

УДК 633.15

ОПТИМІЗАЦІЯ ПЛОЩІ ПОСІВІВ КУКУРУДЗИ У КІРОВОГРАДСЬКІЙ ОБЛАСТІ НА ОСНОВІ АНАЛІЗУ ДИНАМІКИ УРОЖАЙНОСТІ

І. М. Семеняка, кандидат сільськогосподарських наук
Кіровоградська державна сільськогосподарська дослідна станція Інституту
сільського господарства степової зони НААН України

Проведено аналіз статистичних даних урожайності, валових зборів зерна кукурудзи та групування адміністративних районів Кіровоградщини за ефективністю використання природних ресурсів шляхом перерозподілу посівних площ під цією культурою.

Ключові слова: кукурудза, урожайність, валові збори, посівні площі, статистика, моделювання.

Кукурудза – одна з давніх та найбільш поширених сільськогосподарських культур. Історію її одомашнення можна простежити за період близько 8000 років, протягом яких вона успішно поширювалася в Північній та Південній Америці, а потім і в Європі, Африці та Азії. Завдяки мінливим якостям її вирощують в різних регіонах і кліматичних зонах – від 58° північної широти в Канаді та Росії до 40° південної широти в Південній Америці.

Із зерна кукурудзи виготовляють близько 3,5 тис. основних і побічних продуктів, у тому числі борошно, крупу, пластівці, консерви, крохмаль, цукор, пиво, спирт, олію тощо. Практично всі частини цієї рослини (стебла, листки, стрижні качанів) використовуються в різних галузях переробної промисловості. Останнім часом кукурудза стає однією з головних культур для переробки на етанол, який йде на паливо, і на відміну від нафти, є відновлювальним джерелом. За прогнозами, в Україні на біоетанол у 2015/16 МР буде перероблено – 3,9 млн т зерна кукурудзи.

Відсутність високопродуктивних ранньостиглих гібридів тривалий час стримувало поширення кукурудзи в північно-західних регіонах України. Нині селекційними центрами створено нові ранньостиглі та середньоранні гібриди кукурудзи з високою продуктивністю. Зерно цих форм швидко втрачає вологу при дозріванні, до того ж вони більш стійкі до факторів навколишнього середовища. Так, в 2006 р. у Чернігівській області під кукурудзою було 102,5 тис. га, а в 2010 р. вдвічі більше – 204,0 тис. га, у Київській – площі під нею також збільшилися протягом цих років – з 78,8 до 183,6 тис. га, у Сумській – з 32,9 до 136,4 тис. га, Хмельницькій – з 33,6 до 111,0 тис. га. Отже, можливо зазначити, що кукурудза швидко впроваджується в північних та західних регіонах України, де раніше її вирощування стримувалося кліматичними умовами, відсутністю скоростиглих форм. Значно зросли площі під посівами кукурудзи і в Полтавській, Черкаській, Вінницькій, Харківській, Кіровоградській областях.

Потенційна врожайність кращих гібридів кукурудзи перевищує 10–12 т/га, але в більшості господарств України їх потенціал реалізується тільки на 40–60 %. При урожайності 4,7–5,0 т/га та валовому зборі 10,5–11,4 млн т, питома вага України у світовому виробництві зерна кукурудзи становить лише 0,9–1,3 %. Але останніми роками намітилася тенденція до

підвищення цих показників (табл. 1), що пояснюється як підвищенням культури землеробства, так і кон'юнктурою ринку зерна. В зв'язку з цим господарства почали вкладати значні кошти з метою реалізації сучасних інтенсивних технологій вирощування кукурудзи.

Стабілізація ринку зерна та підвищений попит на кукурудзу як в Україні, так і за її межами в цілому призвели до зростання та стабілізації вартості зерна цієї культури, що забезпечило рентабельне його виробництво. Активний розвиток комбікормової та крохмалепатокової галузей також вимагає відповідного рівня забезпеченості зерном кукурудзи. У зв'язку з цим в Україні за останні 5 років посівні площі цієї культури зросли вдвічі. Якщо у 2005–2006 рр. вони становили 1,66–1,72 млн га, то в 2010 р. простежується їх збільшення до 2,65 млн га, а в 2011 р. – до 3,54. Такий же річний темп приросту посівних площ під кукурудзою (майже 0,9 млн га за рік) утримувався і в 2012 р.

Урожайність зернової кукурудзи в Україні останнім часом також дещо зростає. В умовах 2011 р. був отриманий рекордний максимум зерна – 6,43 т/га, але цей показник значно нижчий, ніж у передових виробників світу. Так, перше місце за урожайністю зерна кукурудзи посідають США (останніми роками – це понад 9–10 т/га), дещо менші показники мають: Німеччина, Франція і Канада – 8–9 т/га. Суттєве підвищення врожайності кукурудзи в Україні простежується з 2008 р., коли агроформування розпочали вирощувати більш високопродуктивні гібриди та ретельніше дотримуватися науково обґрунтованих технологій їх вирощування.

1. Динаміка виробництва зерна кукурудзи

| Рік | В світі | | | В Україні | | |
|------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------------|---------------------------------|-------------------------|
| | площа до збирання, млн га | валове виробництво зерна, млн т | урожайність зерна, т/га | площа до збирання, млн га | валове виробництво зерна, млн т | урожайність зерна, т/га |
| 1990 | 128,90 | 479,20 | 3,72 | 1,22 | 4,74 | 3,87 |
| 2000 | 136,94 | 587,34 | 4,29 | 1,28 | 3,85 | 3,01 |
| 2001 | 137,75 | 599,35 | 4,35 | 1,12 | 3,64 | 3,24 |
| 2002 | 137,64 | 602,51 | 4,38 | 1,19 | 4,18 | 3,52 |
| 2003 | 141,86 | 623,04 | 4,40 | 1,99 | 6,88 | 3,46 |
| 2004 | 144,04 | 708,83 | 4,82 | 2,30 | 8,87 | 3,86 |
| 2005 | 145,55 | 696,37 | 4,78 | 1,66 | 7,17 | 4,32 |
| 2006 | 148,58 | 703,85 | 4,74 | 1,72 | 6,43 | 3,74 |
| 2007 | 159,90 | 791,87 | 4,95 | 1,90 | 7,42 | 3,90 |
| 2008 | 157,20 | 791,62 | 5,04 | 2,44 | 11,45 | 4,69 |
| 2009 | 155,20 | 796,50 | 5,13 | 2,09 | 10,49 | 5,02 |
| 2010 | 162,59 | 829,12 | 5,10 | 2,65 | 11,95 | 4,51 |
| 2011 | 168,40 | 873,70 | 5,19 | 3,54 | 22,78 | 6,43 |

На урожайність та валові збори сільськогосподарської продукції в кожному регіоні впливає ряд чинників: умови зволоження та мінеральне живлення рослин, попередники і системи обробітку ґрунту після них, площі посівів у різних ґрунтово-кліматичних районах, рівень захисту вирощуваних культур від шкідників, хвороб і бур'янів.

Мета нашого дослідження – на основі аналізу статистичних даних простежити динаміку урожайності, валового збору зерна та площі збирання кукурудзи в Кіровоградській області, дослідити вплив кліматичних умов на урожайність цієї культури і виконати математичне моделювання у програмі Mathcad 15.0 [1] та надати рекомендації щодо доцільності розширення чи зменшення посівних площ кукурудзи у різних районах Кіровоградської області.

Основне завдання математичної статистики – отримати певні висновки на підставі експериментальних даних про масові явища і процеси. При цьому допускається, що до проведених експериментів застосовні теоретико-ймовірнісні концепції. Обмежимося розглядом деяких найбільш важливих і простих завдань. Конкретний набір вибірових значень (x_1 ,

x_2, \dots, x_n) треба розглядати як одну з багатьох реалізацій вибіркового вектора. Всі висновки про генеральну сукупність мають бути зроблені тільки на основі вибірки. Вірогідність статистичних висновків визначають не по відношенню до даної конкретної вибірки (x_1, x_2, \dots, x_n), а в цілому до можливого набору вибірок, що характеризується розподілом випадкового вектора. Якщо у варіаційному ряді варіанта вибірки x_i повторюється n разів, то n називають частотою варіанти. Відношення частоти варіанти до об'єму вибірки називають відносною частотою варіанти. Статистичним розподілом, або статистичним рядом називають відповідність між спостережними варіантами і їх частотами, тобто послідовність пар (x_i, n_i) .

При значному об'ємі вибірки її варіанти розбивають на k рівних інтервалів довжиною h . Щоб знайти відповідну частоту, підраховують суму частот варіант вибірки, що потрапили до кожного з цих інтервалів. Для наочного зображення вибірки будують полігони і гістограми частот та відносних частот. Полігоном частот називають ламану, яка з'єднує точки з координатами (x_i, n_i) , а полігоном відносних частот – ламану, яка з'єднує точки з координатами $(x_i, n_i/n)$. Площа фігури, обмеженої гістограмою частот і віссю абсцис, рівна сумі всіх частот, тобто об'єму вибірки. Гістограма відносних частот є статистичним аналогом щільності розподілу $p(x)$ генеральної сукупності. Площа фігури, обмеженої гістограмою відносних частот і віссю абсцис, рівна сумі всіх відносних частот, тобто одиниці [2, 3].

Виконавши розрахунки на основі статистичних даних урожайності зерна кукурудзи в Кіровоградській області за 2000–2011 рр., в тому числі з розподілом по 21 адміністративному району області [4–10], отримали результати, наведені на рисунках 1–2. Згідно з статистичними даними, спостерігаємо постійне зростання урожайності кукурудзи, за винятком 2006–2007 рр., які були несприятливими за умовами зволоження в регіоні. Слід відмітити посилення диференціювання (розсіювання показників) урожайності зерна кукурудзи по районах області в 2011 р. порівняно з 2000 р. Більшість районів області (13) мають низький валовий збір зерна кукурудзи (до 100 тис. т), тимчасом як 8 районів забезпечують виробництво зерна кукурудзи понад 1 млн т.

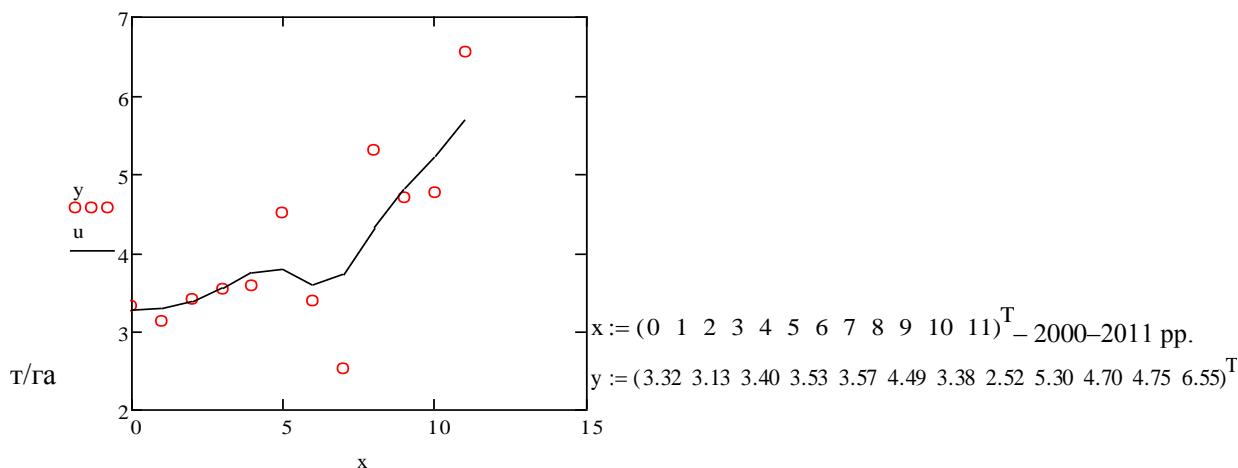


Рис. 1. Динаміка урожайності зерна кукурудзи в Кіровоградській області за 2000–2011 рр. (згладжування на основі функції Гауса).

Для нормального росту і розвитку кукурудза на зерно потребує відповідного температурного режиму і вологозабезпеченості. Температурні умови в Лісостепу і Степу є сприятливими для вирощування кукурудзи усіх груп стиглості, дещо ризикованими в цьому відношенні для пізньостиглих форм є північні лісостепові райони. Оскільки кукурудза має добре розвинену кореневу систему та підвищену стійкість до ґрунтової та повітряної посухи, вважається посухостійкою культурою. В цьому відношенні зони Лісостепу і Степу відповідають її біологічним потребам. Виключенням є посушливі райони південного Степу з менш задовільними умовами для вирощування цієї культури, а виробництво її зерна в цілому перебуває на межі збитковості.

Значна частина посівів кукурудзи в нашій країні зосереджена в районах з недостатнім та нестійким зволоженням, де обмежена кількість опадів і високі температури повітря під час вегетації рослин часто призводять до помітного зниження врожаю зерна.

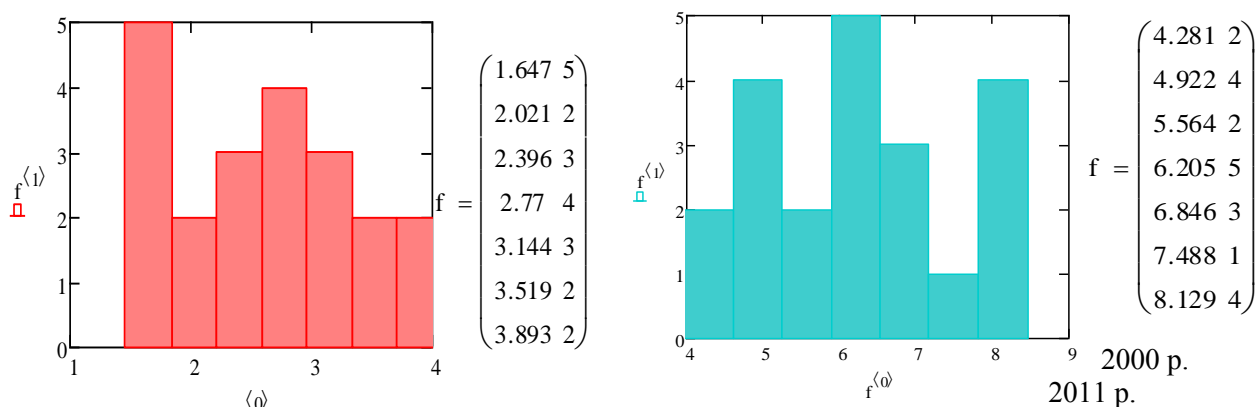


Рис. 2. Гістограма розподілу урожайності кукурудзи по районах Кіровоградської області

(вісь абсцис – середня урожайність по групі районів, т/га; вісь ординат – кількість районів у групі).

Для визначення залежності між урожайністю зерна кукурудзи та опадами в умовах Кіровоградщини ми виконували розрахунки коваріації та коефіцієнта кореляції за допомогою програми Mathcad 15.0. В результаті аналізу агрометеорологічних показників за 2005–2011 рр. (табл. 2) виявлено, що сума опадів за травень не мала впливу на урожайність кукурудзи в Кіровоградському районі (коефіцієнт кореляції $\rho = 0,052$). Опади за червень також незначно впливали на врожайність зерна ($\rho = 0,294$). Більший позитивний вплив на рівень урожайності зерна в Кіровоградському районі мали опади за липень ($\rho = 0,463$). Негативно впливали на урожайність ($\rho = -0,815$) і валовий збір зерна серпневі опади.

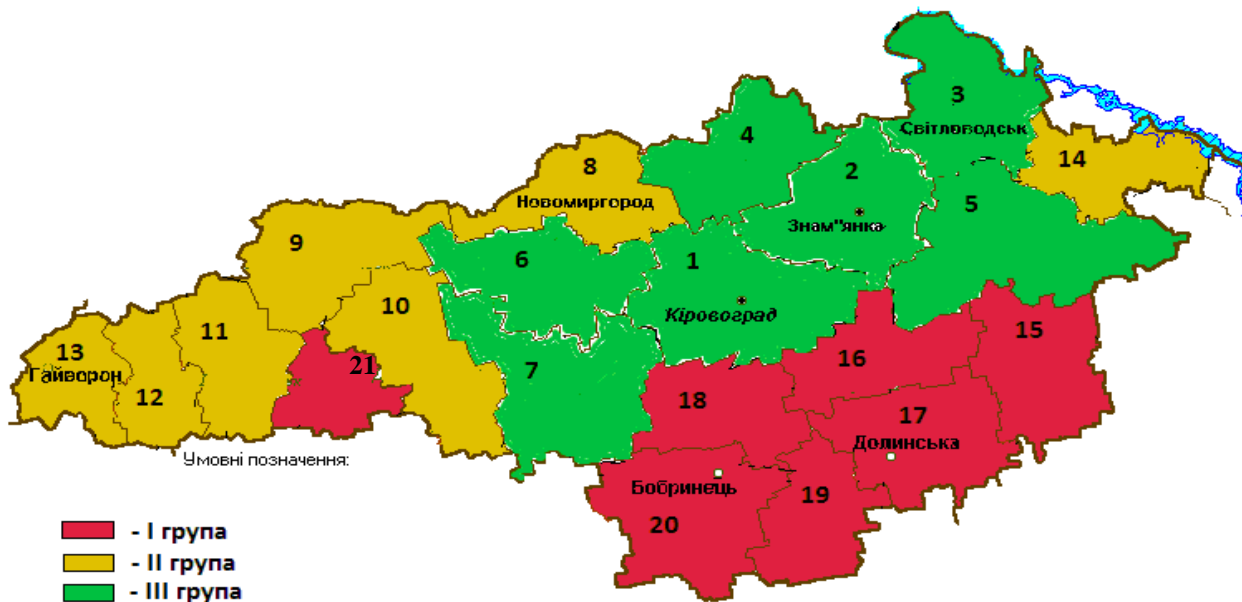
2. Агрометеорологічні показники періоду активної вегетації кукурудзи, 2005–2012 рр. (за даними метеопосту Кіровоградського інституту АПВ)

| Показник | Рік | Травень | Червень | Липень | Серпень | Травень–серпень | Відхилення від норми |
|--|------|-------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|----------------------|
| Середньодобова температура повітря, °С | 2005 | 18,7 | 19,4 | 22,5 | 22,3 | 20,7 | +2,4 |
| | 2006 | 16,4 | 20,6 | 22,7 | 23,1 | 20,7 | +2,4 |
| | 2007 | 20,2 | 22,4 | 25,2 | 25,1 | 23,2 | +4,9 |
| | 2008 | 14,8 | 20,8 | 22,6 | 24,2 | 20,6 | +2,3 |
| | 2009 | 16,9 | 23,2 | 23,8 | 21,2 | 21,3 | +3,0 |
| | 2010 | 18,5 | 23,5 | 25,8 | 26,8 | 23,6 | +5,3 |
| | 2011 | 18,0 | 21,5 | 24,0 | 22,0 | 21,4 | +3,0 |
| | 2012 | 20,4 | 23,9 | 26,1 | 22,9 | 23,3 | +5,0 |
| Середньобагаторічне | | 15,3 | 18,6 | 20,0 | 19,4 | 18,3 | |
| Сума опадів, мм | 2005 | 26,0 | 136,5 | 47,0 | 80,0 | 289,5 | +58,5 |
| | 2006 | 82,0 | 68,0 | 2,0 | 67,0 | 219,0 | -12,0 |
| | 2007 | 19,5 | 74,0 | 9,0 | 81,2 | 183,7 | -47,3 |
| | 2008 | 76,5 | 56,6 | 76,5 | 13,0 | 222,6 | -8,4 |
| | 2009 | 27,5 | 65,5 | 44,5 | 8,0 | 145,5 | -85,5 |
| | 2010 | 50,5 | 30,0 | 99,5 | 8,0 | 188,0 | -43,0 |
| | 2011 | 20,5 | 162,5 | 48,0 | 15,0 | 246,0 | +15,0 |
| | 2012 | 21,1 | 31,7 | 46,4 | 28,7 | 127,9 | -103,1 |
| Середньобагаторічне | | 45,0 | 66,0 | 72,0 | 48,0 | 231,0 | |

Отже, найбільше вологи рослини кукурудзи потребують в критичний період росту й

розвитку (викидання волоті, цвітіння качанів та початок наливу зерна), тобто в липні. Тому між урожайністю культури і саме липневими опадами існує пряма середня залежність. Врожайність та валовий збір зерна кукурудзи залежать не лише від погодних умов, а й від площі збирання та інтенсифікації технологічних прийомів. Тому з метою визначення ступеня інтенсивності чи екстенсивності виробництва кукурудзи досліджували коваріацію та коефіцієнт кореляції: валового збору зерна від площі збирання; валового збору зерна від урожайності.

Схематична карта Кіровоградської області



III група районів – стабільне зростання показників урожайності кукурудзи (гарантоване, економічно доцільне розширене виробництво зерна кукурудзи): 1 – Кіровоградський; 2 – Знам'янський; 3 – Світловодський; 4 – Олександрівський; 5 – Олександрійський; 6 – Маловисківський; 7 – Новоукраїнський;

II група районів – нестабільне зростання показників урожайності кукурудзи (допустиме розширене виробництво зерна кукурудзи): 8 – Новомиргородський; 9 – Новоархангельський; 10 – Добровеличківський; 11 – Голованівський; 12 – Ульяновський; 13 – Гайворонський; 14 – Онуфріївський;

I група районів – нестабільні показники урожайності (ризиковане виробництво зерна кукурудзи): 15 – Петрівський; 16 – Новгородківський; 17 – Долинський; 18 – Компаніївський; 19 – Устинівський; 20 – Бобринецький; 21 – Вільшанський.

Рис. 3. Моделювання придатності території адміністративних районів Кіровоградської області до вирощування кукурудзи на зерно.

За результатами розрахунків виявлено сильну пряму залежність ($\rho = 0,965$) між валовим збором зерна кукурудзи та площею збирання, що означає екстенсивний розвиток виробництва як в районі й області, так і в Україні в цілому. Водночас, між валовим збором зерна та урожайністю існує також досить сильна пряма залежність: в Кіровоградському районі та Кіровоградській області коефіцієнт кореляції становить відповідно $\rho = 0,846$ та $\rho = 0,872$, а в Україні – $\rho = 0,954$. Така взаємозалежність вказує на інтенсивний розвиток виробництва зерна кукурудзи. Вищий показник по Україні пояснюється тим, що північні та центральні регіони України мають краще вологозабезпечення й більш сприятливі умови щодо інтенсифікації технологічних прийомів вирощування кукурудзи на зерно, аніж Кіровоградщина.

Таким чином, вирощування кукурудзи на Кіровоградщині йде переважно екстенсивним шляхом (триває розширення посівних площ), але, водночас, останніми роками простежується тенденція до інтенсифікації вирощування цієї культури за рахунок підвищення урожайності.

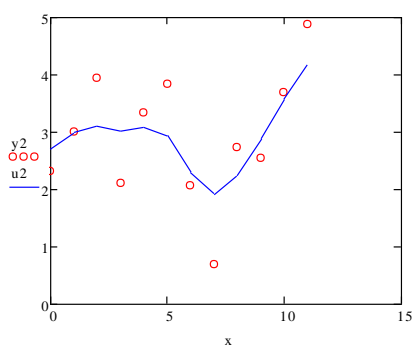
На основі аналізу статистичних даних за 2000–2011 рр. нами проведено математичне моделювання за допомогою програми Mathcad 15.0 за рахунок чого виявлено і класифіковано 3 групи районів Кіровоградської області за урожайністю зерна кукурудзи та доцільністю подальшого розширення чи зменшення посівних площ під культурою (рис. 3).

У районах першої групи, наприклад Бобринецького, (рис. 4) спостерігається нестабільна урожайність зерна кукурудзи. Тому в цих районах виробництво зерна дуже ризиковане для фермерських господарств.

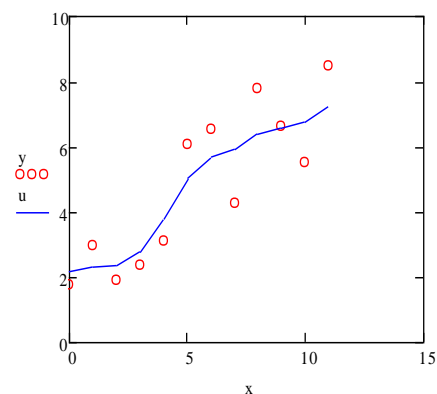
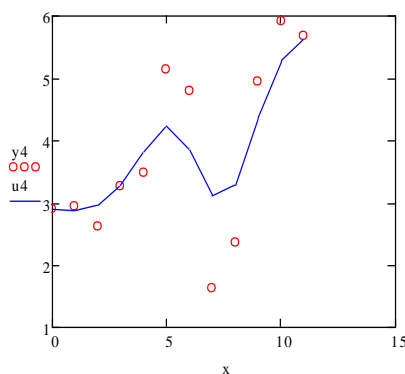
Серед другої групи районів, наприклад Голованівського, (рис. 4) має місце нестабільне зростання врожайності зерна кукурудзи. Тобто в районах другої групи розширене виробництво зерна є допустимим, але вирощування цієї культури у фермерських господарствах тут досить нестабільне.

Третя група районів за результатами досліджень виявилася найбільш сприятливою для вирощування кукурудзи, як наприклад – Знам'янський район (рис. 4). Райони даної групи мають найбільш стабільне зростання урожайності зерна кукурудзи серед районів області. Саме тут розширення виробництва цієї важливої сільськогосподарської культури є потенційно вигідним та гарантованим.

$$y_2 := (2.31 \ 2.99 \ 3.93 \ 2.1 \ 3.33 \ 3.84 \ 2.06 \ 0.68 \ 2.72 \ 2.55 \ 3.68 \ 4.88)^T$$



$$y_4 := (2.9 \ 2.95 \ 2.61 \ 3.26 \ 3.48 \ 5.14 \ 4.8 \ 1.63 \ 2.36 \ 4.95 \ 5.92 \ 5.68)^T$$



$$x := (0 \ 1 \ 2 \ 3 \ 4 \ 5 \ 6 \ 7 \ 8 \ 9 \ 10 \ 11)^T - 2000-2011 \text{ рр.}$$

$$y := (1.76 \ 2.94 \ 1.89 \ 2.34 \ 3.11 \ 6.05 \ 6.53 \ 4.25 \ 7.78 \ 6.62 \ 5.53 \ 8.45)^T$$

Рис. 4. Динаміка урожайності зерна кукурудзи в Бобринецькому (I група), Голованівському (II група) та Знам'янському (III група) районах (зліва – направо) за 2000–2011 рр., т/га (згладжування на основі функції Гауса).

Отже, за результатами досліджень, вирощування кукурудзи в умовах Знам'янського, Кіровоградського, Маловисківського, Новоукраїнського, Олександрівського, Олександрійського та Світловодського районів Кіровоградської області є найбільш доцільним.

Висновки та рекомендації виробництву. Виробництво зерна кукурудзи на Кіровоградщині йде переважно екстенсивним шляхом (за рахунок розширення посівних площ), але останніми роками простежується тенденція до інтенсифікації вирощування цієї культури завдяки підвищенню її урожайності. Більший позитивний вплив на урожайність в Кіровоградському районі мала сума опадів за липень ($\rho = 0,463$), а серпневі опади негативно вплинули на її показники ($\rho = -0,815$), а отже, і на валовий збір зерна.

З метою інтенсифікації виробництва зерна кукурудзи в умовах Кіровоградської області, пропонуємо більш ефективно використовувати природні ресурси шляхом перерозподілу посівних площ під цією культурою:

– розширити посівні площі під кукурудзою в районах області, віднесених до III групи:

Знам'янський, Кіровоградський, Маловисківський, Новоукраїнський, Олександрівський, Олександрійський та Світловодський, де виробництво зерна є найбільш стабільним щодо зростання показників урожайності серед районів області. Саме в цих районах вирощування кукурудзи є не лише доцільним, але й потенційно вигідним та гарантованим;

– мінімізувати посівні площі під кукурудзою в районах області, віднесених до І групи: Вільшанський, Бобринецький, Долинський, Компаніївський, Новгородківський, Петрівський та Устинівський, що дозволить зменшити ризики агровиробників в рослинницькій галузі.

Бібліографічний список

1. Математика для економістів на базі Mathcad / Черняк А. А., Новиков В. А., Мельников О. И., Кузнецов А. В. – С-Петербург: БХВ-Петербург, 2003. – 496 с.
2. Гончаров В. В. Теорія ймовірностей і математична статистика для економічних спеціальностей. Кредитно-модульна система: [навч. посібник] / Гончаров В. В., Гончарова С. Я., Личук М. В. – Кіровоград: КНТУ, 2006. – 176 с.
3. Статистика: [підручник] / За ред. Головача А. В., Єріної А. М., Козирева О. В. – К.: Вища шк., 1993. – 464 с.
4. Статистичний щорічник Кіровоградської області за 2007–2010 рр. / За ред. Дівель Л. Б. – Кіровоград: Головне управління статистики у Кіровоградській області, 2008–2011.
2007 р. – 512 с.
2008 р. – 508 с.
2009 р. – 524 с.
2010 р. – 524 с.
5. Статистичний щорічник України за 2010 рік. – К.: Держкомстат України, 2011. – 664 с.
6. Статистична інформація: Рослинництво (1990–2012 рр.) / Державна служба статистики України [Електронний ресурс] – [Цит. 2013, 10 січня]. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua/>.
7. Статистичний щорічник Кіровоградської області за 2011 рік / ГУС у Кіровоградській області [Електронний ресурс] – [Цит. 2013, 11 січня]. – Режим доступу: http://www.kirstat.kr.ua/new_stat_choricn.htm.