

33. P. 333-365. 4. Pirnach A.M. The construction and application of numerical models to the study of cloud dynamics and the structure of winter frontal rainbands // A.M. Pirnach // Atmos. Research. 1998. Vol. 47-48. P. 355-376. 5. Recommendations for the Verification and Intercomparison of QPFs and PQPFs from Operational NWP Models. WMO TD No. 1485. 2008. 6. Shpyg V. Evaluation of thermodynamic fields forecast accuracy for different physical schemes in the WRF ARW model / V. Shpyg, I. Budak // Fifth International Verification Methods Workshop : 1-7 December 2011 : Abstracts, CAWCR Technical Report No. 046. – Melbourne (Australia), 2011. – P. 66.

Оцінка точності відновлення вертикальних профілів температури і вологості тривимірною діагностичною моделлю

Шпиг В.М., Паламарчук Л.В., Гуда К.В.

У дослідженні викладено результати чисельних експериментів із тривимірною діагностичною моделлю, яку адаптовано до даних об'єктивного аналізу. Виконано оцінку точності відтворення вертикальних профілів температури та абсолютної вологості повітря за допомогою графічного методу та кількісних характеристик для метеостанцій Київ, Чернівці, Харків, Львів та Шепетівка.

Ключові слова: модель, вертикальний розподіл температури та вологості, оцінка точності метеорологічної величини.

Оценка точности восстановления вертикальных профилей температуры и влажности трехмерной диагностической моделью

Шпиг В.М., Паламарчук Л.В., Гуда К.В.

В исследовании изложены результаты численных экспериментов с трёхмерной диагностической моделью, адаптированной к данным объективного анализа. Выполнена оценка точности восстановления вертикальных профилей температуры и влажности воздуха с помощью графического метода и количественных характеристик для метеостанций Киев, Черновцы, Харьков, Львов и Шепетовка.

Ключевые слова: модель, вертикальное распределение температуры и влажности, оценка точности метеорологической величины.

Evaluation of the accuracy of recovery of temperature and humidity vertical profiles of the three-dimensional diagnostic model

Shpyg V.M., Palamarchuk L.V., Huda K.V.

In this article the results of numerical experiments with three-dimensional diagnostic model, adapted to the objective analysis of the data, are shown. The estimation of the accuracy of recovery of temperature and humidity vertical profiles with using a graphical method and forecast skill scores for weather stations Chernivtsi, Kharkiv, Lviv and Shepetivka were carried out.

Keywords: model, vertical distribution of temperature and humidity, the evaluation of precision meteorological values.

Надійшла до редколегії 06.03.2015

УДК 631.175:551.584

Польовий А.М., Ляшенко В.А.

Одеський державний екологічний університет

ПРОСТОРОВА МІНЛИВІСТЬ ВРОЖАЙНОСТІ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР ЗА АГРОКЛІМАТИЧНИМИ РЕСУРСАМИ В УМОВАХ НЕОДНОРІДНОГО РЕЛЬЄФУ

Ключові слова: врожайність, агрокліматичні ресурси, рельєф

Вступ. Рациональне використання природних ресурсів в різних галузях економіки й, насамперед, в сільськогосподарській галузі, залишається важливою проблемою сьогодення, вирішення якої пов'язане з їх детальною оцінкою. В ряду природних ресурсів особливе значення надається дослідженням агрокліматичним ресурсам, які визначають умови росту, розвитку і формування врожайності сільськогосподарських культур, як об'єктів сільськогосподарського виробництва.

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.2(37)

На поточний період сформувалися певні напрямки досліджень, результати яких стали науково обґрунтованою базою спеціалізації сільськогосподарського виробництва на рівні країни, адміністративних, економічних і природних регіонів. Значна роль при розробці спеціалізації відводиться агрометеорологічному й агрокліматичному забезпеченню галузі. У зв'язку з введенням сучасних земельних відносин повстає завдання більшої деталізації агрокліматичних ресурсів в просторовому розрізі, за якими можлива деталізація умов формування рівнів врожайності сільськогосподарських культур як одного із чинників оцінки земель.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В останні два-три десятиріччя набув значного розвитку напрямок агрометеорологічних і агрокліматичних досліджень, започаткований в 70-х роках при вирішенні завдань програмування врожаїв сільськогосподарських культур [1-3], спрямованого на обґрунтування можливих за агрокліматичними ресурсами рівнів їх врожайності [4-5].

Важливою рисою сучасних досліджень є застосування нових методів оцінки агрокліматичних ресурсів й, насамперед, методу динамічного моделювання, за яким виконуються розрахунки можливої врожайності за сумарними ресурсами за вегетаційний період культур, а й за агрометеорологічними умовами впродовж усього періоду вегетації [6]. Були також започатковані дослідження, спрямовані на більшу деталізацію в розрахунках потенційної за агрокліматичними ресурсами врожайності в різних ландшафтах та на незначних за площею територіях з неоднорідною підстильною поверхнею [8-9]. Результати досліджень за цим напрямком можуть стати науковою базою при внутрішньогосподарській організації території й формуванні сівозмін в окремих господарствах.

Метою даної роботи є оцінка просторової мінливості урожайності ряду сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами в умовах горбистого і пагорбкуватого рельєфу.

Матеріали і методи. Дослідження проводилися на прикладі земель Надлиманської сільської ради Овідіопольського району Одеської області загальною площею 2991,934 га. Близько 50% (1470,519га) території відводиться під польові культури (озима пшениця, ярий ячмінь, кукурудза, соняшник) і 15,99% (478,481га)- під виноградник. Площа під садами і овочевими культурами не перевищує 5%.

При виконанні досліджень застосовувалися картографічний метод, метод агро- і мікрокліматичних розрахунків і узагальнень, метод фізико-статистичного моделювання.

Картографічний метод застосовувався при аналізі підстильної поверхні і виділені ділянок земель з різною формою рельєфу, експозиції і крутизни схилів. Картографічною основою була гіпсометрична карта території Надлиманської сільської ради у масштабі 1:10000. Виділення ділянок здійснювалося із застосуванням ГІС-технологій за допомогою програмної оболонки ArcGIS. Було виділено рівнинні ділянки, вододільні плато, схили південної, північної, східної і західної та проміжних експозицій.

Метод агрокліматичних розрахунків застосовувався для визначення агрокліматичних ресурсів – ресурсів світла (радіаційно-світлових), тепла і вологи, як інформації для визначення урожайності сільськогосподарських культур. Метод мікрокліматичних розрахунків використовувався для уточнення параметрів мікрокліматичної мінливості величин фотосинтетично активної радіації і величин показника зволоження для ділянок з різними формами рельєфу, експозицією і крутизною схилів та місцеположення на схилі. Метод фізико-статистичного моделювання застосовувався при розрахунках потенційної і кліматично можливої урожайності сільськогосподарських культур.

Потенційна врожайність визначається величиною сумою фотосинтетично активної радіації за вегетаційний період культури, яка надходить на поверхню рослинного покриву і генетичними властивостями рослини по освоєнню цієї радіації для формування органічної маси. Це максимальна величина врожайності, яка можлива за ідеальних агрокліматичних умов. Кліматично можлива врожайність формується в залежності від величини фотосинтетично активної радіації і реальних агрокліматичних умов, які характеризують ресурси тепла і вологи.

Загальний вигляд моделі врожайності сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами має вигляд:

$$KVU = F(X_1) \cdot F(X_2) \dots \cdot F(X_n), \quad (1)$$

де X_1, X_2, \dots, X_n - показники агрокліматичних ресурсів (ресурси світла, тепла і вологи).

В якості таких показників доцільно застосовувати величини фотосинтетично активної радіації ΣQf і запаси продуктивної вологи у ґрунті, віднесені до величини найменшої польової вологоємності \bar{W}/W_{HB} . Тоді модель урожайності культур за агрокліматичними ресурсами приймає такий вигляд:

$$ПУ = 10^4 \cdot \eta \cdot K_{mi} \cdot \frac{\Sigma Qf}{q_i}, \quad (2)$$

$$KVU = 10^4 \cdot \eta \cdot K_i'' \cdot \frac{\Sigma Qf}{q} \cdot \frac{\bar{W}}{W_{HB}} \quad (3)$$

Для оцінки формування урожайності культур на територіях з неоднорідною підстильною поверхнею вважаємо найбільш ефективним підхід, що базується на розрахунках мікрокліматичної мінливості основних показниках агрокліматичних ресурсів для окремих елементів підстильної поверхні, насамперед, елементів рельєфу [5].

Для місцеположень, що характеризують елементи рельєфу, формули приймають вигляд:

$$ПУ_i'' = 10^4 \cdot \eta_i'' \cdot K_{mi}'' \cdot \frac{\Sigma Qf_i''}{q_i} \quad (4)$$

$$KVU_i'' = 10^4 \cdot \eta_i'' \cdot K_{mi}'' \cdot \frac{\Sigma Qf_i''}{q_i} \cdot \frac{\bar{W}_i''}{W_{HB}} \quad (5)$$

де KVU , $ПУ$ - кліматично можлива і потенційна врожайність; η_i'' , k_{mi}'' , q_i'' - біологічні характеристики конкретних культур: коефіцієнт використання фотосинтетично активної радіації, коефіцієнт, який характеризує співвідношення господарсько цінної частини врожаю і загальної біомаси, теплотворна здатність одиниці врожаю, i (1, 2, ..., n) – культура; $''$ – місцеположення (елемент рельєфу); $\Sigma Qf_i''$ - сумарна фотосинтетично активна радіація в конкретному місцеположенні; $\frac{\bar{W}_i''}{W_{HB}}$ - показник зволоження як відношення середніх за вегетаційний період запасів продуктивної вологи у ґрунті до величини найменшої вологоємності з врахуванням показника вологозабезпеченості. Показник 10^4 – коефіцієнт для перерахунку врожаю в ц/га.

Результати досліджень. Для досягнення мети перше завдання полягало в детальній інвентаризації земель Надлиманської сільської ради і виділення ділянок з різними елементами рельєфу за великомасштабною (М 1:10000) гіпсометричною картою. Вибір елементів рельєфу базувався на встановлених закономірностях формування мікрокліматичної мінливості показника радіаційно-світлових ресурсів і ресурсів вологи [9]. Так, мікрокліматична мінливість фотосинтетично активної радіації визначається експозицією і крутизною схилів, а показників ресурсів вологи – формою рельєфу, експозицією і крутизною схилів, місцеположенням на схилі (верхня, середня, нижня частини). На досліджуваній території виділено 28 місцеположень, які характеризують рівнинні землі, вододільну рівнину, верхню, середню і нижню частини північного, південного, західного і східного схилів крутизною 3-7 і 8-12°. Зважаючи на те, що досліджувані культури входять в групу польових культур, агротехніка вирощування яких вимагає використання схилів крутизною до 7°, надалі розрахунки виконувалися тільки для 15 місцеположень – рівнини, вододільної рівнини, схилів південної, північної, східної і західної експозиції крутизною 3-7° та дна широких долин.

Для кожного із елементів рельєфу уточнено параметри мікрокліматичної мінливості показників фотосинтетично активної радіації $K'Qf$ і показника зволоження $K'w$, з наступним виправленням його за загальної характеристикою вологозабезпеченості - $K''w$. Параметр мікрокліматичної мінливості фотосинтетично активної радіації $K'Qf$ для виділених місцеположень по території змінюються від 0,98 до 1,02, параметр мікрокліматичної мінливості показника $K'w$ - від 0,46 до 1,30, а після виправлення на зональну величину вологозабезпеченості $K''w$ – від 0,51 до 0,85.

Для розрахунку потенційної і кліматично можливої врожайності біологічні показники взято із літературних джерел, які отримано експериментальним шляхом. Вважається, що найчастіше використання рослиною фотосинтетично активної радіації озимою пшеницею і кукурудзою десь на рівні 3%, а ярого ячменю і соняшника – 2%. Коефіцієнт господарської цінності продукції з врахуванням її стандартної вологості у всіх зернових культур становить 14%, а у соняшника – 30%. Теплотворна здатність одиниці врожаю складає 16705 -18630 КДж/кг.

Досліджувана територія згідно із агрокліматичним районуванням України [9] відноситься до VI макрорайону, для якого величина фотосинтетично активної радіації $\Sigma Qf_i''$ для рівнини за вегетаційний період озимої пшениці становить відповідно 1600-1700 Мдж/м², ярого ячменю – 1600-1650 Мдж/м², кукурудзи – 1850-1950 Мдж/м², соняшника – 1850-1950 Мдж/м². Величина показника зволоження $\frac{W_i''}{W_{HB}}$ в межах цього макрорайону складає для озимої пшениці і ярого ячменю 0,59-0,75; а для кукурудзи і соняшника - 0,71-0,80.

Як показують результати розрахунків потенційна врожайність ΠU вказаних культур на рівнинних ділянках складає у озимої пшениці, ярого ячменю, кукурудзи і соняшника відповідно 95, 51-55, 91-95 і 51-55 ц/га, що значно перевищує виробничі врожаї в більшості господарств (табл.1). По різних місцеположенням відзначається коливання цих величин від 1-2 до 4 ц/га. Максимальна величина відзначається на південних схилах, а мінімальна – на північних. Одержані результати підтверджують тезу, що реальна врожайність залежить від багатьох факторів. Розрахунок кліматично можливої врожайності (KVU) здійснюється за даними потенційної врожайності на рівнинних ділянках та за виправленим параметром мікрокліматичної мінливості ресурсів вологи ($K''w$) для різних місцеположень.

Таблиця 1. Просторова мінливість потенційної врожайності культур ПУ (ц/га) в різних місцезположеннях рельєфу

Місцезположення		$K'Qf$	Озима пшениця	Ярий ячмінь	кукурудза	соняшник
Рівнина		1,0	95	51-55	91-95	51-55
Вододільне плато		1,0	95	51-55	91-95	51-55
Південний схил	верх	1,02	97	52-56	52-56	52-56
	середина	1,02	97	52-56	52-56	52-56
	низ	1,02	97	52-56	52-56	52-56
Північний схил	верх	0,98	93	50-54	50-54	50-54
	середина	0,98	93	50-54	50-54	50-54
	низ	0,98	93	50-54	50-54	50-54
Західний схил	верх	0,99	94	50-54	50-54	50-54
	середина	0,99	94	50-54	50-54	50-54
	низ	0,99	94	50-54	50-54	50-54
Східний схил	верх	0,99	94	50-54	50-54	50-54
	середина	0,99	94	50-54	50-54	50-54
	низ	0,99	94	50-54	50-54	50-54
Дно широкої долини		1,00	94	51-55	90-94	51-55

Як показують результати розрахунків, ця врожайність значно нижче потенційної. Так, врожайність озимої пшениці змінюється на досліджуваній території від 44 до 81 ц/га, ярого ячменю і соняшника – від 23 до 43 ц/га, кукурудзи – від 51 до 77 ц/га. Максимальний врожай відзначається на ділянках з вищим рівнем зволоження – на дні широких долин та в нижній частині північних схилів, мінімальна – на вододілах і верхніх частинах схилів (табл.2). Так як розрахунок цієї врожайності здійснюється з врахуванням двох основних факторів життя рослин – світла і вологи, в межах оптимальних ресурсів тепла, (достатніх для визрівання і отримання кондиційної продукції), їх перевищення виробничих врожаїв обумовлене порушенням агротехніки вирощування.

Таблиця 2. Мінливість кліматично можливої врожайності KVU (ц/га) в різних місцезположеннях рельєфу

Місцезположення		$K''w$	Озима пшениця	Ярий ячмінь	кукурудза	соняшник
Рівнина		0,61-0,70	56-65	31-35	51-65	31-35
Вододільне плато		0,61-0,70	58-66	31-36	56-64	31-36
Південний схил	верх	0,46-0,50	44-48	23-26	42-46	23-26
	середина	0,56-0,60	53-57	29-31	51-55	29-31
	низ	0,66-0,70	63-66	34-36	60-64	34-36
Північний схил	верх	0,56-0,60	53-57	29-31	51-55	29-31
	середина	0,66-0,70	63-66	34-36	60-64	34-36
	низ	0,81-0,85	77-81	41-43	74-77	41-43
Західний схил	верх	0,51-0,55	48-52	26-28	46-50	26-28
	середина	0,61-0,65	58-62	31-33	56-59	31-33
	низ	0,66-0,70	72-76	39-41	72-76	39-41
Східний схил	верх	0,51-0,55	48-52	26-28	46-50	26-28
	середина	0,61-0,65	58-62	31-33	56-59	31-33
	низ	0,76-0,80	63-66	34-36	60-64	34-36
Дно широкої долини		0,81-0,85	77-81	41-43	74-77	41-43

Висновки. Внаслідок виконаних досліджень одержані нові дані з просторової мінливості показників агрокліматичних ресурсів на землях окремої сільської ради з пагорбкуватим рельєфом. Це дозволило виконати розрахунки і отримати інформацію про обумовлені кліматичними ресурсами можливі рівні (потенційної і кліматично можливої врожайності основних сільськогосподарських культур) в різних місцезонах рельєфу. Одержана інформація може стати доповненням в існуючі земельні кадастри та застосовуватися для розробки ефективних, без додаткового капіталовкладення, сівозмін.

Список літератури

1. *Ничипорович А.А.* Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А.А.Ничипорович /Тимирязевские чтения. – М.: Изд-во АН СССР. – 1956. – С.1-93. 2. *Амирджанов А.Г.* Солнечная радиация и продуктивность винограда /А.Г.Амирджанов. – Л.:Гидрометеиздат. – 1980. –208с. 3. Научные основы программирования урожаев сельскохозяйственных культур / под ред. *И.С.Шатилова, М.К.Каюмова* . – Т.3. М.: Агроиздат. – 1977. 4. *Тооминг Х.Г.* Экологические принципы максимальной продуктивности посевов /Х.Г.Тооминг. – Л.: Гидрометеиздат. -1984. – 342с. 5. *Витченко А.Н.* Агроклиматическая оценка условий формирования урожая сельскохозяйственных культур/А.Н.Витченко //Актуальные проблемы общественных и естественных наук. – Минск:Вышэйшая школа. – 1981. – С. 145-146. 6. *Мищенко З.А.* Комплексное районирование агроклиматических ресурсов продуктивности винограда в Украине/З.А.Мищенко //Украинский гидрометеорологический журнал. – 2006.-№1. – С.104-118. 7. *Полевой А.Н.* Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур / А.Н.Полевой //Метеорология, климатология и гидрология. – Одесса. – 2004. Вып. 48. – С.195-205. 8. *Ляшенко Г.В.* Структура пространственной изменчивости сельскохозяйственных культур на ограниченной территории/ Г.В.Ляшенко //Метеорология, климатология и гидрология. – Одесса. – 1999. - Вып. 39. – С.161-167. 9. *Ляшенко Г.В.* Агроклиматическая оценка продуктивности сельскохозяйственных культур в Украине / Г.В.Ляшенко. – Одесса: ННЦ «ИВиВ им. В.Е.Таирова». – 2011. – 249с.

Просторова мінливість врожайності сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами в умовах неоднорідного рельєфу

Польовий А.М., Ляшенко В.А.

Розглянуто методи оцінки формування врожайності сільськогосподарських культур за агрокліматичними ресурсами. Виконано розрахунки та досліджено просторову мінливість потенційної і можливої урожайності групи сільськогосподарських культур на прикладі земель окремої сільської ради з пагорбкуватим рельєфом.

Ключові слова: врожайність; агрокліматичні ресурси; рельєф.

Пространственная изменчивость урожайности сельскохозяйственных культур по агроклиматическим ресурсам в условиях неоднородного рельефа

Полевой А.Н., Ляшенко В.А.

Рассмотрено методы оценки формирования урожайности сельскохозяйственных культур по агроклиматическим ресурсам. Выполнено расчеты и исследовано пространственную изменчивость потенциальной и климатически возможной урожайности группы сельскохозяйственных культур на примере земель отдельного сельского совета с всхолмленным рельефом.

Ключевые слова: урожайность; агроклиматические ресурсы; рельеф.

Spatial variability of crops productivity by agroclimatic resources in terms of heterogeneous relief

Polevoy A. N., Lyashenko V. A.

Methods of crops productivity forming estimation by agroclimatic resources are described. Calculations and spatial variability of potential and possible crops productivity on the example of single region with hilly relief are studied.

Keywords: productivity; agroclimatic resources; relief.

Надійшла до редколегії 07.04.2015

Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія. – 2015. – Т.2(37)