

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ БАКЛАЖАНІВ В СТЕПОВІЙ ЗОНІ УКРАЇНИ

Встановлено, що величина урожаю овочевих культур визначається надходження сонячної радіації та сумою температур всього періоду вегетації і, особливо, періоду плодоношення. Розроблені статистичні залежності урожаїв баклажанів з різними показниками термічних умов за різні міжфазні періоди.

Ключові слова: мінливість урожаїв, погодні умови, овочеві культури, урожай.

Вступ. Виявлення причин коливання продуктивності баклажанів в часі та по території, розробка на цій основі кількісних показників, які дозволяють з достатньою мірою точності характеризувати величину їх урожаїв в залежності від умов погоди, що складаються в окремі роки в різних регіонах, є доволі складною проблемою, яка вирішується в сучасних дослідженнях з агрометеорології.

Матеріали та методи досліджень. При встановленні кількісних зв'язків урожаїв сільськогосподарських культур з агрометеорологічними показниками використовуються два підходи: 1 – використовуються показники за весь вегетаційний період, які характеризують найбільш важливі моменти в житті рослин (термічні умови, умови зволоження); 2 – враховуються умови тепло- та вологозабезпеченості окремих періодів розвитку рослин. Кількісні зв'язки урожаїв культур з погодними умовами часто встановлюються для груп сортів, найбільш поширених на досліджуваній території. Для досліджень впливу агрометеорологічних умов на формування продуктивності баклажанів використовувались матеріали паралельних спостережень за урожаєм баклажанів та метеорологічними величинами по агрометеорологічних станціях степових областей України за період з 1976 по 2004 рр.

Слід зазначити, що на формування врожаю сільськогосподарських культур впливають усі фактори впродовж всього періоду вегетації. Тому більш коректним є використання рівнянь множинної регресії з агрометеорологічними показниками по міжфазних періодах розвитку культур. З цією метою використовуються спостереження мережі агрометеорологічних та гідрометеорологічних станцій, мережі державного сортопробування та статистичних управлінь, а також матеріали спеціальних дослідів по території України.

Середні врожаї баклажанів в степових областях України коливаються в значних межах. У степових районах при зрошенні урожаї баклажанів коливаються від 151 до 250 ц/га. У східних степових районах урожаї нижчі на 30 – 50 ц/га. Мінливість урожаїв баклажанів значна по території України.

Дослідженнями встановлено, що продуктивність баклажанів коливається синхронно з коливаннями агрометеорологічних умов вирощування [1]. В основних районах вирощування врожайність баклажанів має тенденцію (тренд) до зростання з часом, але темпи зростання різні в різних областях. На фоні загального зростання врожайності спостерігаються її щорічні коливання як у бік зростання, так і у бік зменшення.

Причинами, що зумовлюють зростання врожайності з часом є підвищення культури землеробства, виведення нових більш продуктивних сортів та ін. Рівень культури землеробства залежить від цілого ряду факторів: особливостей системи землеробства, засобів обробки ґрунту, міри використання добрив, засобів боротьби з

шкідниками та хворобами, відповідності сортів агрокліматичним ресурсам території, енергозабезпечення виробництва та меліорації клімату. Перелічені фактори визначають загальний рівень врожайності, тобто формують тренд. Щорічні відхилення врожайності від тренда зумовлюються погодними умовами кожного конкретного року. Таким чином, велика кількість факторів, що впливають на врожай, поділяється на два великих класи: 1 – фактори, що зумовлюють рівень культури землеробства; 2 – метеорологічні фактори [2, 3].

Врахувати міру впливу культури землеробства на величину врожаю досить складно. Передбачається, що вплив рівня культури землеробства викликає плавну мінливість врожаїв, і ця мінливість підлягає цілком визначеному закону. Це дозволяє апроксимувати зміну врожайності з часом будь-якою формою залежності (пряма, парабола та ін.). Питання вибору вигляду кривої тренда досліджувались в роботах [2, 3].

Зміна метеорологічної складової врожайності знаходиться у тісному зв'язку зі зміною метеорологічних факторів. Таким чином, динаміку врожайності тої чи іншої культури можна розглядати як наслідок зміни культури землеробства, на фоні якого відбуваються випадкові відхилення, зумовлені особливостями погоди у різних кліматичних зонах. У такому випадку загальна дисперсія врожайності σ^2 розглядається як сума двох складових: перша характеризує вклад динаміки культури землеробства σ_a^2 , а друга – мінливість погоди σ_m^2 .

$$\sigma^2 = \sigma_a^2 + \sigma_m^2, \quad (1)$$

$$\sigma_m^2 = \sigma^2 - \sigma_a^2 \quad (2)$$

Розрахунок величини σ^2 виконується за формулою:

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}, \quad (3)$$

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{n-1}, \quad (4)$$

$$\sigma_m^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y}_i)^2}{n-1}, \quad (5)$$

де y_i – врожайність конкретного року;

\bar{y} – середня багаторічна врожайність;

\bar{y}_i – динамічна середня величина (врожайність по тренду у конкретному році);

n – кількість років.

Для оцінки мінливості врожайності використовується значення коефіцієнта варіації $C_{\bar{y}}$;

$$C_{\bar{y}} = \sigma / \bar{y} \quad (6)$$

Мінливість, зумовлена погодою (C_m), визначається через σ_m

$$C_m = \frac{1}{y} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{n-1}} \quad (7)$$

Значення C_m дає можливість провести дослідження мінливості врожайності по території, визначити райони однотипної для вирощування культур погоди, визначити специфіку погоди окремих районів, а також визначити райони сприятливих та несприятливих умов для вирощування культур як у багаторічному розрізі, так і в окремі роки. При цьому важливого значення набувають питання прогнозу величин врожайності культур, оскільки знання очікуваного врожаю дають змогу виділити зони економічно вигідних посівних площ під будь-якою культурою і навпаки.

Результати досліджень та їх аналіз. Розрахунок коефіцієнтів варіації кліматичної складової урожайності баклажанів (табл.1) показав, що значення кліматичної складової по областях степової зони підлягають однаковим закономірностям.

Таблиця 1 – Кліматична складова мінливості урожаїв овочевих культур по областях степової зони України

№ за /п	Область	Кліматична складова урожаю, C_m	№ за /п	Область	Кліматична складова урожаю, C_m
1	Одеська	0,19	6	Дніпропетровська	0,28
2	Херсонська	0,23	7	Луганська	0,25
3	Миколаївська	0,26	8	Донецька	0,27
4	Запорізька	0,27	9	Кіровоградська	0,35
5	АР Крим	0,18			

Найменша мінливість кліматичної складової урожаїв спостерігається в АР Крим та в Одеській області. Найбільші коливання кліматичної складової урожаю баклажанів спостерігаються в Дніпропетровській та Кіровоградській областях, 0,28 та 0,35 відповідно.

Практично з 1976 по 2004 рік у баклажанів відзначалось зменшення середніх урожаїв. Причини зменшення полягають у порушенні режимів зрошення, пошкодженні посівів колорадським жуком та порушенні агротехніки вирощування. Були розраховані лінії трендів врожаїв баклажанів для областей степової зони України. В усіх областях лінія тренда врожайності баклажанів апроксимується параболою другого порядку.

Були проаналізовані агрометеорологічні умови формування урожаїв баклажанів по міжфазних періодах розвитку в роки з низькими (відхилення від лінії тренда – 2, – 40 ц/га) і в роки з високими врожаями (відхилення від лінії тренда + 15, + 35 ц/га).

Аналіз матеріалів спостережень в роки з високими і низькими врожаями показав, що в роки з несприятливими агрометеорологічними умовами урожаї баклажанів не перевищували 80–159 ц/га. При сприятливих умовах урожай баклажанів знижується, якщо пошкодження посівів колорадським жуком перевищує 10 %.

Як правило, середня температура повітря в роки з низькими врожаями в період від висаджування розсади у ґрунт до цвітіння була нижче оптимальних температур на 2 – 6 °С. В деякі роки і в інші міжфазні періоди спостерігалась аналогічна ситуація. В результаті низьких температур впродовж вегетаційного періоду суми температур за вегетацію були нижче оптимальних, і урожай в ці роки був також низьким.

Були розраховані різні показники продуктивності баклажанів: коефіцієнти тепло- та волого забезпечення, індекси використання тепла та вологи культурою, коефіцієнти водоспоживання та енергозабезпечення.

Коефіцієнт теплозабезпечення розраховувався як відношення фактичної суми температур за міжфазний період до суми температур, якої потребують баклажани. Коефіцієнт забезпечення вологою визначався як відношення випаровування до випаровуваності. Індекси використання тепла та вологи розраховувались як відношення тепло- та вологозабезпечення періоду до величини середнього врожаю баклажанів. Коефіцієнт водоспоживання являє собою відношення сум опадів за міжфазний період до величини врожаю. Коефіцієнт енергозабезпечення – відношення сумарної радіації до сум фотосинтетично активної радіації (ФАР). (табл. 2).

Як видно із табл. 2, в період від цвітіння до зав'язування плодів і від початку дозрівання до технічної стиглості баклажани недостатньо забезпечені теплом, особливо пізньостиглі сорти.

В усіх областях, окрім АР Крим, суми активних температур від висаджування розсади в ґрунт до технічної стиглості нижчі, ніж потреби баклажанів у забезпеченні теплом і коливаються від 2156 °С в Дніпропетровській області до 2425 °С в Одеській області.

На формування врожаю баклажанів значно впливає надходження сонячної радіації та величина коефіцієнта її використання .

Коефіцієнт використання сонячної енергії є інтегральним показником продуктивності посівів. Для зручності врахування інтенсивності фотосинтетично-активної радіації (ФАР), яка надходить до посівів за період активної вегетації, були виведені статистичні залежності надходження ФАР (У) від кількості годин сонячного сьйва (х) для розрахунку декадних значень для степових районів України

$$У = 0,628 х + 1358 . \quad (8)$$

При аналізі розрахунків коефіцієнта корисної дії (ККД) ФАР різних сортів баклажанів встановлено, що для різних сортів баклажанів ККД ФАР майже однакові.

Маса рослин в цілому і маса кожного органа окремо в значній мірі залежать від погодних умов впродовж вегетаційного періоду. Згідно з нашими спостереженнями швидкість росту рослин і продуктивність овочевих культур в різні за погодними умовами роки і в різних варіантах експерименту відрізняються. При оптимальних умовах зволоження частка води на одну рослину в загущених посівах менша, менше також споживання сонячної радіації. Оптимальний термічний режим сприяє більш швидкому наростанню площі листя однієї рослини при густоті посівів 50 – 75 тис. рослин/га. При однакових погодних умовах швидше збільшується площа листя на посівах з густотою 55 тис. рослин/га. Для баклажанів оптимальна густота посівів повинна бути в межах від 75 до 85 тис. рослин/га (табл. 2).

Важливу роль у формуванні врожаїв баклажанів відіграє загальна маса рослин.

Вона є інтегральним показником міри сприятливості агрометеорологічних умов вимогам культури до умов навколишнього середовища і значною мірою зумовлює величину врожаю.

Встановлено тісний зв'язок між вагою надземної маси рослин і метеорологічними чинниками періоду висаджування розсади в ґрунт – масове цвітіння. При цьому парні коефіцієнти кореляції між надземною масою і сумами температур вищі, ніж між надземною масою та запасами продуктивної вологи в шарах 0-20, 0-50см (табл. 3).

Таблиця 2- Середні кількісні значення основних факторів продуктивності баклажанів

Фактори продуктивності баклажанів	Аналітичний вираз	Міжфазні періоди розвитку			
		Висаджування розсади – цвітіння	Цвітіння– зав'язування плодів	Зав'язування плодів - технічна стиглість	Висаджування розсади – технічна стиглість
Коефіцієнт теплозабезпечення	$\Sigma t_f / \Sigma t_{сер}$	1,07	0,89	2,0	1,02
Коефіцієнт вологозабезпечення	E/E_0	0,43	0,70	1,52	0,75
Індекс використання тепла	$\Sigma t / Y_c$	212	51,3	217	35,9
Індекс використання вологи (на 1°C)	$\Sigma P / \Sigma t$	2,3	3,2	4,1	2,3
Коефіцієнт водоспоживання	$\Sigma P / U_p$	148	182	128	125
Коефіцієнт енергозабезпечення	$\Sigma Q / \Sigma Q_{сер}$	1,13	0,83	1,86	0,97

Примітка: Σt – сума активних температур, °C; E – сумарне водоспоживання культур, мм; E_0 – випаровуваність, мм; Y – урожай, ц/га; ΣP – сума опадів, мм; ΣQ – сумарна сонячна радіація, Дж/(м² · год); $\Sigma Q_{сер}$ – сума ФАР, Дж/(м² · год).

Таблиця 3 – Продуктивність овочевих культур в залежності від густоти посівів

Густота баклажанів, тис. росл./га	Максимальна площа листя, м ² /м ²	Суша біомаса рослин, г/м ²	Суша маса плодів, г/м ²
50	20	189	132
70	28	220,1	184
100	21	237,1	161
120	20	239,4	158,2

Оскільки баклажани в степовій зоні вирощуються при зрошенні, то це закономірно. Також встановлені зв'язки величин урожаїв баклажанів з сумами температур за різні міжфазні періоди. Коефіцієнти кореляції цих зв'язків коливаються в межах від 0,87 в Кіровоградській і Дніпропетровській областях до 0,72 в Одеській області та АР Крим.

Від потужності фотосинтетичного апарату залежить накопичення органічної маси і формування господарсько - цінної частини урожаю.

Для одержання високого урожаю овочів, попри все інше, необхідно збільшувати значення $K_{госп}$ – коефіцієнт господарської ефективності урожаю (відношення загальної

маси урожаю до її господарсько важливої частини). $K_{\text{госп}}$ значно змінюється в залежності від сорту культури. У баклажанів разом із зростанням біологічного урожаю зростає і урожай плодів. Під впливом агрометеорологічних умов, зміни густоти рослин та внесення добрив $K_{\text{госп}}$ баклажанів змінюється від 0,35 до 0,55. Урожай фітомаси коливається від 27,1 до 37 ц/га, у тому числі плодів – 10,5 – 15,4 ц/га при густоті рослин до 80 тис. рослин/га. При несвоєчасному поливі і зменшенні запасів продуктивної вологи $K_{\text{госп}}$ баклажанів, зменшується до 0,33.

Були розраховані статистичні залежності врожаю баклажанів з сумами температур за різні міжфазні періоди розвитку. Оскільки баклажани – культура тропічного походження, то вони відзначаються підвищеними вимогами до умов тепло- та вологозабезпечення. Розраховані зв'язки врожаїв баклажанів з потребою рослин у волозі (випаровуваністю) за вегетаційний період, сумами ефективних температур вище 17 °С за критичний період розвитку баклажанів (10 днів до бутонізації плюс 30 днів після масового цвітіння) та кількістю годин сонячного сйва також за критичний період табл. 4.

Зв'язок урожаю баклажанів (Y) з випаровуваністю (E_o) виражається рівнянням

$$Y = 0,57E_o + 461,3 \quad (9)$$

і характеризується коефіцієнтом кореляції - $0,66 \pm 0,12$. Це рівняння має похибку 40,2 ц/га. Якщо випаровуваність за вегетаційний період становить від 400 до 450 мм, то рівень урожайності коливається від 240 до 250 ц/га. При збільшенні випаровуваності до 470 – 580 мм урожай баклажанів знижується. Це свідчить про те, що баклажани погано реагують на перезволоження ґрунту.

Статистичний зв'язок урожаїв баклажанів з сумою ефективних температур вище 17 °С за критичний період описується рівнянням

$$Y = 0,98\sum T - 0,7 \quad (10)$$

і характеризується коефіцієнтом кореляції $0,75 \pm 0,1$, має похибку $\pm 22,6$ ц/га.

При сумі температур за критичний період 240 – 340 °С урожаї баклажанів становлять від 240 до 360 ц/га. При зменшенні сум температур до 140 – 200 °С врожаї знижуються до 130 – 190 ц/га.

Високі значення коефіцієнтів кореляції між сумами температур і рослинною масою та між сумами температур та урожаєм свідчать про високі вимоги баклажанів до забезпечення теплом. Розподіл часток дисперсії окремих елементів підтверджує, що із значної кількості метеорологічних чинників, що впливають на продуктивність баклажанів, переважну частку дисперсії складають суми температур періоду плодоношення (табл. 4).

Отримані рівняння зв'язку врожаїв баклажанів з вологозабезпеченням та сумами температур критичного періоду дозволять складати прогнози врожаїв баклажанів та розробляти схему агротехнічних заходів для поліпшення використання кліматичних умов кожного міжфазного періоду. Згідно закону взаємодії різних факторів, використання рослинами світла, тепла та вологи тим ефективніше, чим краще вони забезпечені мінеральним живленням та комплексом агротехнічних заходів.

Таблиця 4 – Матриця парних коефіцієнтів кореляції між масою надземної частини баклажанів і метеорологічними чинниками

	M_H	H	Г	$\sum T_1$	$\sum T_2$	$\sum T_3$	W_1	W_2	W_3
M_H	1,0	0,212	0,326	0,504	0,502	0,538	0,206	0,218	0,220
H		1,0	0,017	0,162	0,129	0,212	0,208	0,208	0,218
Г			1,0	0,081	0,060	0,062	0,008	0,006	0,007
$\sum T_1$				1,0	0,328	0,626	0,016	0,018	0,019
$\sum T_2$					1,0	0,452	0,017	0,018	0,020
$\sum T_3$						1,0	0,012	0,021	0,024
W_1							1,0	0,012	0,019
W_2								1,0	0,012
W_3									1,0

Примітка: M_H – вага надземної маси рослин; H – відносна вологість повітря; Г- сума опадів; $\sum T_1$ – сума активних температур від висаджування в ґрунт до цвітіння; $\sum T_2$ – сума активних температур від цвітіння до технічної стиглості; $\sum T_3$ – сума активних температур за період плодоношення; W_1, W_2, W_3 – запаси продуктивної вологи у шарі 0-50 см за ті ж періоди вегетації.

Висновки. Встановлено, що в умовах зрошення основним показником формування врожаїв баклажанів є надходження сонячної радіації та суми температур періоду плодоношення. Пізньостиглі сорти баклажанів недостатньо забезпечені теплом в цей період. Отримані аналітичні зв'язки урожаїв баклажанів із сумами температур за різні міжфазні періоди можуть використовуватись при складанні прогнозів очікуваних урожаїв.

Список літератури

1. Божко Л.Е. Агрометеорологические условия и продуктивность овощных культур в Украине //Український гідрометеорологічний журнал, -2006. №1. – Стор. 119 – 127.
2. Манелля А.И., Френкель А.А. О прогнозировании урожаев сельскохозяйственных культур по одномерному ряду //зап. Ленинградского СХИ. – 1973. - Том 207. - 53 с.
3. Пасов В.М. Изменчивость урожая основных яровых зерновых культур в различных климатических зонах // Метеорология и гидрология. 1973. - №7. - Стр. 82 – 86.

Влияние погодных условий на формирование продуктивности баклажан в Степной зоне Украины. Божко Л.Ю., Барсукова Е.А.

Установлено, что величина урожая овощных культур определяется приходом солнечной радиации и суммой температур всего периода вегетации, и особенно, периода плодоношения. Разработаны статистические зависимости урожаев баклажан с различными показателями термических условий за разные межфазные периоды.

Ключевые слова: изменчивость урожаев, погодные условия, овощные культуры, урожай.

The influence of weather conditions on productivity of eggplants in the steppe zone of Ukraine.

Bozhko L.E., Barsukova E.A.

In this article we defined, that the quantity of harvest is determined by solar radiation income and the sum of temperatures during the whole vegetation period, and, especially, fruiting period. Statistical relationships between eggplants harvests and different levels of thermal conditions in different interphase periods are developed.

Key words: variability of yields, weather conditions, vegetable crops, harvest