

2. Тарарико Ю.А. Формирование устойчивых агросистем. – К.: ДИА, 2007. – 560 с.
3. Ковалев В.М. Теоретические основы оптимизации формирования урожая. – М.: МСХА, 1997. – 247 с.
4. Комплексна програма розвитку зрошення та поліпшення екологічного стану сільськогосподарських угідь і сільських населених пунктів Херсонської області на період до 2015 року. – К.: Держводгосп України, 2007. – 17 с.
5. Лапа О.М., Дрозда В.Ф., Пшець Н.В. Екологічно безпечні інтенсивні технології вирощування та захисту овочевих культур. – К.: Універсал-Друк, 2006. – 183 с.
6. Ничипорович А.А. Основы фотосинтетической продуктивности растений // Современные проблемы фотосинтеза. – М.: МГУ, 1973. – С. 5–28.
7. Ничипорович А.А. Энергетическая эффективность и продуктивность фотосинтезирующих систем как интегральная проблема // Физиология растений.-1978.- Вып. 5. – С. 922–937.
8. Гойса Н.И., Перелет Н.А. Методические указания для расчета фотосинтетически активной радиации.-К.: УкрНИГМИ, 1976. – 26 с.
9. Ушкаренко В.О., Нікішенко В.Л, Голобородько С.П., Коковіхін С.В. Дисперсійний і кореляційний аналіз результатів польових дослідів: Монографія. – Херсон: Айлант, 2009. – 372 с.: іл.

УДК: 633.15:631.8:631.6(477.72)

## **КОРЕЛЯЦІЙНО-РЕГРЕСІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ КУКУРУДЗИ ЗАЛЕЖНО ВІД ДИНАМІКИ ПОКАЗНИКІВ ГУМУСУ ТА МАКРОЕЛЕМЕНТІВ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ**

**ІСАКОВА Г.М. – к.с.-г.н., с.н.с.**

**КОКОВІХІН С.В. – к.с.-г.н., с.н.с.**

**ВЛАЩУК О.С. – с.н.с.**

**Інститут землеробства південного регіону НААН України**

**ДРОБІТЬКО А.В. - к.с.-г.н., доцент**

**Миколаївський державний аграрний університет**

**Постановка проблеми.** Важливе значення має вивчення процесів формування продуктивності агрофітоценозів відносно змін основних показників родючості ґрунту, які істотно варіюють залежно від систем удобрення. Новітнім підходом щодо оптимізації продукційних процесів рослин є розробка статистичних моделей, за якими можна здійснювати програмування врожаю. Застосування комп'ютерних технологій забезпечує завдяки

великій швидкості обробки даних та здатності нагромаджувати і зберігати величезні обсяги інформації прогнозувати варіанти змін в агроєкосистемах, що виникають у відповідь на природні зміни навколишнього середовища, а також відносно диференціації окремих технологій вирощування, в тому числі й при змінах системи удобрення.

**Стан вивчення проблеми.** Різноманітні моделі в аграрній сфері базуються на засадах цифрових і аналогових електронно-обчислювальних технологіях. Перспективним напрямом науково-технічного прогресу є удосконалення й створення автоматизованих зрошувальних систем, які забезпечують довгострокову й ефективну роботу в тісному взаємозв'язку з природними та техногенними чинниками [1-5].

Основою програмування є ефективне використання сонячної енергії, ресурсів тепла, вологи, вуглекислоти повітря, мінеральних речовин ґрунту та добрив, створення необхідних біологічних, агроєкологічних, організаційно-господарських та енергетичних передумов одержання високих врожаїв з мінімальними витратами на одиницю продукції [6-9].

**Завдання і методика досліджень.** Завдання досліджень було встановити статистичні залежності між вмістом гумусу та макроелементів і рівнем урожайності зерна кукурудзи.

Польові й лабораторні досліді проведені протягом 1989-2010 рр. в Інституті землеробства південного регіону НААН України. При закладці та проведенні досліджень користувалися загальноприйнятими методиками [10,11]. Закладка дослідних ділянок проведена методом рендомізованих розщеплених ділянок. Площа облікових ділянок – 50 м<sup>2</sup>. Агротехніка в дослідях – типова для умов зрошення Півдня України. В сівозміні вивчали варіанти використання органічних і мінеральних добрив на культура зрошуваної сівозміні, в тому числі й на зерновій кукурудзі (табл. 1).

При розрахунках на 1 га – зелене добриво прирівнювалось до 20 т гною, стебла кукурудзи (10 т/га) – 40 т гною, солома (5 т/га) – 20 т гною.

Для розрахунків використані формули ліанеризованих перетворень за методикою Дьяконова В.П., Круглова В.В. (2002) [12] та використанням програмної надбудови NonLinear v. 2.7 до числового процесору Microsoft Excel.

**Таблиця 1 – Схема стаціонарного дослідю**

№п/п варі-анта	Культури сівозміни						
	кукурудза на зерно, ц/га	кукурудза на силос	озима пшениця	кукурудза на з/к + люцерна	лю- церна	лю- церна	озима пшениця + післяжнивні
1	Без добрив	Без добрив	Без добрив	Без добрив	Без доб- рив	Без доб- рив	Без добрив
2	N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub> (Міне- ральна)	N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub>	N <sub>150</sub> P <sub>90</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub>	0	0	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> + N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>
3	N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + Зелене добриво (Ресурсо- зберігаюча)	N <sub>90</sub> P <sub>60</sub> + стебла кукурудзи	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> + АФБ	N <sub>60</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub> + солома	0	0	N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> + АФБ
4	N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub> + гній 60 т/га (Рекоменд ована)	N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub> + гній 60 т/га	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub>	N <sub>60</sub> P <sub>150</sub> K <sub>60</sub>	0	0	N <sub>90</sub> P <sub>90</sub> + N <sub>90</sub> P <sub>60</sub>

**Результати досліджень.** Аналіз урожайних даних кукурудзи на зерно та його порівняння з показниками гумусу, азоту, фосфору й калію свідчить про істотну різницю коефіцієнту парної кореляції відносно досліджуваних показників по досліджуваних варіантах схем застосування органічних і мінеральних добрив (табл. 2).

**Таблиця 2 – Показники коефіцієнта кореляції між урожайністю зерна кукурудзи, вмістом гумусу та макроелементів**

Варіант	Гумус	Макроелементи		
		азот	фосфор	калій
Без добрив	0,273	0,311	0,215	0,091
N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub> (Мінеральна)	0,343	0,396	0,467	0,121
N <sub>60</sub> P <sub>60</sub> + Зелене добриво (Ресурсозберігаюча)	0,987	0,915	0,679	0,206
N <sub>150</sub> P <sub>90</sub> K <sub>30</sub> + гній 60 т/га (Рекомендована)	0,792	0,783	0,541	0,229

Розрахунками доведена позитивна дія на продуктивність рослин кукурудзи зелених добрив та гною, які забезпечили найвищий приріст урожайності, про що свідчать високі коефіцієнти кореляції, які відображають тісний зв'язок між фоном живлення рослин та інтенсивністю продукційних процесів.

Враховуючи тісні кореляційні зв'язки між досліджуваними показниками, нами було проведено регресійне моделювання відносного підбору оптимальних рівнянь, які в найбільшому

ступеню відображають взаємозалежність продуктивності рослин та фону живлення.

Статистична обробка експериментальних даних показників урожайності зерна кукурудзи та вмісту гумусу дозволила виявити від'ємні та додатні статистичні зв'язки щодо рівнянь різних математичних типів (табл. 3).

**Таблиця 3 – Показники регресійних рівнянь різних типів, які відображають залежність урожайності зерна кукурудзи та вмісту гумусу**

Рівняння	a	b	r	r <sup>2</sup>	t-факт.	t-станд.
$y = a + b \cdot x$	-62,3772	49,15309	0,967	0,934	5,54	4,30
$y = 1/(a + b \cdot x)$	0,061986	-0,01805	-0,953	0,909	5,37	4,30
$y = a + b/x$	173,5654	-281,408	-0,980	0,959	5,79	4,30
$y = x/(a + b \cdot x)$	0,100529	-0,02351	-0,895	0,802	4,95	4,30
$y = a \cdot b^x$	5,792449	2,54693	0,960	0,921	5,44	4,30
$y = a \cdot \exp(b \cdot x)$	5,792443	0,934889	0,960	0,921	5,44	4,30
$y = 1/(a + b \cdot \exp(-x))$	0,000337	0,198537	0,972	0,944	5,62	4,30
$y = a \cdot x^b$	7,707615	2,244327	0,968	0,936	5,55	4,30
$y = a + b \cdot \log(x)$	-47,2783	271,4949	0,974	0,948	5,66	4,30
$y = a + b \cdot \ln(x)$	-47,2783	117,9087	0,974	0,948	5,66	4,30
$y = a/(b + x)$	-55,3979	-3,43387	-0,953	0,909	5,37	4,30
$y = a \cdot x/(b + x)$	-40,35	-4,18178	0,969	0,939	5,57	4,30
$y = a \cdot \exp(b/x)$	516,6952	-5,36035	-0,974	0,949	5,67	4,30

**Примітки:** у – урожайність зерна, ц/га; x – вміст гумусу, %; a – первинне значення у при x = 0; b – коефіцієнт пропорційності; r – коефіцієнт кореляції; r<sup>2</sup> – коефіцієнт детермінації; t-факт. і t-станд.– фактичне та стандартне (табличне) значення критерію Стьюдента

Результати статистичного аналізу між досліджуваними показниками виявили стабільність у первинних значеннях та коефіцієнтах пропорційності рівнянь парної регресії, коефіцієнтів кореляції і детермінації, а також співвідношення критеріїв істотності фактичного (t–критерій Стьюдента) та стандартного (t<sub>05</sub>) рівня значущості – відношення варіаційно-статистичного показника до його похибки, відносно коливань рівня продуктивності рослин та вмісту гумусу.

Найбільш тісні кореляційні зв'язки між досліджуваними показниками забезпечило застосування нелінійного рівняння  $y = a + b/x$ , при цьому коефіцієнт кореляції дорівнював -0,980, коефіцієнт детермінації – 0,959.

Кореляційно-регресійне моделювання врожайності зерна кукурудзи та вмісту макроелементів в ґрунті показало їх неоднаковий ступінь впливу на формування продуктивності рослин (табл. 4).

**Таблиця 4 – Показники регресійних рівнянь різних типів, які відображають залежність урожайності зерна кукурудзи та вміст макроелементів у ґрунті**

Рівняння	a	b	г	г <sup>2</sup>	t-факт.	t-станд.
<b>Азот</b>						
$y = a + b \cdot x$	39,34668	5,672769	0,879	0,772	1,37	4,30
$y = 1/(a + b \cdot x)$	0,024559	-0,00206	-0,858	0,736	1,29	4,30
$y = a + b/x$	73,81723	-40,1215	-0,995	0,990	3,01	4,30
$y = x/(a + b \cdot x)$	0,012473	0,012722	0,996	0,992	3,11	4,30
$y = a \cdot b^x$	40,1742	1,11329	0,868	0,753	1,32	4,30
$y = a \cdot \exp(b \cdot x)$	40,17419	0,107319	0,868	0,753	1,32	4,30
$y = 1/(a + b \cdot \exp(-x))$	0,014993	0,031205	0,999	0,998	4,72	4,30
$y = a \cdot x^b$	40,25841	0,326777	0,958	0,917	1,92	4,30
$y = a + b \cdot \log(x)$	39,57073	39,52847	0,963	0,928	1,99	4,30
$y = a + b \cdot \ln(x)$	39,57073	17,167	0,963	0,928	1,99	4,30
$y = a/(b + x)$	-484,892	-11,9086	-0,858	0,736	1,29	4,30
$y = a \cdot x/(b + x)$	83,95725	1,24936	0,991	0,983	2,72	4,30
$y = a \cdot \exp(b/x)$	77,36619	-0,76711	-0,993	0,987	2,85	4,30
<b>Фосфор</b>						
$y = a + b \cdot x$	7,413585	1,67812	0,997	0,995	1,21	4,30
$y = 1/(a + b \cdot x)$	0,035984	-0,0006	-0,809	0,654	1,12	4,30
$y = a + b/x$	110,6508	-1550,06	-0,885	0,783	1,40	4,30
$y = x/(a + b \cdot x)$	0,500236	0,000766	0,074	0,705	0,77	4,30
$y = a \cdot b^x$	22,06712	1,032086	0,822	0,675	1,16	4,30
$y = a \cdot \exp(b \cdot x)$	22,0671	0,031582	0,822	0,675	1,16	4,30
$y = 1/(a + b \cdot \exp(-x))$	0,015739	0,000258	0,836	0,700	3,33	4,30
$y = a \cdot x^b$	2,126477	0,969772	0,848	0,719	1,25	4,30
$y = a + b \cdot \log(x)$	-116,593	118,4402	0,861	0,742	1,30	4,30
$y = a + b \cdot \ln(x)$	-116,593	51,43788	0,861	0,742	1,30	4,30
$y = a/(b + x)$	-1655,74	-59,5808	-0,809	0,654	1,12	4,30
$y = a \cdot x/(b + x)$	-769,925	-432,412	0,861	0,741	1,30	4,30
$y = a \cdot \exp(b/x)$	154,5439	-29,2745	-0,872	0,761	1,34	4,30
<b>Калій</b>						
$y = a + b \cdot x$	43,46294	5,2304	0,440	0,194	0,47	4,30
$y = 1/(a + b \cdot x)$	0,023059	-0,0019	-0,430	0,185	0,46	4,30
$y = a + b/x$	77,54673	-50,8866	-0,479	0,229	0,52	4,30
$y = x/(a + b \cdot x)$	0,016139	0,011557	0,790	0,625	1,07	4,30
$y = a \cdot b^x$	43,42819	1,104007	0,435	0,189	0,47	4,30
$y = a \cdot \exp(b \cdot x)$	43,42819	0,098946	0,435	0,189	0,47	4,30
$y = 1/(a + b \cdot \exp(-x))$	0,014531	0,04163	0,475	0,225	0,52	4,30
$y = a \cdot x^b$	41,92332	0,314318	0,453	0,206	0,49	4,30
$y = a + b \cdot \log(x)$	41,5548	38,36065	0,460	0,212	0,50	4,30
$y = a + b \cdot \ln(x)$	41,5548	16,65982	0,460	0,212	0,50	4,30
$y = a/(b + x)$	-526,274	-12,1354	-0,430	0,185	0,46	4,30
$y = a \cdot x/(b + x)$	93,01369	1,701586	0,462	0,214	0,50	4,30
$y = a \cdot \exp(b/x)$	82,58659	-0,95735	-0,470	0,221	0,51	4,30

**Примітка.** Умовні позначення див. у табл. 3

Розрахунками встановлено, що найвищий вплив на продуктивність рослин кукурудзи має вміст нітратного азоту в ґрунті (коефіцієнт детермінації коливався в межах 0,736-0,998). На другому місці знаходиться фосфор ( $r^2 = 0,654-0,995$ ), а вплив калію на продуктивність рослин мінімальний (коефіцієнт детермінації становив 0,185-0,625).

Також істотна нерівномірність щодо статистичних показників виявлена відносно рівнянь по досліджуваних елементах живлення. Наприклад, найтісніші статистичні зв'язки відносно врожайності зерна кукурудзи та вмісту азоту має рівняння типу  $y = 1/(a + b \cdot \exp(-x))$ , для фосфору:  $y = a + b \cdot x$ ; а для калію:  $y = x/(a + b \cdot x)$ , відповідно. Отже, встановлені рівняння можна використовувати для моделювання продуктивності рослин кукурудзи в умовах зрошення Півдня України.

**Висновки та пропозиції.** За результатами статистичної обробки результатів польових і лабораторних дослідів встановлена різниця впливу вмісту гумусу й макроелементів на продуктивність рослин кукурудзи. Встановлені математичні моделі можна використовувати для програмування врожаю та коригування елементів технології вирощування культури в умовах Півдня України.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Коваленко П.И. Анализ современного состояния и пути повышения эффективности использования оросительной воды на мелиоративных системах юга Украины // Тезисы докл. - К.: Изд.: АН УССР. – 1980. – С.40-44.
2. Коваленко П.И., Киенчук А.Р. Основные направления рационального использования воды при оросительных и осушительных мелиорациях // Вопросы рационального использования воды на гидромелиоративных системах. – К.: УкрНИИГиМ. – 1983. – С.3-9.
3. История мелиорации в России / Маслов Б.С., Колганов А.В., Гулюк Г.Г., Гусенков Е.П. – М.: Росинформагротех, 2002. – Т. 1. – С. 81-90.
4. Лысогородов С.Д. Орошаемое земледелие. – М.: Колос, 1971. – С. 255-271.
5. Ушкаренко В.О. Зрошуване землеробство. – К.: Урожай, 1994.- 325 с.
6. Кружилин И.П. Система орошаемого земледелия Волгоградской области с программированным выращиванием урожаев с-х культур.- Волгоград. Нижне-Волжское книжное изд-во, 1987. – 238 с.
7. Рослинництво з основами програмування врожаю / О. Г.

- Жатов, Л. Т. Глущенко, Г. О. Жатова та ін. – К.: Урожай, 1995. – С. 177-192.
8. Рыбинцев В.А., Петкилева Г.П. Экономическая эффективность программирования урожайности винограда // Вісник аграрної науки. – К.: Нива, 1992. – № 7. – С. 13-16.
  9. Тарарико Ю.О. Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення сільськогосподарського виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу. – К.: Нора-Друк. – 2002. – 122 с.
  10. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.: ил.
  11. Ушкаренко В.А., Поляков Н.И. Математический анализ данных полевого опыта. – Херсон: ХГТ, 1997. – 82 с.
  12. Дьяконов В.П., Круглов В.В. Пакеты анализа, идентификации и моделирования систем. С.Пб.: Питер, 2002.- 448 с.

УДК: 581.4:635.21:631.6 (477.72)

## **БИОМЕТРИЧНІ ПАРАМЕТРИ ТА ДИНАМІКА НАКОПИЧЕННЯ ВРОЖАЮ КАРТОПЛІ З МІНІБУЛЬБ ПРИ РІЗНИХ СПОСОБАХ ЗРОШЕННЯ**

**ЧЕРНИЧЕНКО М.І. – аспірант\***

**Інститут землеробства південного регіону НААН України**

**Постановка проблеми.** Вивчення реакції рослини картоплі на умови зовнішнього середовища дозволяє вибрати оптимальний варіант забезпечення її необхідними факторами життя і одержати від неї максимальну кількість якісної продукції [1]. Вирощування картоплі в зоні Степу ускладнюється тим, що в літній період створюються жорсткі умови вегетації рослин – високі температури повітря і ґрунту, часті суховії, незначні та нерівномірні опади. В цій зоні волога є обмежуючим фактором для збільшення продуктивності рослин. Практично без використання зрошення розвиток галузі неможливий [2].

З іншого боку економічно вигідне виробництво картоплі в регіоні можливо за умови виробництва власного високоякісного насіннєвого матеріалу. Однією з перших ланок польового репродукування оздоровленого безвірусного матеріалу є отримання насіннєвих бульб з мінібульб. Від продуктивності мінібульб в значній мірі залежить

---

\* науковий керівник – к.с.-г. наук Балашова Г.С.