

ISSN: 2306-9716 (Print)
ISSN: 2664-6110 (Online)

МІНІСТЕРСТВО ЗАХИСТУ ДОВКІЛЛЯ ТА ПРИРОДНИХ РЕСУРСІВ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА ЕКОЛОГІЧНА АКАДЕМІЯ ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ ТА УПРАВЛІННЯ

ЕКОЛОГІЧНІ НАУКИ

НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ ЖУРНАЛ

3(36)



Видавничий дім
«Гельветика»
2021

ВПЛИВ ПОГОДНИХ УМОВ НА ФОРМУВАННЯ ВРОЖАЇВ КАРТОПЛІ В ЗАХІДНОМУ ПОЛІССІ

Польовий А.М., Божко Л.Ю., Барсукова О.А.
Одеський державний екологічний університет
вул. Львівська, 15, 65016, м. Одеса
apolevoy@te.net.ua, bozko@i.ua, lens5933@ukr.net

Україна є одним зі світових лідерів виробництва картоплі і концентрує понад 6% світового (15% європейського) врожаю картоплі. Виробництво картоплі в Україні стабільне протягом кількох останніх років і коливається в межах 18–20 млн т. Сприятливі природно-кліматичні умови дають змогу вирощувати картоплю практично на всій території країни. Найвищої врожайності картоплі вдається досягти на низинних ділянках Полісся, на півночі та заході країни.

Наприкінці ХХ і початку ХХІ ст. під впливом змін клімату відбулася зміна природних ресурсів: підвищилася температура повітря, збільшилася кількість посушливих явищ, зросла мінливість кількості опадів по території і в часі і т. ін. Ці явища впливають на сільськогосподарське виробництво, ефективність якого визначається набором кліматично зумовлених природних ресурсів. Метою дослідження є виявлення впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку та формування врожаїв картоплі в західних областях Поліської зони України (на прикладі Львівської області) в різні відрізки часу. Оцінка виконувалася шляхом порівняння кількісних показників агрометеорологічних умов розвитку картоплі за період з 1975 по 1994 р. із такими ж показниками за період з 1995 по 2015 р. Для порівняння розраховувалися такі агрокліматичні показники: середні по області врожаї картоплі, середні дати висаджування бульб у ґрунт навесні, тривалість вегетаційного періоду картоплі, середні температури, суми температур і суми опадів за вегетаційний період та за період бульбоутворення, запаси продуктивної вологи у шарах 0–20 та 0–50 см.

Виконані дослідження дали змогу зробити висновки, що врожаї картоплі на початку ХХІ ст. зросли переважно за рахунок підвищення технології вирощування, введення нових сортів та підвищення ефективності заходів боротьби шкідниками та хворобами. Потепління клімату спричинило підвищення середніх температур, особливо в період від цвітіння до в'янення бадилля, що спричинило в окремі роки зменшення запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–50 см до рівня менше оптимальних значень, підвищило посушливість. Через нерівномірність опадів і збільшення кількості сильних дощів у 20–25% років спостерігається перезволоження ґрунту, що зменшує врожаї картоплі та погіршує якість бульб. *Ключові слова:* картопля, агрометеорологічні умови, потепління клімату, вегетаційний період, урожай.

The influence of weather conditions on the formation of potato yields in the Western Polessie. Polovyi A., Bozhko L., Barsukova E.

Ukraine is one of the world leaders in potato production and concentrate almost 6% of the world (15% of European) potato crop. Growing of potatoes in Ukraine has been stable over the past years and ranges from 18 to 20 million tons. Favorable natural and climatic conditions of Ukraine make it possible to grow potatoes practically throughout its territory. The highest yield of potatoes are obtained on the low-lying lands of Polessie, in the north and west of the country.

At the end of the 20th and the beginning of the 21 st centuries under the influence of climate change, natural resources changed: the air temperature has increased, the number of dry events has increased, the variability of the amount of precipitation has increased both across the territory and in time, and so on. The changes that have occurred affect agricultural production, the efficiency of which is determined by a set of climatically determined natural resources.

The purpose of the study is to identify the influence of agro-climatic conditions on the rate of development and formation of the potato crop in the western regions of the Polessie zone of Ukraine (for example, the Lviv region) in different periods of time. The assessment was carried out by comparing the number of indicators of agroclimatic conditions for the development of potatoes for the period from 1975 to 1994 with the same indicators for the region from 1995 to 2015. For comparison, the following agroclimatic indicators were calculated: average potato yield in the region, average dates of planting tubers in the soil, -the duration of the growing season, average air temperature, the sum of temperature and the amount of precipitation for individual segments of the growing season, and in general for the growing season, reserves of productive moisture in soil layers of 0 – 20 cm and 0 – 50 cm.

The studies carried out made it possible to establish that potato yields at the beginning of the 21 st century increased compared to the end of the 20 th century mainly due to an increase in the farming standards, the introduction of new, more productive varieties of potatoes into production, and an increase in the effectiveness of measures to combat pests and diseases of potatoes.

Climate warming caused an increase in average air temperature, especially in the period from flowering to wilting of tops, increased moisture consumption for evaporation, which caused a decrease in moisture reserves in the 0 – 50 cm layer to a level below optimal values, which increased acidity. Uneven distribution of precipitation and an increase in the amount of heavy rains cause waterlogging of the soil in 20 – 25% of cases, in which potato yields decrease and its quality decreased. *Key words:* potatoes, agroclimatic conditions, climate warming, growing season, yield.

Постановка проблеми. Картопля – одна з найпоширеніших сільськогосподарських культур в Україні. Основні посівні площі картоплі (25–35% загальної посівної площі) зосереджено в Поліссі та Лісостеповій зоні України.

Значення картоплі для людини полягає в харчових якостях її бульб, які вважаються універсальним продуктом. Цей важливий продукт харчування є головним постачальником вітаміну С. Слід зазначити, що молода картопля вміщує значно більше вітаміну С,

аніж зрілі бульби. Окрім того, бульби картоплі вміщують також вітаміни групи В і каротин. Добова доза споживання картоплі, яка задовольняє потребу організму у вітаміні С на 50%, становить 300–400 г.

Виробництво картоплі – процес дещо клопітний, бо культура досить вимоглива, але споживання картоплі населенням зростає і тих врожаїв, які були 10–15 років тому, не вистачає, щоби повністю задовольнити попит споживачів. Тому постає питання: як збільшити виробництво картоплі? А це можливо тільки за досконалого дослідження причин коливання врожаїв картоплі, оцінки умов її вирощування, уведення нових, більш урожайних сортів, застосування інтенсивних технологій вирощування і т. ін.

Актуальність дослідження. Установлено, що наприкінці ХХ і початку ХХІ ст. відбулося потепління клімату, яке особливо відчутне у Північній півкулі. Потепління спричинене глобальними змінами клімату, які призводять не лише до антропогенної зміни функціонування рослинності, а й до зміни природних ресурсів у цілому. Сільське господарство – це «цех під відкритим небом», і ця галузь особливо вразлива до змін клімату. Тому актуальність дослідження полягає в пошуках засобів для вирішення головного завдання картоплярів – збільшити виробництво картоплі, поліпшити якість бульб, удосконалити технологію вирощування і збирання на базі комплексної механізації виробничих процесів, знайти надійні заходи боротьби з найпоширенішими шкідниками та хворобами культури на тлі загального потепління клімату. А це можливо лише за умови вивчення агрометеорологічних умов вирощування картоплі в різних регіонах, співставлення її вимог до навколишнього середовища та встановлення відповідності агрометеорологічних умов цим вимогам як в окремі відрізки росту та розвитку картоплі, так і в цілому за вегетаційний період.

Зв'язок авторського доробку з важливими науковими та практичними завданнями. Тема дослідження відповідає основним напрямам політики України щодо розвитку агропромислового комплексу, а саме: здійснити реструктуризацію АПК, прискорити реформування сільськогосподарських підприємств, адаптацію їхньої господарської та виробничої структури до вимог ринку, сприяти розвитку господарств з виробництва сільськогосподарської продукції та ін. Тематика досліджень також відповідає основним напрямкам наукових досліджень кафедри агрометеорології і агроекології Одеського державного екологічного університету, зокрема НДТ «Вплив кліматичних змін на галузі економіки України» та темі міжнародного проєкту «Багаторівнева місцева, загальнонаціональна освіта і навчання з кліматичного обслуговування, адаптації до змін клімату та пом'якшення його наслідків».

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Оскільки посіви картоплі досить поширені у світі, то дослідженню умов її вирощування присвячено

багато публікацій як за кордоном, так і в Україні. В Україні багаторічними дослідженнями вчених охоплено широке коло питань [1–3] з характеристики агротехніки вирощування картоплі в різних природно-кліматичних зонах, агроекологічних особливостей і технології вирощування картоплі [4–6]. Багато уваги дослідниками надається питанням живлення картоплі, впливу рівнів і способів мінерального живлення на врожайність, ріст і розвиток рослин картоплі в різних схемах польових сівозмін [7]. У роботах висвітлюються питання впливу різних видів та норм добрив на біохімічний склад бульб та вміст сухої речовини [8; 9; 26] та дослідження смакових якостей картоплі [10]. У роботі [11] розкривається прогресивна технологія виробництва картоплі, яка забезпечує отримання високих урожаїв доброї якості. Звертається увага на дію чинників, які впливають на якість бульб, та вказуються шляхи її підвищення.

Багато уваги науковців приділяється дослідженню нових ознак сортів для селекції картоплі [12–15].

Вітчизняними вченими започатковане математичне моделювання впливу навколишнього середовища на ріст, розвиток і формування продуктивності картоплі. Запропоновано модель [16] продуктивності картоплі в різних природно-кліматичних зонах. В УкрГМІ розроблено модель «Погода – Урожай», яка використовується в гідрометеорологічній службі для оцінки продуктивності картоплі під впливом волого-температурного режиму та прогнозу очікуваного врожаю [17]. Також на основі теорії максимальної продуктивності посівів розроблено модель для оцінки агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур як у сучасних умовах, так і на майбутнє [16; 18; 19].

Дослідження вчених Польщі та Німеччини переважно присвячено висвітленню питань впливу хімічних речовин із внесених добрив на вміст у бульбах різних хімічних компонентів та їхньому впливу на смакові якості картоплі і тривалості її зберігання [20–22]. Не обійшли науковці увагою й особливості вирощування картоплі на силових полях [23].

Дослідження [24] присвячене впливу різних азотних режимів під час вирощування картоплі на смакові якості картоплі та способів обробки посівів на вміст сухої речовини в бульбах [25].

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Відомо, що високі і сталі врожаї сільськогосподарських культур формуються в природно-кліматичних зонах, де умови вирощування відповідають вимогам культур до навколишнього середовища. Наприкінці ХХ і початку ХХІ ст. під впливом змін клімату відбулася зміна природних ресурсів: підвищилася температура повітря, збільшилася кількість посушливих явищ, зросла мінливість кількості опадів по території і в часі і т. ін. Ці явища, своєю чергою, змінюють природне середовище і його вплив на всі галузі економіки, у тому числі й на сільськогосподар-

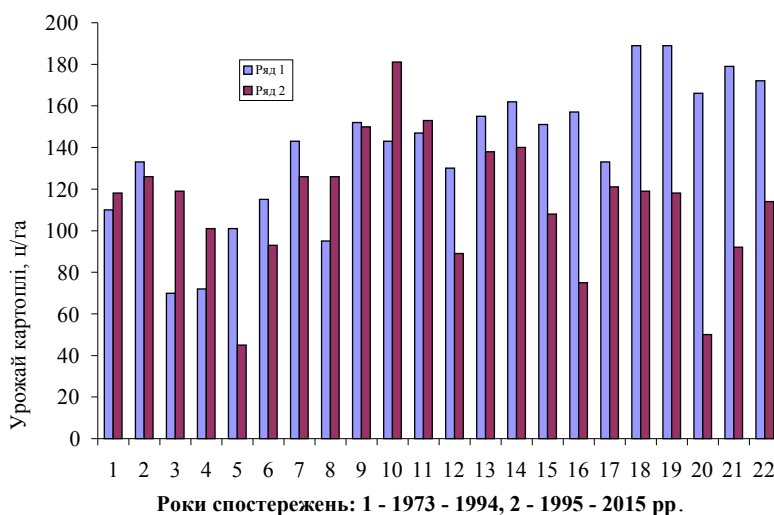


Рис. 1. Порівняння середніх по області врожаїв картоплі за два періоди: 1 – 1995–2015 рр.; 2 – 1975–1994 рр.

ське виробництво, ефективність якого визначається набором кліматично зумовлених природних ресурсів.

Метою дослідження є виявлення впливу агрометеорологічних умов на темпи розвитку та формування врожаїв картоплі в західних областях Поліської зони України (на прикладі Львівської області).

Методологічне або загальнонаукове значення. Дослідження впливу агрометеорологічних умов і оцінка їхнього впливу на продуктивність картоплі виконувалася на матеріалах паралельних спостережень за фенологією картоплі, величиною її врожаїв і метеорологічними елементами агрометеорологічних станцій Львівської області. Оцінка виконувалася шляхом порівняння кількісних показників агрометеорологічних умов розвитку картоплі за період із 1975 по 1994 р. із такими ж показниками за період із 1995 по 2015 р. Для порівняння розраховувалися такі агрокліматичні показники: середні по області врожаї картоплі, середні дати висаджування бульб у ґрунт

навесні, тривалість вегетаційного періоду картоплі, середні температури суми температур і суми опадів за вегетаційний період та за період бульбоутворення, запаси продуктивної вологи у шарах 0–20 та 0–50 см.

Порівняння урожаїв середніх по області врожаїв картоплі за обидва періоди (рис. 1) показує, що в період із 1975 по 1994 р. (ряд 2) врожаї були нижчими, ніж у період із 1995 по 2015 р. і середній за період врожай становив відповідно 116 ц/га і 140,8 ц/га.

Динаміка врожаїв картоплі за обидва періоди (рис. 2) і розраховані лінії трендів показують, що в період із 1975 по 1994 р. лінія тренда має низхідний характер і щорічне зменшення врожаю становило 0,086 ц/га; у період із 1995 по 2015 р. спостерігається зростаючий тренд, щорічне зростання становить 4,39 ц/га. Такий характер динаміки врожаїв картоплі в різні періоди пояснюється тим, що в період із 1975 по 1995 р. поступово погіршувалася культура землеробства, бо змінювалися форми господарювання, порушувалися норми і строки живлення картоплі, погіршувалася технологія вирощування. У період із 1995 по 2015 р. починаючи з 1999 р. спостерігалось поступове зростання врожаїв картоплі, основною причиною чого є поліпшення технології вирощування, введення у виробництво нових, більш продуктивних сортів, удосконалені заходи боротьби зі шкідниками та хворобами картоплі.

Слід зазначити, що в досліджувані періоди спостерігається значне відхилення середніх урожаїв від лінії трендів, яке пояснюється, головним чином, впливом погодних умов. Співставлення динаміки врожаїв із сумами опадів за вегетаційний період (рис. 3) свідчить про те, що сума опадів за вегетаційний період картоплі по роках коливається від 300 до 550 мм. Порівняння динаміки врожаїв і сум опадів показує, що врожай картоплі зменшується за

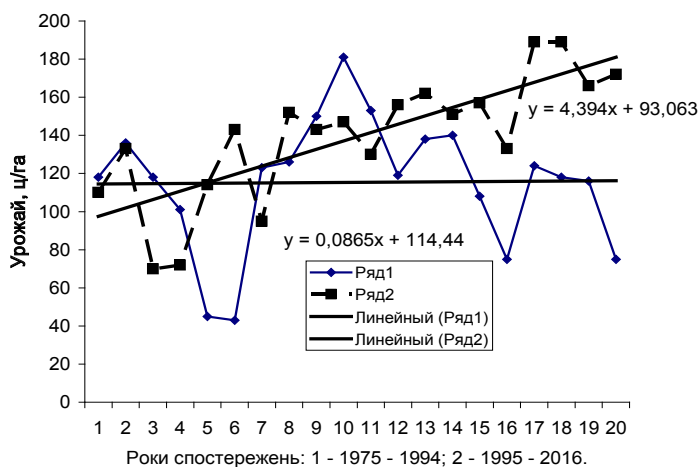


Рис. 2. Динаміка врожаїв картоплі за два періоди і розраховані лінії трендів: 1 – 1975–1994 рр., 2 – 1995–2016 рр.

перевищення сум опадів більше 560 мм і менше 300 мм за вегетаційний період. Це говорить про те, що за значних опадів у Львівській області спостерігається перезволоження ґрунту, яке негативно впливає на врожай, тому що погіршується аерація ґрунту, яка сприяє розвитку гнилісних процесів, погіршуються умови збирання картоплі, за яких збільшуються втрати врожаю. Окрім того, на Львівщині сильні дощі (більше 30 мм за 12 годин) мають найбільшу повторюваність у липні та серпні, становлять відповідно 29,2% та 19,1%, тобто в період бульбоутворення і дозрівання бульб [19]. Якщо опадів випадає 300 мм і менше, це теж несприятливо для формування врожаїв картоплі. Запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–50 см становлять менше 60 мм, що зменшує врожай.

Якщо порівняти агрокліматичні умови розвитку картоплі по міжфазних періодах і в цілому за вегетаційний період упродовж 1975–1994 та 1995–2015 рр. (табл. 1), то можна побачити, що середня температура повітря по міжфазних періодах зросла на 0,6°C у період від цвітіння до в'янення бадилля. Сума опадів як по міжфазних періодах, так і в цілому за вегетаційний залишилася на рівні першого періоду. Підвищення температури повітря в період від цвітіння до в'янення бадилля сприяло накопиченню вищих сум температур, що в липні і серпні призвело до підвищення сумарного випаровування і зменшення запасів продуктивної вологи.

Порівняння врожаїв картоплі із запасами продуктивної вологи в різних шарах показав, що запаси вологи у шарі ґрунту 0–20 см у період 1975–1994 рр. становили середньому 30–45 мм. І лише у 20–25% років вони бувають нижче 30 мм. У шарі 0–50 см

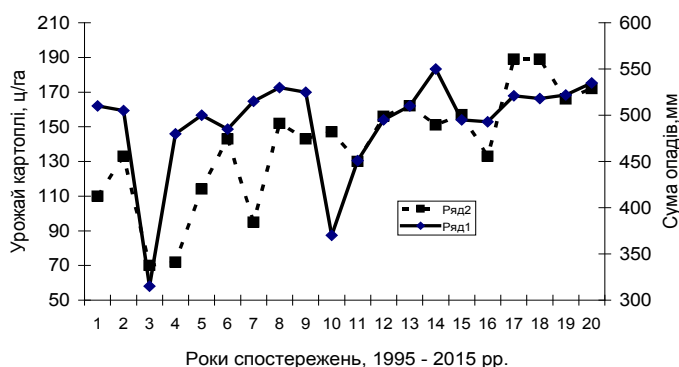


Рис. 3. Порівняння сум опадів за вегетаційний період картоплі з величиною врожаїв: 1 – урожай картоплі, 2 – суми опадів

запаси продуктивної вологи коливаються від 80 до 130 мм, і лише у 10% років запаси вологи становили 70 мм.

У період із 1994 по 2015 р. запаси продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–20 см нижчі, ніж у попередній період, і ймовірність запасів нижче 30 мм зросла до 30–32%. Те ж саме спостерігається і в значенні запасів продуктивної вологи в шарі 0–50 см. У середньому за досліджуваний період вони становлять 35–90 мм, але збільшувалася кількість років із запасами продуктивної вологи менше 60 мм, що призводило до погіршення умов формування врожаю картоплі.

Для виявлення найбільш впливових метеорологічних величин на формування врожаїв картоплі були розраховані статистичні залежності врожаїв картоплі від сум опадів та середньої температури повітря за різні відрізки вегетаційного періоду. Коефіцієнти кореляції цих залежностей представлено в табл. 2. Для картоплі вирішальним періодом

Таблиця 1

Агрокліматичні показники розвитку картоплі в різні періоди

Період спостережень	Міжфазні періоди						Веgetаційний період	
	сходи – цвітіння			цвітіння – в'янення бадилля			сума температур, °C	сума опадів, мм
	середня температура повітря, °C	сума температур, °C	сума опадів, мм	середня температура повітря, °C	сума температур, °C	сума опадів, мм		
1975-1994 рр.	16,6	604	118	19,2	1210	313	1814	431
1995-2015 рр.	16,7	625	123	19,8	1315	303	1940	426

Таблиця 2

Коефіцієнти кореляції між урожаєм картоплі та метеорологічними елементами

Період розвитку картоплі	Коефіцієнти кореляції	
	з сумою опадів	з середньою температурою повітря
Травень	-0,042	0,179
Червень	-0,164	-0,214
Липень	-0,61	0,112
Серпень	0,204	-0,386
Утворення суцвіть – кінець цвітіння	-0,81	-0,386

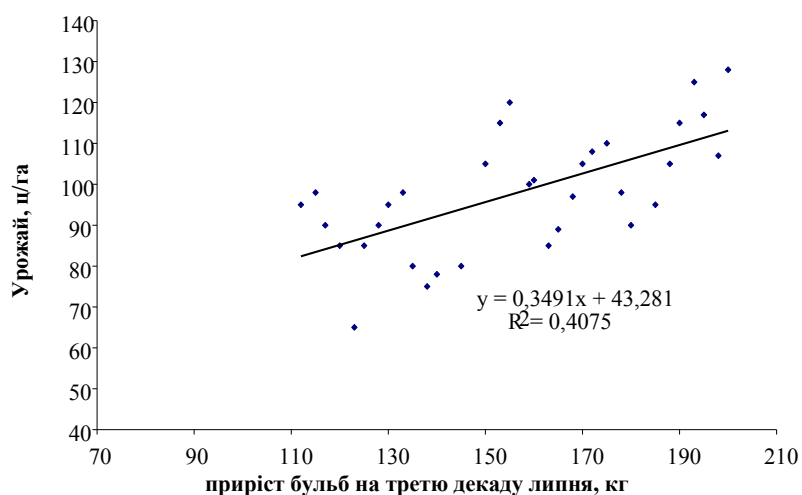


Рис. 4. Залежність урожаїв картоплі від приросту бульб на третю декаду липня

розвитку є період бульбоутворення, який триває від утворення суцвіть до кінця цвітіння, календарно це періоди від 1 червня до 30 серпня.

Незначні коефіцієнти кореляції врожаю картоплі з температурою говорять про те, що потепління клімату підвищує забезпеченість теплом, особливо в липні та серпні, коли середні температури бувають вищими від значень оптимальної температури для розвитку картоплі.

Для картоплі вирішальним періодом розвитку є період бульбоутворення, який триває від утворення суцвіть до кінця цвітіння, календарно це періоди від 1 червня до 30 серпня.

Аналіз багаторічних даних спостереження за картоплею дав змогу встановити, що найвищого приросту бульби картоплі досягають в третю-шосту п'ятиденки липня. Було побудовано графік залежності врожаю картоплі від приростів бульби на кінець липня (рис. 4).

Залежність досить чітка і характеризується коефіцієнтом кореляції

$$r = 0,64 \pm 0,02.$$

Ураховуючи високі значення парних коефіцієнтів кореляції між урожаєм та сумою опадів за критичний період і між урожаєм та приростом бульби на третю декаду липня, було розраховане рівняння багатofакторної залежності, яке має вигляд:

$$Y = 0,26 P - 0,12X + 43,54,$$

$$R = 0,86; S_y = 4 \text{ ц/га},$$

де P – приріст бульби на третю декаду липня, кг/га;

X – сума опадів за період утворення суцвіть – кінець цвітіння, мм.

Отримане багатofакторне рівняння може бути використане під час розроблення прогнозу врожаїв картоплі з місячною завчасністю після перевірки на незалежному матеріалі.

Головні висновки. Дослідження агрокліматичних умов вирощування картоплі у Львівській області шляхом порівняння величин двох періодів спостережень 19975–1994 та 1995–2015 рр. дає змогу зробити висновки:

- урожаї картоплі на початку XXI ст. зросли переважно за рахунок підвищення технології вирощування, введення нових сортів та підвищення ефективності заходів боротьби шкідниками та хворобами;

- потепління клімату спричинило підвищення середніх температур, особливо в період від цвітіння до в'янення бадилля, що спричиняє в окремі роки зменшення запасів продуктивної вологи в шарі ґрунту 0–50 см, підвищує посушливість;

- через нерівномірність опадів і збільшення кількості сильних дощів у 20–25% років перезволоження ґрунту зменшує врожаї картоплі та погіршує якість бульб;

- урожайність картоплі по території Львівської області досить мінлива і мінливість її часто співпадає з мінливістю сум опадів за вегетаційний період;

- просліджується чіткий зв'язок урожаїв картоплі із сумою опадів за період від утворення суцвіть до кінця цвітіння та приростом бульби на третю декаду липня;

- отримана статистична залежність урожаїв картоплі від комплексу чинників. Перевірка рівняння на незалежному матеріалі дасть можливість використовувати його для складання врожаїв картоплі з місячною завчасністю.

Перспективи використання результатів досліджень. На території Львівської області складаються сприятливі умови для отримання високих і сталих урожаїв картоплі майже у 80% років. Отримані дослідження можуть бути використані під час розроблення заходів для пом'якшення несприятливих умов, які складаються через підвищення температури повітря. Окрім того, отримане статистичне рівняння залежності врожаїв картоплі від комплексу метеорологічних елементів після перевірки на незалежному матеріалі дасть змогу використовувати це рівняння для прогнозу очікуваних урожаїв картоплі із місячною завчасністю.

Література

1. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / гол. редкол. М.В. Зубець ; редкол. В.П. Ситник, В.О. Круть, Я.С. Гуков. Київ : Урожай, 2004. 559 с.
2. Полевой А.Н. Агрометеорологические условия и продуктивность картофеля в Нечерноземье. Ленинград : Гидрометеиздат, 1978. 117 с.
3. Польовий А.М. Сільськогосподарська метеорологія. Одеса : ТЕС, 2012. С. 546–550.
4. Агроєкологічні основи вирощування картоплі / В.М. Положенець та ін. Київ, 2008. 196 с.
5. Альохін В.В. Урожайність картоплі і виносення поживних речовин вегетативною масою та бульбами картоплі залежно від рівнів і способів 7 внесення мінеральних добрив. *Картоплярство*. 2016. Вип. 43. С. 72–81.
6. Альохін В.В. Вплив рівнів і способів мінерального живлення на урожайність, ріст і розвиток рослин картоплі середньостиглого сорту Легенда. *Молодий вчений*. 2016. № 3. С. 243–248.
7. Андрієнко Т.М., Вишневецький В.А., Андрієнко І.І. Урожай та якість картоплі залежно від удобрення в сівозмінах на глинисто-піщаних ґрунтах Полісся. *Картоплярство*. 2000. Вип. 30. С. 87–93.
8. Рудник-Іващенко О.І., Шовгун О.О., Іваницька А.П. Вплив ґрунтово-кліматичних умов вирощування картоплі на біохімічний склад бульб. *Картоплярство*. 2011. Вип. 40. С. 144–153.
9. Абдурагімова Т.В. Вплив попередників та різних систем удобрення на урожайність картоплі в короткоротаційних сівозмінах Полісся України. *Картоплярство*. 2011. Вип. 40. С. 176–184.
10. Ревунова Л.Г., Куценко В.С. Продуктивність картоплі в умовах Полісся України залежно від комплексного застосування добрив і регуляторів росту. *Картоплярство*. 2006. Вип. 34–35. С. 10–13.
11. Карманов С.Н., Кирюхин В.П., Коршунов А.В. Урожай и качество картофеля. Москва : Россельхозиздат, 1988. 167с.
12. Ермишин А.П., Воронкова Е.В., Козлов В.А. Картофель. *Генетические основы селекции растений*. Т. 2. Частная генетика растений / науч. ред. А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. Минск : Беларуская навука, 2010. С. 156–234.
13. Киру С.Д. Новые источники ценных признаков для селекции из мировой коллекции картофеля ВИР. *Научные труды ГНУ ВНИИКСХ им. А.Г. Лорха*. Москва, 2006. С. 235–241.
14. Киру С.Д. Итоги и перспективы исследований мировой коллекции картофеля. *Генетические ресурсы культурных растений в XXI веке : тезисы докладов II Вавиловской международной организации*. Санкт-Петербург, 2007. С. 474–476.
15. Картопля / С.А. Турко і др. ; под ред. С.А. Турко. *Научно-практический центр НАН Беларуси по картофелеводству и плодоовощеводству*. Минск, 2007. 74 с.
16. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. Ленинград : Гидрометеиздат, 1988. 318 с.
17. Дмитренко В.П. Погода, клімат і врожай польових культур. Київ : Ніка-Центр, 2010. 618 с.
18. Свидерська С.М. Оцінка продукційного процесу картоплі в умовах змін клімату. *Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України* / за ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. Одеса : ТЕС, 2015. С. 421–434.
19. Божко Л.Ю. Оцінка впливу екстремальних явищ на продуктивність сільськогосподарських культур. Одеса : Екологія, 2013. 240 с.
20. Ciecko Z., Zolnowski A., Wyszowski M. Planowanie zawartosci skrobi w bulbach ziemniaka w zaleznosci od nawozenia NPK. *Ann VMCS.E.*, 2004. № 1. S. 399–406.
21. Marchand, P. Zur Feststellung der Lagereignung von kartoffeln unter Praxisbedingungen zur Intensivierung der pflanzlichen Produktion. *Картофель и овощи*. 1990. С. 10–13.
22. Wulkow A., Pawelzik E., Heckl B. Effect of calcium and boron in potato tubers (*Solanum tuberosum*) of various cultivars differing in blackspot susceptibility. Conference of European Association for potato research. Potato for a changing world- 17-th triennial Conference of European Association for potato research abstract of papers and posters. Brasov, 2008. P. 228–229.
23. Nelson, D.S., Shaw, R. Effect of planting and hawest dates location in the hill and tuber size on sugar content of kennebec potatoes. *American potato Journal*. 1976. V. 53. № 1. P. 15–22.
24. Roe, M.A., Faulks, R.M., Belstem, J.L. Role of reducing sugars and amino acids in fry colour of chips from potatoes grown under different nitrogen regimes. *Картофель и овощи*. 1991. № 3. С. 18–19.
25. Putz, B. Möglichkeiten zur Beeinflussung des Trockensubstantanzgehaltes von Verarbeitungskartoffeln. *Kartoffelbau*. 1986. 37, 3. *Картофель, овощные и бахчевые культуры*. 1987. № 6. С. 5–6.
26. Fittje S., Bohm H., Paters A. Pflanz gutter zeugung in ekologischen Landbau. *Kartoffellbau*. 2001. Bd. 52. H. 7. S. 303–309.