

УДК 635.64

Л.Ю. Божко, к.з.н., О.А. Барсукова, к.з.н., Ярмольська О.Є., к.з.н.
Одеський державний екологічний університет

КЛІМАТИЧНІ УМОВИ ВИРОЩУВАННЯ ТОМАТІВ В УКРАЇНІ

За допомогою математичної моделі виконана оцінка агрокліматичних ресурсів продуктивності території України стосовно вирощування томатів. Виконано аналіз водно-теплового режиму посівів томатів та приросту різних категорій їх врожайності.

Ключові слова: математична модель, агрокліматичні ресурси, томати, категорії врожайності, оцінка.

Томати мають широке розповсюдження в багатьох країнах світу. Серед овочевих культур томати займають провідне місце. Їх вирощують для забезпечення населення продуктами овочівництва та для переробки на консервних заводах. Посівні площі томатів становлять 57 % всієї площі овочевих культур.

Культурні томати мають походження із тропічної зони Америки. Від Перу до Мексики томати вирощувались задовго до відкриття Нового Світу європейцями. До Європи томати попали наприкінці шістнадцятого століття, де спочатку вони вирощувались в Іспанії та Португалії, а потім розповсюдились по всій Європі та Близькому Сходу.

На території України томати вирощуються в усіх природно – кліматичних зонах. В степових районах виробничі площі під томатами за розміром займають одне із перших місць серед овочевих культур.

Томати відносяться до сімейства пасльонових (Solanaceae Juss.), роду *Lycopersicon* *Tomn*, який складається з трьох видів. Із них два дикі, третій вид – звичайний томат включає всі культурні форми [1].

В нашій країні томат – трав'яниста однорічна рослина з прямостоячим або пригнутих стеблом, покритим залозистими волосками. Рослини томата мають специфічний томатний запах, який посилюється при пошкодженні стебла.

Плід – ягода різних розмірів, від 1 до 400 г, соковитий, багато гніздовий різного забарвлення – від зеленого до червоного. Томати відносяться до рослин з глибоким, сильно гілчастим корінням, що проникає в ґрунт до 1,5 м і більше.

Харчова цінність томатів визначається наявністю в них вуглеводів, органічних кислот, мінеральних солей, ароматичних речовин та вітамінів (С, каротин, B_1 , B_2 , РР, К та ін.). В складі сухих речовин переважають вуглеводи, в основному цукор. Дослідженнями багатьох авторів [1 - 3] встановлено, що хімічний склад плодів томатів дуже змінюється в залежності від особливостей сорту, умов вирощування, віку рослин та інших факторів, що на нього впливають. Найбільш цінні плоди томатів у перший місяць плодоношення. В кінці плодоношення в плодах томатів, особливо тих, що вирощуються на зрошуваних полях, зменшується вміст цукру і збільшується кислотність.

Вирощуються томати в сухих степових районах України із зрошенням, в лісостепових та лісових районах – на суходолі, або із застосуванням часткового зрошення розсадним і безрозсадним методом.

При вирощуванні томатів розсадним методом важливим фактором є висока якість розсади та ранні терміни висаджування її в ґрунт. Найвищі темпи розвитку рослин

спостерігаються при застосуванні розсади, вирощеної в поживних кубиках та висадженої під плівку.

Велика роль в репродуктивному розвитку томатів належить умовам вирощування. Рано та рясно цвітуть томати при вирощуванні їх в ранній культурі із застосуванням плівкового укриття, на другому місці – рання культура без застосування укриття, на третьому – звичайна розсадна культура і на останньому – безрозсадна культура. Плодоносіння безрозсадних томатів в залежності від сорту починається на 25 – 35 днів пізніше розсадної культури.

Незмінною основою для одержання високих урожаїв томатів є введення при їх вирощуванні овочевих сівозмін. Не бажано вирощувати томати декілька років поспіль на одній і тій же ділянці та після картоплі, перцю баклажанів, фізалісу і тютюну, бо вони ушкоджуються одними і тими ж хворобами. Бажано розташовувати посадки томатів другою культурою після внесення органічних добрив. Добрими попередниками для томатів є капуста, огірки, рис.

Розміщують посівні площі під томати у нечорноземних та центрально-чорноземних районах на захищених від вітру ділянках зі схилами на південь та низьким стоянням ґрунтових вод. Високі врожаї томатів отримують на заплавах та прирічкових заливних ділянках.

Для одержання високих урожаїв томатів велике значення має структура посівних площ та густина посівів. Встановлено [52], що найкращі результати дає стрічкова двострунна посадка з величиною широким міжрядь 90 см та вузьких – 50 см для штамбових сортів і відповідно 120 см і 50 см для індетермінантних сортів. Відстань між рослинами в рядках 30 – 35 см. Такі методи висаджування розсади забезпечують густоту 45 – 50 тис. рос/га детермінованих і штамбових сортів і відповідно 34 – 37 тис. рос/га – індетермінантних. Після остаточного приживання розсади, на місце загиблих рослин підсаджують живі. Репродуктивний розвиток томатів знаходиться у великій залежності від погодних умов [1 - 3].

Перед працівниками сільського господарства постає головна задача - одержання високих та сталих врожаїв цієї досить цінної культури. Вирішення цієї задачі можливе при найбільш повному використанні кліматичних ресурсів території, визначенні відповідності їх вимогам томатів і має важливе наукове та практичне значення.

Об'єкти та вихідні матеріали досліджень. Мета досліджень - дати оцінку агрокліматичних умов вирощування томатів по території України з використанням обласних показників агрокліматичних ресурсів.

Дослідження виконувалися на матеріалах багаторічних спостережень мережі агрометеорологічних станцій за фенологією томатів і метеорологічними факторами за період з 1986 по 2008 рр. та на матеріалах Держкомстату України.

Формування врожаю всіх сільськогосподарських культур, в тому числі і томатів, є дуже складний нестационарний процес, проходження і результат якого визначається взаємодією рослин з умовами навколишнього середовища. Серед них провідне місце займає забезпеченість рослин променистою енергією, теплом, вологою, елементами живлення.

Дослідження виконувались по усіх агрокліматичних зонах України. За даними [4] за умовами тепло- і вологозабезпеченості вегетаційного періоду, фізико-географічними умовами (рельєф місцевості і тип ґрунтів) територія України була розділена на чотири агрокліматичних зони: 1) Лісова, зволожена зі значеннями ГТК Г.Т. Селянінова 2,0 - 1,3, помірно тепла з сумами температур 2400 – 3100 °С; 2) Лісостепова зона - волога, зі значеннями ГТК Г.Т. Селянінова 1,3 – 1,0 та сумами температур 2500 - 2900 °С; 3) зона Північного Степу - посушлива, зі значеннями ГТК 0,7 - 0 1,0 і сумами температур 2900 – 3000 °С; 4) зона Південного Степу – дуже посушлива, помірно жарка з м'якою

зимою, ГТК = 0,5 – 0,7, з сумами температур 2800 – 3400 °С. Крім того виділені райони вертикальної кліматичної зональності – Карпатський та Кримський.

Методи дослідження. Розрахунки виконувалися за розробленою А.М. Польовим моделлю, теоретичну основу якої становить концепція Х.Х Тоомінга про максимальну продуктивність посівів [3 - 6]. Для оцінки агрокліматичних ресурсів за часовий крок було взято декадний варіант моделі. Зміна величини потенційного врожаю томатів за декаду в залежності від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР) та біологічних особливостей культури з врахуванням зміни здатності рослин до фотосинтезу впродовж вегетації визначається з формули

$$\frac{\Delta ПВ^j}{\Delta t} = \alpha_\phi^j \frac{\eta \cdot Q_{\text{фар}}^j \cdot d\nu^j}{q}, \quad (1)$$

де $\frac{\Delta ПВ^j}{\Delta t}$ – приріст потенційної врожайності за декаду;

α_ϕ – онтогенетична крива фотосинтезу;

η – ККД посівів;

$Q_{\text{фар}}$ – інтенсивність ФАР;

$d\nu$ – кількість днів у розрахунковій декаді;

q – калорійність;

j – номер розрахункової декади.

Приріст метеорологічно можливої врожайності є приростом потенційної врожайності, який обмежується впливом режимів зволоження та температури:

$$\frac{\Delta ММВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta РУ^j}{\Delta t} \cdot FTW2, \quad (2)$$

де $\frac{\Delta ММВ^j}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно можливої врожайності;

$FTW2$ – узагальнена функція впливу температурного режиму та режиму зволоження з корекцією на поєднання різних екстремальних умов.

Ця функція визначається за принципом Лібіха Д. [7] з урахуванням впливу температури повітря і умов зволоження на продуктивний процес.

Формування приростів дійсно можливої врожайності обмежується рівнем природної родючості ґрунту:

$$\frac{\Delta ДМВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ММВ^j}{\Delta t} \cdot B_{\text{ПЛ}} \cdot F_{G_{\text{um}}}, \quad (3)$$

де $\frac{\Delta ДМВ^j}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої врожайності;

$B_{\text{ПЛ}}$ – бал ґрунтового бонітету;

$F_{G_{\text{um}}}$ - функція впливу вмісту гумусу в ґрунті.

Рівень господарської врожайності обмежується реальним рівнем культури землеробства і ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив:

$$\frac{\Delta UB^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМВ^j}{\Delta t} \cdot k_{земл} \cdot FW_{ef}^j, \quad (4)$$

де $\frac{\Delta UB^j}{\Delta t}$ – приріст врожайності у виробництві;

$k_{земл}$ – коефіцієнт, який характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності;

FW_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив залежно від умов забезпечення вологою декад вегетації.

Характеристика рівня культури землеробства та господарської діяльності людини $k_{земл}$ визначалась шляхом порівняння господарських урожаїв томатів, одержаних у виробничих умовах, та врожаїв томатів, які вирощувались на полях дослідних ділянок та ділянок випробування сортів. Функція FW_{ef} оцінювалась через забезпеченість рослин мінеральним живленням та оцінки ефективності цього живлення в залежності від вологозабезпеченості посівів. Функція FW_{ef} визначається шляхом перемноження функції впливу вологості ґрунту на ефективність внесення добрив і функції забезпеченості посівів органічними та мінеральними добривами.

Співвідношення агроєкологічних категорій врожайності (потенційного врожаю - $ПВ$, метеорологічно можливого врожаю - $ММВ$, дійсно можливого врожаю - $ДМВ$ та урожаю у виробництві - $УВ$) дозволяє визначити комплексні оцінки агрокліматичних ресурсів. Для цього існують п'ять узагальнених характеристик:

1. Ступінь сприятливості кліматичних умов (K_m) характеризує співвідношення $ПВ$ до $ММВ$, відн.од.

$$K_m = ПВ/ММВ \quad . \quad (5)$$

2. Коефіцієнт ефективності використання кліматичних ресурсів (K_e) характеризує співвідношення $УВ$ до $ММВ$, відн. од.

$$K_e = УВ/ММВ \quad . \quad (6)$$

3. Коефіцієнт агроєкологічного потенціалу (K_a) характеризує співвідношення $УВ$ до $ДМВ$, відн. од.

$$K_a = УВ/ДМВ \quad . \quad (7)$$

4. Коефіцієнт ефективності використання фактичних агрометеорологічних і ґрунтових умов ($K_{земл}$, відн. од.), характеризує рівень культури землеробства, ($УВ$ - врожай томатів в господарствах, одержаний у виробничих умовах)

$$K_{земл} = УВ/ДМВ \quad (8)$$

Врожай томатів у господарствах, вирощений у виробничих умовах, дає уяву про досягнення рівня агроєкологічного потенціалу природно-територіального комплексу за існуючої культури землеробства.

Результати досліджень та їх аналіз. Продуктивність сільськогосподарських культур, в тому числі томатів, визначається ступенем відповідності кліматичних умов їх біологічним особливостям та агротехніці вирощування. Проведено аналіз декадного ходу характеристик радіаційного режиму, волого-температурного режиму посівів томатів (порівнюється середня за декаду температура повітря з оптимальними для

фотосинтезу рослин температурами, хід сумарного випаровування та випаровуваності посівів томатів) і приростів всіх категорій врожайності в різних агрокліматичних зонах України.

За даними надходження ΦAP в цілому можна сказати, що суми ΦAP збільшуються з північного заходу України на південний схід. Найбільше забезпечена ΦAP четверта агрокліматична зона – Південний Степ, де суми ΦAP коливаються від 25 ккал/см² за вегетаційний період для ранньостиглих сортів томатів до 36 ккал/см² за вегетаційний період для пізньостиглих сортів томатів. В міру просування з півдня на північ надходження ΦAP зменшується. В третій агрокліматичній зоні суми ΦAP коливаються від 28,7 ккал/см² за вегетаційний період до 30,1 ккал/см² для сортів ранньої та середньої стиглості. В другій агрокліматичній зоні надходження ΦAP за вегетаційний період томатів становить від 25,7 до 26,6 ккал/см². В першій агрокліматичній зоні надходження ΦAP не перевищує 26 ккал/см² за вегетаційний період. Такі суми ΦAP зумовлюють різні прирости ПВ по агрокліматичних зонах (табл. 1).

Таблиця 1 – Приріст сухої маси (г/м²) потенційного врожаю томатів по агрокліматичних зонах України

Декади вегетації	Приріст потенційного врожаю (суха маса, г/м ²)			
	Лісова зона	Лісостепова зона	Північний Степ	Південний Степ
1	2	3	4	5
1	156,1	146,8	182,1	436,7
2	215,4	207,3	272,4	496,4
3	229,6	218	283,6	556,3
4	240,9	226,3	291,1	372,5
5	248,5	241,6	297,7	388,5
6	251,5	243,3	298,4	306,8
7	275,6	264,2	323,7	312,4
8	230,9	220,7	264,3	293,9
9	206,9	192,3	247,2	288,5
10	201,4	192,4	247,8	250,9
11	134,5	164,5	165,8	232,5
12	109,3	134,5	143,2	229,3
13	-	-	93,2	382,2
14	-	-	-	353,2
15	-	-	-	316,5

Як видно із табл.1, прирости рослинної маси ПВ томатів зростають в усіх зонах з першої декади до сьомої включно, потім поступово зменшуються. Найбільші прирости сухої маси спостерігаються в зрошуваних районах Південного Степу - до 550 г/м².

Максимальний врожай плодів томатів залежить від надходження фотосинтетично активної радіації і коефіцієнта її використання при оптимальному забезпеченні теплом, вологою та мінеральним живленням. Надходження ΦAP та прирости потенційного врожаю наводяться на рис. 1 та в табл. 1.

Забезпечення території теплом є важливим фактором одержання високих урожаїв томатів. Оптимальний діапазон температур різний для різних сортів томатів.

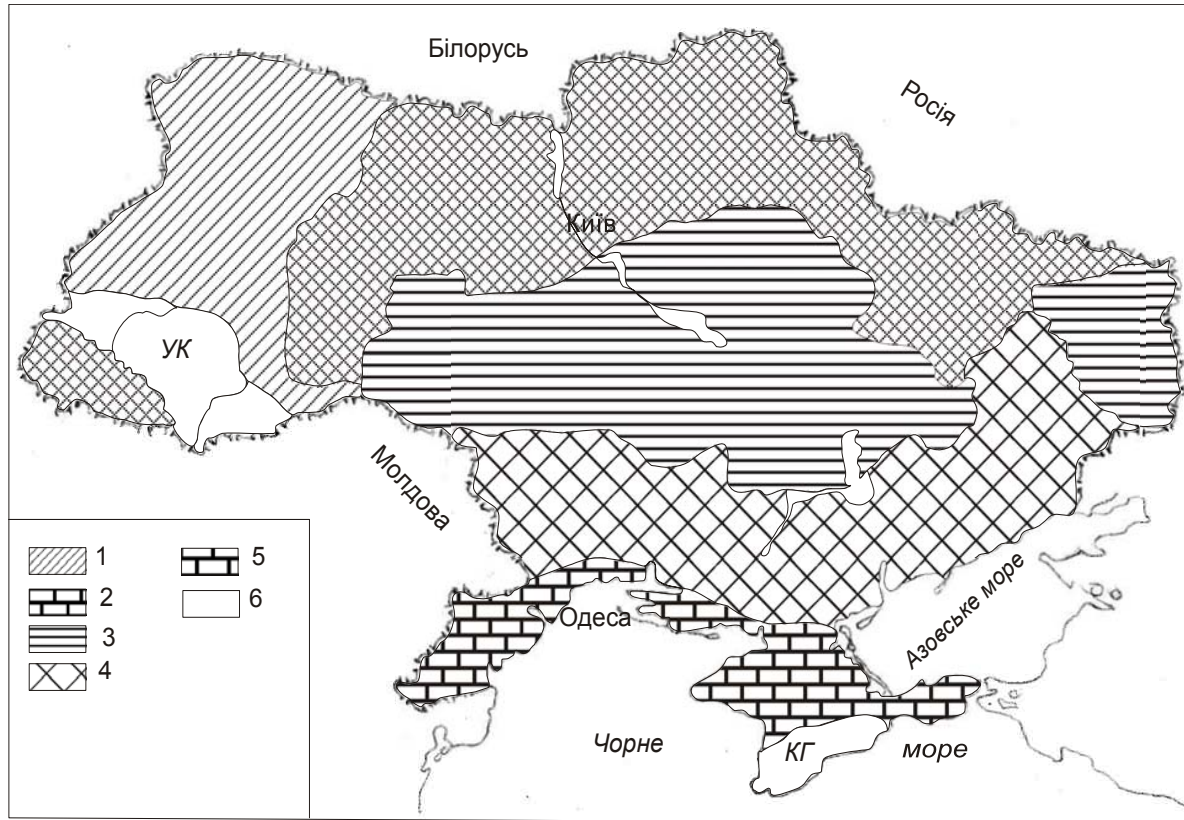


Рис. 1 – Карта – схема розподілу врожаїв томатів (ц/га) у виробництві по території України. 1) 40-70; 2) 71 – 100; 3) 101 – 130; 4) 131 – 160; 5) 161 – 190; 6) Гірські райони.

Оптимальною температурою називається температура, за якої спостерігається найбільша продуктивність культури. Вона змінюється в онтогенезі рослин і характеризує пристосованість рослин до умов навколишнього середовища.

Томати серед овочевих відрізняються більшою посухостійкістю, але оптимальне зволоження забезпечує формування високого врожаю. Воно повинно бути не нижче 70 % *НВ*. Найбільшу потребу у волозі томати проявляють після зав'язування плодів.

Характеристика температурного та водного режимів формування врожаїв томатів наводиться в табл. 2.

Температурний режим характеризується значеннями температурного оптимуму та середньої за декаду температури повітря. Як видно із (табл. 2), нижня межа температурного оптимуму на початку вегетації томатів зростає від 15,3 °С в Лісовій зоні до 17,4 °С в зоні Південного Степу. В період масового розвитку рослинної маси вона змінюється від 19,6 °С в Лісовій зоні до 22,6 °С в зоні Південного Степу. Різниця між нижньою та верхньою межею температурного оптимуму для усіх зон становить 5 °С.

Середня за декаду температура повітря поступово підвищується від початку вегетаційного періоду до сьомої декади вегетації, потім іде поступове зниження до кінця вегетації. Рівні середньої температури впродовж вегетаційного періоду різні по агрокліматичних зонах. Найменші значення спостерігаються в Лісовій зоні, і поступово зростаючи досягають найвищих значень в Південному Степу.

Співставлення *TOP1* та *TOP2* із середньою за декаду температурою повітря показує, що починаючи з другої декади вегетації, значення середньої за декаду температури повітря входить в межі температурного оптимуму і виходить з нього тільки після десятої декади вегетації, в середині періоду технічної стиглості плодів в Лісовій та в Лісостеповій зоні. В зонах Північного та Південного Степу значення середньої температури впродовж вегетаційного періоду не виходить за межі температурного оптимуму. Це свідчить про те, що в цих зонах вимоги томатів до термічного режиму співпадають з теплозабезпеченістю зон.

Характеристика режиму зволоження проводилась за значеннями сумарного випаровування з полів томатів, випаровуваності та їх відношення.

Після висаджування розсади, поки йде її приживання, сумарне випаровування (табл. 2) змінюється, поступово зростаючи, від 22 мм в Лісовій зоні до 40 мм в зоні Південного Степу. Впродовж вегетаційного періоду томатів внаслідок розвитку рослин і підвищення температурного режиму сумарне випаровування збільшується до 52 мм. Але вже з другої декади, коли починається розвиток рослин і підвищується температура повітря, сумарне випаровування збільшується до 34 мм в Лісовій зоні та до 50 мм в зоні Південного Степу з п'ятої по восьму декади вегетації. Після настання бланжової стиглості сумарне випаровування поступово зменшується в усіх зонах і наприкінці вегетації становить 19 мм – 21 мм.

Відношення E_f/E_o мають досить високі значення 0,83 – 0,95 відн.од. майже впродовж всього вегетаційного періоду. І тільки в зоні Південного Степу, починаючи з восьмої декади вегетації зменшується до 0,50 відн. од.

Інтегральною характеристикою водно-теплого режиму району вирощування є метеорологічно можлива врожайність (*ММВ*). Як видно із табл. 1, в першу декаду після висаджування розсади приріст *ММВ* в Лісовій зоні становить 144 г/м², потім поступово підвищується, досягаючи максимального значення в фазу бланжової стиглості 267 г/м². Після цього прирости *ММВ* впродовж трьох декад зменшуються до кінця вегетаційного періоду. Динаміка приростів *ММВ* в інших зонах така ж, але числові значення поступово підвищуються від зони до зони, в Південному Степу вони найбільші і

становлять від 330 г/м² на початку вегетації до 390 г/м² в період найбільшого приросту рослинної маси, тобто з четвертої по дев'яту декади вегетації.

Прирости сухої маси ДВУ томатів в першій агрокліматичній зоні коливались від 59 до 152 г/м². На початку вегетації вони становили 82 г/м², поступово підвищуючись, досягли максимального значення 152 г/м² у фазу настання бланжової стиглості.

Таблиця 2 – Волого-температурні показники формування приростів різних категорій врожаїв томатів по агрокліматичних зонах України

Декади вегетації	Температура повітря, °С			Ef	Eo	Ef/Eo	Урожайність, г/м ²		
	середня	ТОР1	ТОР2				ММВ	ДМВ	УВ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Лісова зона									
1	15,8	15,3	22,3	22,0	27,0	0,83	143,5	81,7	46,8
2	16,5	16,7	23,6	34	36	0,95	209	119,6	67,5
3	17,2	17,7	24,6	36	37	0,96	224	127,4	73
4	17,9	18,6	25,5	33	37	0,87	233	133,6	75
5	18,6	19,3	26,1	32	37	0,86	244,0	139	78
6	19,5	19,6	26,3	31	37	0,85	250,5	142,2	80
7	20,3	19,6	26,3	33	40	0,83	267,2	152,4	85,7
8	19,8	19,2	26,4	29	35	0,83	221,2	126,5	71
9	19,8	18,4	25,4	29	34	0,87	199,6	113,7	64
10	18	17,3	24,6	34	37	0,92	197	112	63
11	16,6	16,2	23,6	25	29	0,88	130,6	74,5	41
12	15,4	15	22,5	20	23	0,87	104,4	59,5	33,7
Лісостепова зона									
1	15,2	17,1	24,3	23,6	29,7	0,8	68,4	54,7	30,8
2	16,8	18,4	25,4	39,1	45,3	0,86	123,5	98,6	55,5
3	17,2	19,5	26,4	43,6	47,3	0,92	143	114,4	64,33
4	18	20,4	27,2	42,5	48,3	0,88	155,7	124,6	70
5	19,6	21,1	27,8	40,3	48,3	0,83	176,0	140,8	79,2
6	20,4	21,5	28,3	41,1	48,8	0,84	176,5	141,2	79,4
7	20,8	21,6	28,4	45,4	53,6	0,85	194,2	155,4	97,4
8	20,9	21	28,2	41,2	48,8	0,85	169,2	135,5	76,2
9	19,6	20,1	27,8	40,8	47,3	0,86	149,6	119,7	67,3
10	18,4	19,2	27,1	40,5	48,8	0,83	130,9	104	58,5
11	17	18,1	26,3	30,7	39,5	0,78	95,6	76,5	43
12	15,9	17	25,4	25,5	34,1	0,75	77,1	61,7	34,7
Північний Степ									
1	17,2	17,7	24,8	38,6	50,7	0,76	203,4	126,7	70,8
2	18,3	18,9	25,9	41,1	53,3	0,76	216,5	134,6	75,5
3	19,4	20,5	26,9	45,6	57,3	0,79	232	143,4	80,33
4	20,6	20,9	27,7	47,5	60,3	0,88	255,7	154,6	88,0
5	21,4	21,5	28,2	47,3	63,3	0,78	252,0	156,8	88,2
6	21,4	21,6	28,4	50,1	69,8	0,72	270,5	167,2	94,4
7	21,8	21,4	28,4	46,4	63,6	0,73	220,2	135,4	76,4
8	20,3	21	28,2	50,2	63,8	0,78	209,2	129,5	73,2
9	19,6	20,1	27,8	42,8	60,3	0,70	205,6	128,7	71,3
10	18,4	19,2	27,5	40,5	50,8	0,80	130,6	81,7	45,3
11	16,6	18,3	27,1	34,7	40,5	0,85	115,6	66,5	41,3
12	15,9	18	26,2	30,5	34,1	0,88	91,6	56,7	34,7
13	14,4	17,3	24,4	24,4	30,7	0,80	40,7	25,2	14,8
Південний Степ									
1	16,2	16,7	23,8	8,6	9,9	0,86	86,4	54,7	30,8
2	17,3	17,9	24,9	40,8	41,3	0,96	339,5	213,6	120,5

Продовження табл. 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	19,4	18,9	25,9	42,6	42,8	0,99	341,2	214,4	120,33
4	20,6	19,9	26,7	44,9	46,8	0,95	346,7	218,6	122,7
5	21,0	20,7	27,4	48,3	52,2	0,98	346,4	218,8	122,7
6	21,9	21,3	28,0	53,6	59,8	0,89	374,5	235,2	132,4
7	22,8	21,6	28,4	55,4	64,8	0,85	370,2	235,4	131,4
8	23,3	21,4	28,4	58,4	71,8	0,81	393,2	247,5	139,2
9	22,9	20,9	28,2	47,8	59,3	0,79	324,6	204,7	114,3
10	22,1	20,2	27,8	40,8	53,8	0,77	303,4	191,7	107,3
11	20,6	19,9	27,2	41,7	51,5	0,80	302,3	190,4	107,1
12	18,7	19,4	26,5	31,5	40,1	0,78	206,9	130,4	73,3
13	17,1	18,3	25,6	21,2	40,7	0,52	179,6	112,8	63,5
14	15,4	17,5	24,9	12,6	26,3	0,50	147,5	92,9	52,2

Після бланжової стиглості прирости поволі зменшувались і наприкінці вегетації становили 59 – 74 г/м².

Прирости *УВ* були значно нижчими і в першу декаду вегетації становили 46 г/м². Потім підвищувались до сьомої декади вегетації, досягли максимальної позначки 86 г/м². Після цього прирости *УВ* поволі зменшувались і в останню декаду вегетації становили 33 г/м².

В Лісостеповій зоні прирости *ММВ*, *ДМВ*, та *УВ* на початку вегетації становили 133, 107 та 60 г/м² відповідно. Починаючи з другої декади, вони зростали, в середині періоду зелена – бланжова стиглість досягли максимальних значень 240, 192 та 108 г/м² відповідно. Після цього прирости почали поступово зменшуватись і наприкінці вегетації відповідно становили 87, 70, 39 г/м².

В зоні північного Степу динаміка приростів *ДМВ* по території зони коливається в межах 96 – 106 г/м² в перші декади вегетації до 180 – 192 г/м² в період максимального розвитку рослин від зеленої до бланжової стиглості. Наприкінці вегетації прирости *ДМВ* зменшуються до 23 – 39 г/м².

Прирости *УВ* на початку вегетації становлять близько 82 г/м², потім зростають та в період від зеленої до бланжової стиглості досягають максимальних значень 98 – 104 г/м². Після фази повної стиглості прирости *УВ* різко зменшуються і наприкінці вегетації становлять 39 г/м².

В зоні Південного Степу хід приростів *ММВ* починається з відмітки 351 г/м², різко підвищується до 540 г/м² в наступні дві декади. Потім в період утворення плодів прирости дещо зменшуються до 275 г/м², після першого масового збору плодів знову збільшуються впродовж 3 декад до 308 г/м².

Значення приростів *ДМВ* на 120 – 200 г/м² нижче *ММВ*, а значення *УВ* нижче *ДМВ* на 100 – 150 г/м². Таке співвідношення між різними рівнями врожаїв томатів спостерігається впродовж всього вегетаційного періоду. Наприкінці вегетації різниця між *ДМВ* та *УВ* становить 20 г/м².

В табл. 3 наводяться узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування томатів середньостиглих сортів в різних агрокліматичних зонах України. Узагальнені характеристики розраховані для кожної із областей зони.

В залежності від агрокліматичних зон сума температур змінюється від 1300° С в Лісовій зоні до 3000 - 3500° С в Південному Степу. Сума *ФАР* за вегетаційний період змінюється від 990 МДж/м² в Лісовій зоні до 1750 МДж/м² в областях Південного Степу. Тривалість вегетаційного періоду коливається від 90 днів для ранньостиглих сортів до 130 – 150 днів для пізньостиглих. Потреба рослин у воді теж зростає з північного заходу на південний схід. В лісовій та лісостеповій зоні томати забезпечені

вологою за рахунок опадів, що випадають впродовж вегетаційного періоду, і тому зрошення в цих районах проводиться тільки під час висаджування розсади. В літні місяці (липень, серпень) в деякі роки відсутність опадів зменшує врожаї томатів.

Оцінки ступеня сприятливості кліматичних умов території України для вирощування томатів дуже неоднорідні. Так, ці оцінки найвищі у північних областях України і становлять 0,981 – 0,999 відн. од. Поступово оцінки знижуються і в областях Лісостепової зони вони коливаються в межах 0,961 – 0,980 відн. од. Найнижчі оцінки сприятливості кліматичних умов для вирощування томатів спостерігаються в областях Південного Степу і становлять від 0,940 до 0,960 відн. од.

Розподіл оцінок рівня використання агрокліматичних ресурсів K_e при вирощуванні томатів теж неоднорідний по зонах. Найвищі значення цих оцінок спостерігаються в центральних областях України – більше 0,380 відн. од. Рівень K_e зростає в Дніпропетровській, Полтавській та Харківській областях і становить 0,340 – 0,370 відн. од. Найнижчі значення K_e в північно-західних областях – 0,251 – 0,270 відн.од.

Таблиця 3 – Узагальнені характеристики агрокліматичних умов вирощування томатів по території України

Загальні показники за період розвитку	Агрокліматичні зони України			
	Лісова	Лісостепова	Північний Степ	Південний Степ
Суми активних температур вище 10°C, °C	1250	1350	1600 -1900	1901-3200
Сума ΦAP , МДж/м ²	990	1290	1590	1750
Тривалість вегетаційного періоду, дні	75	85	135	156
Сума опадів, мм	183	205	186	216
Потреба рослин у воді, мм	295	320	525	692
Сумарне випаровування, мм	290	310	478	632
ГТК, відн.од.	1,46	1,26	1,00	0,60
Оцінка ступеня сприятливості кліматичних ресурсів, K_m	0,969	0,946	0,915	0,961
Оцінка ефективності використання кліматичних ресурсів, K_e	0,562	0,456	0,456	0,348
<i>ПВ</i> плодів, ц/га	268	297	307	508
<i>ММВ</i> плодів, ц/га	261	245	271	256
<i>ДМВ</i> плодів, ц/га	210	208	286	416
<i>УВ</i> плодів, ц/га	101	111	132	162

Розподіл потенційного врожаю плодів томатів по Україні досить неоднорідний. Найменші *ПВ* 150 – 200 ц/га томатів можна одержати у Івано-Франківській, Тернопільській та Хмельницькій областях. У Рівненській, Житомирській областях Лісової зони та в Сумській, Харківській областях Лісостепової зони вони становлять 201 – 250 ц/га. У Волинській, Київській, Чернігівській областях Лісової зони та в Вінницькій, Чернівецькій, Полтавській областях Лісостепової зони, а в Луганській області Степової зони *ПВ* вищі і складають від 211 до 300 ц/га. В Черкаській, Кіровоградській та Дніпропетровській областях *ПВ* підвищуються до 301 – 350 ц/га. В Донецькій області та північних районах Одеської, Миколаївської та Запорізької

областей *ПВ* зростає до 351 – 400 ц/га. На решті території Запорізької, Миколаївської областей, в Херсонській області, в центральних районах Одеської області *ПВ* томатів становлять 401 – 450 ц/га. В південних районах Одеської області та в АР Крим *ПВ* найвищі і становлять 451 – 500 ц/га.

Рівні *ММВ* плодів томатів по території України мають розподіл подібний до розподілу *ПВ* Найвищі рівні *ММВ* на півдні Одеської області та АР Крим – вище 500 ц/га. В центральних районах Одеської, Миколаївської областей та в Херсонській і Запорізькій областях вони змінюються із заходу на схід і коливаються від 430 до 405 ц/га. В центральних областях України, окрім Вінницької, *ММВ* томатів становить 310 – 320 ц/га.

Найнижчі значення *ММВ* спостерігаються в західних областях Лісової зони та східних областях Лісостепової зони – 172 – 176 ц/га.

Розподіл рівнів *ДМВ* томатів по території України має більшу однорідність. Найнижчі рівні *ДМВ* відзначаються в західних та північно – західних областях – до 106 ц/га. Дещо вищі вони в Сумській та Харківській областях і становлять 122 ц/га. В Житомирській, Київській та Хмельницькій областях рівні *ДМВ* коливаються від 112 ц/га до 130 ц/га. В центральних областях України (Вінницька, Полтавська, Дніпропетровська області) *ДМВ* томатів коливаються від 171 до 195 ц/га. В Черкаській, Кіровоградській, Запорозькій областях *ДМВ* сягає 230 – 249 ц/га. В південних областях рівні *ДМВ* становлять від 263 ц/га до 320 ц/га.

Розподіл урожайності плодів томатів у виробництві (*УВ*) по Україні (рис. 1) відзначається ще більшою однорідністю, ніж *ДМВ*. Як видно із рис.1, найнижчі врожаї у виробництві одержують в західних і північно-західних областях Лісової зони від 56 до 70 ц/га. В північних областях *УВ* дещо вищі і коливаються від 73 до 83 ц/га. Однакові рівні *УВ* в центральних областях України – від 110 до 130 ц/га. На сході Північного степу рівні *УВ* досягають 155 ц/га. Найвищі рівні *УВ* в південних областях та АР Крим – більше 161 ц/га.

Висновки. Таким чином, розрахунки, виконані на основі багаторічних спостережень за умовами розвитку та формування врожаїв томатів, дозволили дати оцінку природно - кліматичних ресурсів України стосовно вирощування томатів різних сортів скоростиглості. Визначені рівні агроекологічних категорій врожайності, які характеризують ці ресурси. Одержані комплексні показники оцінки ступеня сприятливості агрокліматичних ресурсів та ступеня ефективності їх використання при вирощуванні томатів.

Список літератури

1. Ершова В.Л. Возделывание томатов в открытом грунте. – Кишинев.: Изд. «Штиница». 1978. – 280 с.
2. Брежнев Д.Д. Томаты. – Л.: Изд. Колос.1964. – 319 с.
3. Божко Л.Е. Агрометеорологические условия и продуктивность овощных культур в Украине //Украинский гидрометеорологический журнал, 2006. – № 1, – С. 119 – 127.
4. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеоздат, 1988. – 320 с.
5. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеоздат, 1983. - 175 с.
6. Тооминг Х.Г. Солнечная радиация и формирование урожая. – Л.: Гидрометеоздат, 1977. – 200 с.
7. Тооминг Х.Х. Экологические принципы максимальной продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеоздат, 1984. – 264 с.
8. Liebig J. Chemistry in ist Applikation to Agriculture and Physiolygy. – London: Taylor and Walton, 1840.

Кліматические условия выращивания томатов в Украине. Божко Л.Е., Барсукова Е.А., Ярмольская Е.Е.

С помощью математической модели выполнена оценка агроклиматических ресурсов продуктивности территории Украины применительно к выращиванию томатов. Выполнен анализ водно-теплового режима посевов томатов и приростов разных экологических категорий их урожайности.

Ключевые слова: математическая модель, агроклиматические ресурсы, томаты, категории урожайности, оценка.

Climatic conditions cultivation of tomatoes in Ukraine. Bozhko L.E., Barsukova E.A., Yarmolskaya E.E.

Using mathematical model, the estimation of the productivity of agro-climatic resources in Ukraine in relation to the cultivation of tomatoes has been performed. The analysis of the hydrothermal regime of crops of tomatoes and of the increments of different ecological types of yields has been performed.

Keywords: mathematical model, agro-climatic resources, tomatoes, categories of yield, estimation.