mKn + Km + mKOYKOY, \quad (7)$$

де  $mN, mP, mK$  – коефіцієнти еквівалентності легкогідролізного азоту ( $mN$ ), за Корнфілдом, рухомого фосфору ( $mP$ ) і калію ( $mK$ ), за Кирсановим, в ґрунті, кг/мг100г;

$mNOY$ ,  $mPOY$ ,  $mKOY$  – коефіцієнти еквівалентності азоту ( $mNOY$ ), фосфору ( $mPOY$ ) і калію ( $mKOY$ ) органічного добрива, кг/кг;

$n$ ,  $Pn$ ,  $Kn$  – легкогідролізний азот ( $n$ ) рухомий фосфор ( $Pn$ ) і калій ( $Kn$ ) в рік проведення аналізу, мг/100г ґрунту;

$NOY$ ,  $POY$ ,  $KOY$  – азот, фосфор і калій органічного добрива, яке вносилося в рік отримання урожаю, кг/га;

$Nm$ ,  $Pm$ ,  $Km$  – азот, фосфор і калій мінерального добрива, яке вносилося в рік отримання урожаю, кг/га.

Розглядається також поглинання азоту активним і пасивним шляхом [2]

$$\Delta N / \Delta T = [(N_{max} \cdot N_{сер} \cdot m_r) / N_0 \cdot N_n] \cdot K \cdot E \cdot N_p, \quad (8)$$

де  $\Delta N / \Delta T$  - швидкість поглинання азоту корінням рослин;

$N_{max}$  - максимально можлива швидкість поглинання азоту корінням, мгN/кг;

$N_{сер}$  - середня кількість азоту у шарі ґрунту, мгN/кг;

$N_n$  – концентрація доступного азоту біля поверхні кореня, г/м;

$m_r$  – маса кореня, г/м<sup>2</sup>;

$N_0$  – початкова кількість азоту у шарі ґрунту, мгN/кг;

$K$  – константа Михаеліса-Ментен, мг N/ кг;

$E$  – інтенсивність транспірації, відн.од. ;

$N_p$  – концентрація доступного азоту в ґрунтовому розчині, мг N/кг.

Накопичення важких металів рослиною розглядається в залежності від утримання рухомих форм важких металів у ґрунті. Швидкість надходження важких металів у рослину описується формулою [3]

$$\frac{\Delta A_q^{ногл(о)}}{\Delta t} = \frac{86,4 \alpha_q^{ногл} \bar{A}_q^{ночв} m_r^j}{a_r}, \quad (9)$$

де  $\frac{\Delta A_q^{ногл}}{\Delta t}$  – швидкість поглинання рухомих форм важких металів q-го виду важких металів корінням рослини, мгм<sup>-2</sup>д<sup>-1</sup>;

$\alpha_q^{ногл}$  – поглинальна здатність кореня, мс<sup>-1</sup>;

$\bar{A}_q^{почв}$  – концентрація рухомих форм q-го виду важких металів у ґрунті, мг·кг<sup>-1</sup>;

$a_r$  – радіус кореня, см;

q – вид важкого металу.

У зв'язку з можливим підвищенням рівня антропогенного забруднення ґрунту та рослин важкими металами врахуємо їх фітотоксичний вплив за допомогою коефіцієнта фітотоксичності  $K_{BM}^j$ , визначеного за принципом Лібіха з великої кількості коефіцієнтів фітотоксичності кожного виду важких металів

$$K_{BM}^j = \min\{K_q^j\}, q \in Cd, Cu, Hg, Pb, Sr, Zn, \quad (10)$$

кожен з яких визначається з виразу

$$K_q^{крj} = 1 - \left( \frac{\mu A q}{A_q^{кр2} - A_q^{кр1}} \right) \cdot A_q^{роч(j)}, \quad (11)$$

де  $\mu A q$  - зниження продуктивності рослин в інтервалі критичних величин концентрації важких металів у рослині  $A_q^{кр2}$  і  $A_q^{кр1}$ , (мг · кг<sup>-1</sup>).

На основі інформації про внесення мінеральних та органічних добрив під сільськогосподарські культури, які вирощуються на території Львівської області, була виконана оцінка сучасного стану забезпеченості ґрунтово-рослинного покриву цієї території елементами мінерального живлення. Дані наведені у табл. 1.

Таблиця 1 - Кількість внесених мінеральних добрив сільськогосподарськими підприємствами під посіви сільськогосподарських культур (у перерахунку на 100% поживних речовин)

Райони Львівської області	Всього на 1 га посівної площі							
	2000	2001	2002	2003	2000	2001	2002	2003
	Центнерів				Кілограмів			
1	2				3			
Бродівський	12086	14304	10403	10011	47	59	55	57
Бузький	6359	8890	7910	6843	30	45	48	44
Городоцький	2537	2688	848	1788	12	16	10	23
Дрогобицький	2961	2674	1049	1433	25	24	13	21
Живачівський	5777	5047	2177	3396	28	27	17	34
Жовківський	4331	6291	3039	6530	20	35	24	42
Золочівський	3747	9822	3339	7723	15	39	23	54
Кам'янка-Бузький	2556	4218	1496	2449	10	17	8	14
Миколаївський	4805	4938	2852	2392	41	44	31	31
Мостиський	2191	1616	858	742	11	11	10	13
Перемишльський	1644	3164	633	1065	11	30	12	27
Пустомитівський	3014	4228	2012	3262	20	27	21	40
Радехівський	4346	4883	3250	2132	14	17	16	15

Продовження табл. 1

1	2				3			
Самбірський	5463	5527	2466	3289	25	28	23	28
Сокальський	14276	13034	8237	10280	32	34	26	42
Старосамбірський	878	536	304	829	16	11	9	29
Стрийський	3220	3326	1305	1692	21	25	12	21
Яворівський	3445	3652	2007	1545	24	31	20	15
Всього по області	83943	99612	54491	67732	23	30	24	33

Найбільші значення внесення мінеральних добрив отримані у 2003 році і складають в середньому по області 33 кг/га. Мінімальні значення отримані у 2000 та 2002 році.

В цілому по області, найбільше мінеральних добрив вноситься у східних та південно-східних районах, де зосереджені найбільші площі сільськогосподарських угідь. Крім того, у цих районах ґрунти мають не великі значення органічної речовини, а також механічних склад яких, у більшій частині, включає дрібнодисперсні фракції. Тому, для підвищення родючості цих ґрунтів необхідно використання, насамперед, органічних добрив.

У табл. 2 наведена ефективність внесення добрив, у зв'язку з умовами зволоження за період розвитку рослин, який припадає на травень - серпень місяці. В цілому, за цей період на території Львівської області випадає значна кількість опадів. Але за розглянутий чотири річний період спостерігались у 20% випадків посушливі умови. Тому, за допомогою математичної моделі, яка представлена раніше, були виконані розрахунки ефективності внесення мінеральних добрив у роки з недостатніми умовами зволоження.

Правильне застосування добрив послабляє вплив несприятливих погодних умов на кількісні та якісні характеристики врожаю. Застосування добрив зменшує також негативний вплив на врожай низьких температур (що досить важливо для Львівщини), заморозків та інших несприятливих метеорологічних умов.

Таблиця 2 - Середня ефективність NPK для ґрунтів Львівської області у зв'язку з умовами вирощування

Зволоження	$\Sigma r$ , мм		D, мб		Середній приріст врожаю від NPK, ц/га					
	Вологі умови	Сухі умови	Вологі умови	Сухі умови	озима пшениця		кукурудза		соняшник	
					Буро-земи	Чорно-земи	Буро-земи	Чорно-земи	Буро-земи	Чорно-земи
Нормальне	80	50	4,2	5,3	8,7	8,1	7,9	7,6	7,9	6,8
Недостатнє	70	30	5,8	8,2	4,4	4,5	4,2	4,8	4,5	4,6
Середнє	120	70	4,6	5,8	5,2	9,7	5,0	5,2	6,3	7,1

Вимірянні норми внесення сприяють одержанню високих врожаїв з мінімальними кількостями забруднюючих речовин, до яких насамперед належать важкі метали.

Значна кількість важких металів потрапляє у ґрунтово-рослинний покрив з мінеральними добривами, під впливом інтенсифікації сільськогосподарського виробництва. Крім того, на території Львівської області розташована достатньо висока кількість підприємств, які викидають у атмосферне повітря значну кількість важких металів. Ураховуючи все це, проведена оцінка утримання важких металів в деяких

грунтах Львівської області при різних нормах внесення мінеральних та органічних добрив.

Розрахунки проводились для одної з основних зернових культур, яка вирощується на цій території – кукурудзи. Ця культура дуже добре реагує на зміну норм внесення органічних та мінеральних добрив. Високі та стабільні врожаї тут отримують при внесенні азотних добрив 60-80 кг/га, а фосфорних - 100-120 кг/га.

За допомогою представленої математичної моделі було оцінено вплив мінеральних та органічних добрив на якісні характеристики ґрунтового покриву Львівської області. При цьому розглядалися різні варіанти їх внесення (табл. 3).

Таблиця 3 – Вплив добрив на валовий вміст важких металів на буроземних ґрунтах Львівської області в шарі ґрунту 0 – 40 см

Варіант розрахунку	Вміст важких металів, мг/кг			
	Ni	Cd	Pb	Hg
Контрольний	6.2	0.48	20	1.4
P <sub>100</sub>	6.4	0.43	24	1.33
P <sub>150</sub>	6.0	0.43	24	1.36
N <sub>85</sub> P <sub>100</sub>	6.5	0.47	28	1.24
Гній - 40 т	5.9	0.45	24	1.26
N <sub>85</sub> P <sub>100</sub> K <sub>80</sub>	6.3	0.41	24	1.21
Середнє по варіантах з добривами	6.5	0.44	25	1.30

Виходячи з даних табл.3 найменший вміст важких металів в буроземних ґрунтах Львівської області спостерігається при внесенні тільки органічних добрив. Найбільші значення отримані у варіанті внесення N<sub>85</sub>P<sub>100</sub> для Ni, Cd, Pb. Аналогічні розрахунки виконані для чорноземних ґрунтів, які також найбільш розповсюдженими на території, яка розглядається. Результати цієї роботи наведені у табл. 4.

Таблиця 4 – Вплив добрив на валовий вміст важких металів на чорноземних ґрунтах Львівської області в шарі ґрунту 0 – 40 см

Варіант розрахунку	Вміст важких металів, мг/кг			
	Ni	Cd	Pb	Hg
Контрольний	5.3	0.43	19	1.17
P <sub>100</sub>	6.4	0.43	17	1.09
P <sub>150</sub>	7.2	0.40	20	1.03
N <sub>85</sub> P <sub>100</sub>	5.5	0.43	13	0.98
Гній - 40 т	6.6	0.44	17	0.96
N <sub>85</sub> P <sub>100</sub> K <sub>80</sub>	5.3	0.40	17	0.90
Середнє по варіантах з добривами	6.2	0.42	18	1.02

Аналіз даних табл. 4 показав, що найменше важких металів накопичується у чорноземах при внесенні повного комплексу мінеральних добрив N<sub>85</sub>P<sub>100</sub>K<sub>80</sub>. Це може бути пов'язано із значним вмістом органічної речовини у чорноземних ґрунтах, яка добре акумулює важкі метали.

На наступному етапі оцінки забруднення ґрунтово-рослинного покриву Львівської області було проаналізовано зразки ґрунту на наявність залишкових кількостей пестицидів. У двох пробах виявлено залишкові кількості пестицидів, що не перевищували встановлених нормативів. Вміст радіонуклідів цезію-137 і стронцію-90 не перевищував природного фону.

При застосуванні добрив поліпшується родючість ґрунту і підвищується врожайність сільськогосподарських культур. Це відбувається завдяки тому, що добрива збагачують ґрунт на рухомі поживні речовини. Добрива також забезпечують повніше використання елементів живлення самого ґрунту, оскільки позитивно впливають на розвиток кореневої системи вирощуваних культур та поліпшення фізичних властивостей ґрунту [4].

Всі види добрив, які застосовують у господарствах Львівської області, з врахуванням біологічних особливостей рослин і властивостей ґрунтів, не тільки підвищують урожайність, але й поліпшують якість сільськогосподарської продукції. Це пов'язано з лісостеповою зоною розміщення, де спостерігаються найбільш сприятливі для вирощування ґрунтові та кліматичні умови, які характеризуються підвищеним температурним фоном та оптимальними умовами вологозабезпеченості (75 % найменшої вологоємкості).

Основними аспектами інтенсифікації сільськогосподарського виробництва у Львівській області є внесення повного комплексу мінеральних та органічних добрив, а також використання пестицидів як заходів боротьби зі шкідниками та хворобами сільськогосподарських культур. При внесенні мінеральних добрив збільшується кількість біогенних елементів, які виносяться з урожаєм сільськогосподарських культур і тільки незначна частина залишається у ґрунті. Внесення органічних добрив сприяє поліпшенню якісних характеристик ґрунту.

В зв'язку із зміною кліматичних та ґрунтових умов в останній час необхідно оптимізувати норми та строки внесення добрив, що можливо тільки з урахуванням механізму поглинання та міграції поллютантів. У подальшому за допомогою сучасних методів оцінки стану агроєкосистем будуть розраховані оптимальні норми внесення мінеральних та органічних добрив стосовно умов Львівської області.

### Список літератури

- 1 *Минеев В.Г.* Экологические проблемы агрохимии. – М.: Изд-во МГУ, 1988.
- 2 *Лозановская И.Н. и др.* Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении / И.Н. Лозановская, Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова. – М.: Высшая школа, 1998.
- 3 *Алексеев Ю.А.* Тяжелые металлы в почвах и растениях. - Л.: Гидрометеиздат, 1987.
- 4 *Почвенно - экологический мониторинг и охрана почв /* Под ред. Д.С. Орлова и В.Д. Василевской. – М.: Изд-во МГУ, 1994.

#### **Оценка влияния интенсификации сельскохозяйственного производства на состояние почвенно-растительного покрова Львовской области. Ильина В.Г., Чернякова О.И.**

*Выполнена оценка влияния внесенных доз минеральных удобрений, средств защиты растений от вредителей и болезней сельскохозяйственных культур на процессы роста и развития, а также экологическую чистоту полученной продукции. При этом использован аппарат математического моделирования процессов поглощения и миграции загрязняющих элементов в почвенно-растительном покрове Львовской области.*

**Ключевые слова:** минеральное питание, загрязняющие элементы, пестициды, математическое моделирование.

#### **Estimation of influencing of intensification of agricultural production on the state of soil-vegetable cover of the Lvov region. Ilina V. G , Chernyakova O. I.**

*Estimation of influencing of the borne doses of mineral fertilizers, facilities of defence of plants from wreckers and illnesses of agricultural cultures on the processes of growth and development is executed, and also ecological cleanness of the got products. The vehicle of mathematical design of processes of absorption and migration of contaminating elements in the soil-vegetable cover of the Lvov region is thus used.*

**Keywords:** mineral feed, contaminating elements, pesticides, mathematical design.