

УДК 551.506.631.5

АДАМЕНКО Т.І.

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ ПРОДУКТИВНОСТІ ДЛЯ ОЦІНКИ УМОВ ВИРОЩУВАННЯ ТА ПРОГНОЗУВАННЯ СЕРЕДНЬООБЛАСНОГО УРОЖАЮ КУКУРУДЗИ

За ареалом розповсюдження кукурудза займає друге місце, а посівними площами – третє місце серед всіх культур земної кулі. Однією із основних умов отримання високих урожаїв є найбільш повне використання кліматичних та погодних ресурсів. Для прийняття обґрунтованих господарських рішень необхідне оперативне забезпечення споживачів агрометеорологічною інформацією про вплив погодних умов, особливо екстремальних, на формування урожаю сільськогосподарських культур, очікуваний рівень урожайності.

Агрометеорологічні прогнози урожаю рослинної маси, урожаю зерна кукурудзи по елементах продуктивності і по залежності формування зерна качанів від агрометеорологічних умов розроблені Ю.І. Чирковим [5]. Прогноз урожаю рослинної маси оснований на залежності накопичення рослинної маси кукурудзи від температурних умов та умов зволоження і фотосинтетичній діяльності посівів. Урожайність розраховується за системою рівнянь, які враховують зв'язок накопичення ваги рослини і площі листової поверхні з сумою ефективних температур і запасами продуктивної вологи. Прогноз урожаю зерна оснований на врахуванні густоти посівів, кількості качанів на одній рослині, площі листової поверхні і залежності урожаю зерна в качані від співвідношення тепла і вологи в період від викидання волоті до молочної стиглості, виражених в процентах від оптимуму. Другий вид прогнозу урожаю зерна кукурудзи розроблено по площі листової поверхні посіву на фазу викидання волоті і запасах продуктивної вологи в шарі ґрунту 0-50 см в цей період.

Н.І. Гойса, Р.Н. Олійник, А.Д. Рогаченко [1] виконані фундаментальні дослідження впливу гідрометеорологічних факторів на фотосинтетичну продуктивність посівів і урожай кукурудзи. Встановлено, що в умовах зрошення, коли забезпечена оптимальна вологість ґрунту, найбільш істотний вплив на формування урожаю має режим фото- синтетично активної радіації (ФАР) і температура повітря. Авторами запропонована емпірична модель урожаю кукурудзи, яка враховує вплив біологічних особливостей сорту або гібриду через їх максимально можливу продуктивність (приріст фітомаси), рівня мінерального споживання, приходу ФАР (або інтегральної радіації), температури повітря і продуктивних вологозапасів.

Для південного регіону України і Придунайської низини Румунії Ю.В. Рогоджан [4] досліджено вплив „баластових” температур на розвиток і урожайність кукурудзи. Отримана залежність середньої обласної урожайності від сум температур, що перевищують критичний максимум у період формування волоті – молочна стиглість.

А.М.Польовим [2] розроблена прикладна базова модель прогнозування продуктивності посівів.

Т.І.Адаменко [3] проведена ідентифікація параметрів прикладної базової моделі, виконана перевірка її адекватності стосовно кукурудзи в умовах сучасного клімату. Модель орієнтована на використання в практиці агрометеорологічного забезпечення вирощування кукурудзи в Україні.

Основною метою роботи є показати ефективність використання прикладної

моделі формування урожаю кукурудзи для оцінки агрометеорологічних умов вирощування кукурудзи та складання прогнозу урожаю. Для виконання роботи використовувались дані агрометеорологічних спостережень гідрометеорологічних станцій України за 1951–2003 рр.

В основу моделі розрахунку оцінки агрометеорологічних умов та прогнозу середньої обласної урожайності кукурудзи покладено динамічну модель росту, розвитку та формування урожаю сільськогосподарських культур. Вона вміщує систему рівнянь радіаційного, теплового, водного балансів і балансу біомаси (вуглеводів і азоту) в рослинному покриві системи "середовище – рослина". Система "середовище – рослина" розглядається як складна динамічна система, що розвивається під впливом внутрішніх і зовнішніх чинників, в якій виділяються процеси росту, розвитку та формування продуктивності рослин. Модель дає можливість проводити розрахунки оцінки впливу погодних умов та прогнозувати урожайність починаючи з першої декади і до кінця вегетації.

Динамічна модель формування урожаю кукурудзи складається з п'яти блоків

1. блок вхідної агрометеорологічної інформації;
2. блок початкових даних та шкали часу;
3. блок чинників навколишнього середовища;
4. біологічний блок;
5. блок урожаю

В моделі використовується стандартна декадна агрометеорологічна інформація: температура повітря; дефіцит вологості повітря; кількість опадів; кількість годин сонячного сяйва; запаси продуктивної вологи у шарі ґрунту 0-20 та 0-100 см; рівень ґрунтових вод; термін та норма вегетаційного поливу (при зрошуванні); характеристики агрофізичного та агрохімічного стану ґрунту, водного режиму ґрунтів.

Виконуються розрахунки початкових характеристик рослинного покриву (розмірів біомаси окремих органів рослин – листя, стебел, коренів, зерна та площі асимілюючої поверхні); задаються початкові значення оцінок екстремальних умов.

За допомогою прикладної моделі можна оцінити вплив погодних умов на формування урожаю кукурудзи за будь-який відрізок вегетації (декада, міжфазний період, весь період вегетації).

Модель адаптувалась до умов вирощування кукурудзи в Україні послідовно, корегувалась стосовно різних умов, доповнювалась новими параметрами і вводилась в практику прогнозування.

У таблиці 1 наведені розраховані комплексні оцінки (за температурою та вологозабезпеченням) впливу погодних умов на формування урожаю станом на 20 червня 2002 та 2003 року та комплексні оцінки розраховані кліматичними даними для 25 областей України. Вони дають можливість виявити та порівняти вклад агрометеорологічних умов конкретного року у формування урожаю. Приводиться розрахований для цих років та розрахований за кліматичними даними прогноз урожаю. Як видно із таблиці 1, на 20 червня 2003 року погодні умови для формування урожаю кукурудзи були менш сприятливі, ніж у 2002 році. Комплексна оцінка 2003 року по всіх областях України на 7-30% менша, ніж у 2002 році і на таку ж величину менша, ніж за кліматичних умов. Очевидною причиною стала весняно-літня засуха 2003 року, яка охопила всю територію країни. Урожайність кукурудзи розрахована по моделі на 20 червня з урахуванням фактичних погодних умов до цієї дати і при умові, що надалі погодні умови за температурою повітря та кількістю опадів будуть близькими до норми, у 2003 році менша, ніж у 2002 році – на 2-7 ц/га. Передумови

для формування урожаю кукурудзи станом на 20 червня 2002 року, навпаки, складалися сприятливі - комплексна оцінка близька до норми або перевищує її, а розрахункова урожайність вища, ніж за середніх багаторічних погодних умов.

Розглянемо агрометеорологічні умови у липні 2002 та 2003 років для вирощування кукурудзи, які в цілому були сприятливими, дещо схожими за розподілом опадів, але мали істотні відмінності за температурним режимом

Таблиця 1

Порівняння оцінки впливу погодних умов на формування урожаю кукурудзи у 2003 та 2002 роках в Україні (у процентному відношенні до середніх багаторічних значень температури повітря та вологості ґрунту) станом на 20 червня

Агрокліматичні зони і області	Комплексна оцінка з початку росту станом на 20 червня			Розрахунковий урожай		
	За нормою	2003 р.	2002 р.	За нормою	2003 р.	2002 р.
Степ						
АР Крим	93	75	93	36	30	36
Дніпропетровська	103	89	101	29	25	29
Донецька	101	90	92	26	23	25
Запорізька	96	73	94	25	22	25
Кіровоградська	105	83	104	28	24	28
Луганська	104	92	104	24	23	24
Миколаївська	100	84	102	24	22	24
Одеська	99	77	94	26	25	26
Херсонська	91	74	90	32	27	32
Лісостеп						
Вінницька	108	90	105	32	27	30
Київська	108	78	108	34	30	36
Полтавська	105	80	107	31	28	32
Сумська	104	78	106	30	25	30
Тернопільська	111	90	107	34	31	33
Харківська	103	94	106	23	22	24
Хмельницька	109	92	107	37	34	37
Черкаська	107	79	105	36	32	37
Чернівецька	94	77	94	43	32	39
Полісся						
Волинська	109	88	107	32	39	39
Житомирська	110	89	104	32	35	37
Івано-Франківська	96	84	89	37	39	39
Львівська	108	99	100	39	41	41
Рівненська	111	99	109	41	43	42
Чернігівська	107	88	106	30	34	35
Закарпатська	96	84	91	55	60	54

У липні 2002 року утримувалась спекотна з недобором опадів погода, а середня місячна температурна повітря була однією із найвищих за весь період спостережень -23-26,6с, у західних областях - 21-22°. Сума опадів на переважній території країни склала

від 10 до 60% місячної норми, тому комплексні оцінки цього року на 10-20% у південно-східних областях, а на решті території – на 2-8% виявились нижчими, ніж у 2003 році.

На рис.1 та рис.2 наведені дані розрахунку по моделі комплексної оцінки (тепло та вологозабезпечення) впливу погодних умов на формування урожаю кукурудзи станом на 31 липня 2002 та 2003 року.

Впродовж травня і до середини червня 2003 року в Україні спостерігалась засуха, але такі умови співпали з початковим розвитком кукурудзи і катастрофічних наслідків не мали. Температурні умови у червні-липні були близькими до середніх багаторічних, кількість опадів була більшою, отже і зволоження ґрунту кращим, ніж у 2002 році, що позначилося і на комплексній оцінці періоду травень – липень 2003 (рис.1 та рис.2).

Отже, за величиною комплексної оцінки, наведеної на рисунках, можна порівняти ступінь сприятливості погодних умов кожного із цих років з початку вегетації до 31 липня з початку вегетації кукурудзи.

Розрахунки оцінок, наведені на рисунках 1 та 2 дають підстави для висновку, що комплексна оцінка погодних умов у 2003 році у південно-східній частині країни на 10-22% вища, ніж у 2002 році. В решті областей вони переважно вища на 1-12%. Отже умови були більш сприятливі і фактичний урожай кукурудзи у 2003 році в Україні виявився вищим, ніж у 2002 році – 38 та 35 ц/га відповідно.

Розглянемо на прикладі Черкаської області вплив погодних умов на формування урожаю кукурудзи у 1992 році, коли у Черкаській області був отриманий найнижчий урожай зерна кукурудзи за останні 20 років -21 ц/га.

У таблиці 2 наведені метеорологічні та агрометеорологічні показники весняно-літнього періоду вегетації кукурудзи 1992 року. Агрометеорологічні умов починаючи з травня складалися несприятливі. Через прохолодну, дощову із заморозками погоду у травні пригнічувався початковий ріст кукурудзи. У червні, хоч і переважали підвищені температури повітря, але випадали опади, що підтримувало задовільне зволоження ґрунту. У липні та серпні спостерігалась надзвичайно суха та жарка погода середня декадна температура повітря перевищувала норму на 2-5°, опадів практично не було, запаси вологи метрового шару ґрунту знизились до показників у двічі менших за норму, а орний шар ґрунту був сухим зовсім. Такі погодні умови призвели до в'янення, передчасного засихання листя, рослин, качани формувалися неповноцінними. Відбувалось передчасне дозрівання зерна.

Таблиця 2
Агрометеорологічні показники вегетаційного періоду.
Черкаська область, 1992 рік

Місяць	травень			червень			липень			серпень		
декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Середня декадна температура повітря, °С	14,5	14,4	13,5	17,5	20,1	19,6	19,3	22,0	22,2	24,5	24,7	22,2
Відх. від норми, °С	1	-0,9	-2,6	0,2	2,3	1,5	0,3	2,1	2,6	4,5	4,7	4,8
Сума опадів за декаду, мм	0	4	49	8	15	17	1	5	0	0	0	4
Відх. від норми, %	0	40	210	30	53	80	3	22	0	0	0	21
Запаси вологи в 0-20 см шарі ґрунту, см	16	10	22	25	27	29	21	13	8	0	0	1
Запаси вологи в 0-100 см шарі, мм	121	99	118	134	148	152	138	112	87	56	52	53

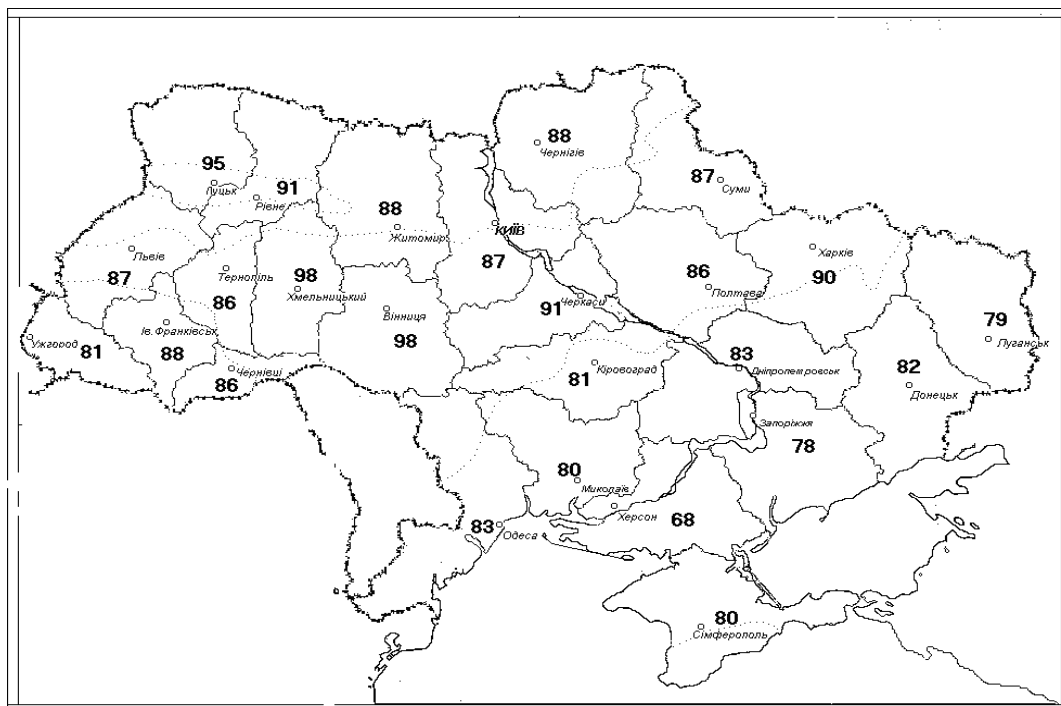


Рис.1. Комплексна оцінка (%) впливу погодних умов на формування урожаю кукурудзи станом на 31.07.2002 року

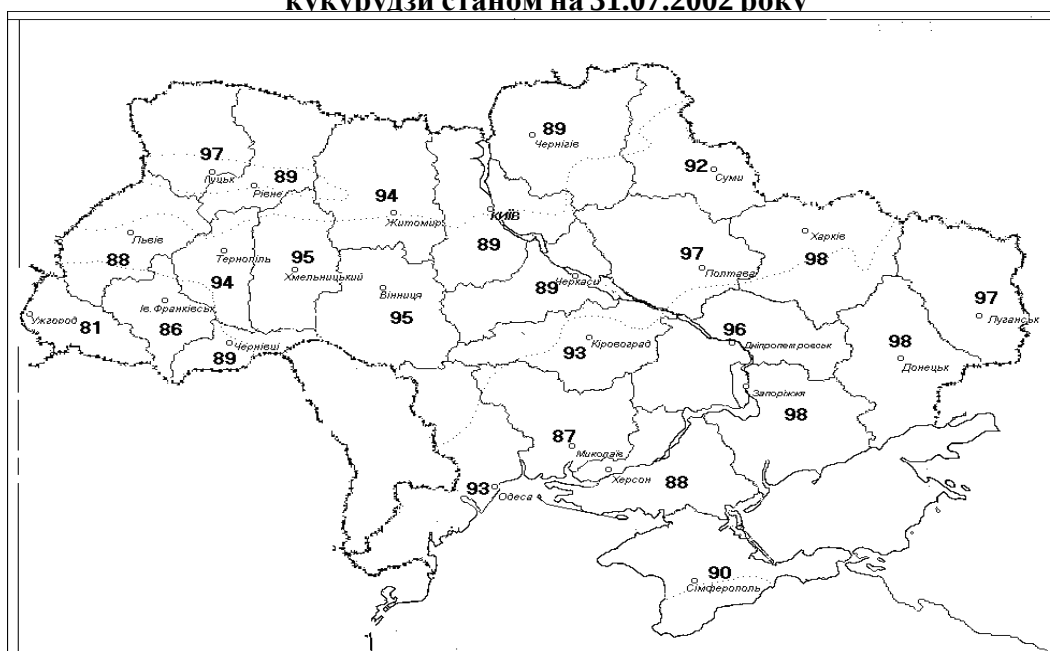


Рис.2. Комплексна оцінка (%) впливу погодних умов на формування урожаю кукурудзи станом на 31.07.2003 року

Такий хід розподілу метеорологічних та агрометеорологічних характеристик обумовив рівень оцінок кожної декади вегетації кукурудзи по температурі, вологозабезпеченню та комплексної оцінки, а також чисту продуктивність фотосинтезу (таблиця 3).

Як видно із таблиці 3, оцінка по температурі повітря почала знижуватись вже у третій декаді червня (99%) і впродовж липня-серпня не перевищили 61-85%, оцінка волого- забезпечення була нижчою, ніж за середніх умов на 7-33%. Фотосинтетична

діяльність посівів у червні та липні була значно меншою, ніж за середніх умов і практично припинилася вже у третій декаді липня (чиста продуктивність фотосинтезу у третій декаді липня становила 0,24 г/м²/добу при нормі 7,76 г/м²/добу. Розрахункова урожайність по моделі склала – 19ц/га, фактична -21 ц/га. Відносна похибка прогнозу урожаю склала 9%.

Таблиця 3

Розраховані по моделі декадні оцінки теплозабезпечення та вологозабезпечення, комплексні оцінки та чиста продуктивність фотосинтезу кукурудзи у 1992 році порівняно з середніми багаторічними умовами (нормою).

Черкаська область

Місяць	травень			червень			липень			серпень		
декада	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Оцінка по температурі, %	100	100	99	100	100	99	98	76	61	66	85	93
По нормі, %	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Оцінка по волого забезпеченню, %	94	95	103	108	91	70	70	70	67	65	60	62
По нормі, %	95	94	102	111	113	113	90	91	80	81	78	76
Комплексна оцінка, %	97	98	102	95	86	80	75	75	75	70	70	70
По нормі, %	97	97	101	107	109	109	97	97	94	95	94	93
Чиста продуктивність фотосинтезу г/м ² /доба	0,5	3,33	3,42	3,78	4,62	5,34	5,37	5,82	0,24	0,0	0,0	0,0
По нормі, г/м ² /доба	0,5	3,31	3,42	3,48	3,78	4,7	5,76	6,51	7,76	5,72	0,27	0,88

1. Інформація наведена у статті свідчить - прикладна модель формування урожаю кукурудзи є досить чутливою зміни погодних умов, що є її перевагою порівняно з іншими моделями, які добре працюють в умовах, близьких до середніх багаторічних.

2. В зв'язку з проблемою зміни клімату, агрометеорологічних умов вирощування кукурудзи, модель можна використовувати для перспективного агрокліматичного районування. Дослідження з питання цієї проблеми потребує подальшого розвитку.

1. Гойса Н.И., Олейник Р.Н., Рогаченко А.Д. Гидрометеорологический режим и продуктивность орошаемой кукурузы. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 230 с. 2. Полевой А.Н., Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов, Гидрометеиздат, 1988. – 318 с. 3. Полевой А.Н., Адаменко Т.И. Моделирование формирования урожая кукурузы. // Метеорологія, кліматологія та гідрологія, 2002. – Вип. 46. – С. 149-154. 4. Рогоджан Ю.В. О термических показателях кукурузы и учете влияния высоких температур на ее урожай. // Тр. УкрНИГМИ. – 1979. – Вып. 173. – С. 143-146. 5. Чирков Ю.И. Агрометеорологические условия и продуктивность кукурузы. – Л.: Гидрометеиздат, 1969. – 251 с.

Applied dynamic model of maize production formation and its use for evaluation of harvest formation conditions is described. Here's also the analysis of calculated, according to this model, evaluations of warm and water supply, evaluations change in real conditions in various years with different degree of warm and water supply compare to norm. The influence of agro meteorological conditions on productivity.