

Полтавська державна аграрна академія

**СТІЙКИЙ РОЗВИТОК СІЛЬСЬКИХ
ТЕРИТОРІЙ У КОНТЕКСТІ РЕАЛІЗАЦІЇ
ДЕРЖАВНОЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ ПОЛІТИКИ
ТА ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ**

Колективна монографія

Полтава – 2021

строку сівби можна розглядати як беззатратний і екологічно безпечний агротехнічний захід захисту посівів пшениці озимої.

1.2. Вплив кліматичних змін на перспективи вирощування енергетичних плантацій тополі в Лісостепу України

*Вольвач О. В., Колосовська В. В., Скуртул К. В.
Одеський державний екологічний університет*

Протягом останніх десятиліть світова енергетична політика зазнала суттєвих змін. Якщо раніше безперечна перевага надавалася викопному паливу, то тепер з'явилася тенденція до вирівнювання можливостей розвитку всіх видів виробництва енергії і джерел постачання палива. На сьогоднішній день багато європейських країн мають потребу в альтернативних джерелах енергії, щоб зменшити споживання невідновлюваних видів палива і покладатися в основному на поновлювані джерела енергії. Серед них біомаса, як постійно поновлюване джерело палива, займає значне місце.

Біоенергетика – фундаментальний і прикладний напрям науки, який виник на межі сучасних біотехнологій, хімічної технології та енергетики. Біоенергетика вивчає та розробляє шляхи біологічної конверсії сонячної енергії в паливо і біомасу, а також біологічну та термохімічну трансформацію останньої в паливо і енергію.

Енергетичні культури [21 , 22] – це рослини, які спеціально вирощуються для використання безпосередньо в якості палива або для виробництва біопалива. Популярність енергетичних культур в значній мірі обумовлюється тим, що вони надзвичайно швидко ростуть. Після посадки, їх можна збирати вже через 1–3 роки, а після збору врожаю вони повторно вступають в період вегетації дуже швидко – таким чином будучи безперервним поновлюваним джерелом енергії.

Популярними енергетичними культурами в Європі є тополя і верба, які використовуються для виробництва теплової та електричної енергії, виробництва твердих біопалив або отримання рідких біопалив 2-го покоління. За здатністю до швидкого зростання серед енергетичних

²¹ Железная Т. А., Морозова А. В. Энергетические культуры как эффективный источник возобновляемой энергии. *Промышленная теплотехника*. 2008. № 3. Т. 30. С. 60–67.

²² *Вирощування біоенергетичних культур* / Б. М. Радейко, Я. Д. Фучило, В. М. Сінченко, О. М. Ганженко та ін.; за заг. ред. М. Я. Гументика. Київ : ТОВ «ЦП «Компринт», 2018. 179 с.

культур тополі є піонерськими деревами [21, 23].

Енергетична тополя вирощується у таких країнах Європи, як Австрія, Бельгія, Великобританія, Німеччина, Данія, Ірландія, Італія, Швеція, Угорщина. Досвід цих країн підтверджує, що вирішення проблеми енергозабезпечення можливе за максимального використання власних, місцевих поновлюваних енергетичних ресурсів та альтернативних джерел енергії паралельно з ефективним споживанням імпортованої енергії [24].

У Німеччині, Великобританії, Швеції та інших країнах Європи вже більш як 10 років біомасу тополь використовують для виготовлення біоетанолу та у вигляді пелетів для опалення будинків [25]. В Угорщині тополя вважається основною культурою для плантаційних посадок (в державному реєстрі деревних культур знаходиться під номером 22) [26].

В Україні вирощування енергетичних культур знаходиться на дослідницькій стадії. Але, згідно з енергетичною політикою ЄС останнім часом вирощування та використання деревної сировини як одного з найдоступніших відновлювальних джерел отримання енергії набуває актуальності в енергетичній сфері України.

Сучасні літературні джерела стосуються вимог тополі до тепла [24], вологи [26] та ґрунтів [27], рекомендацій щодо створення енергоплантацій [27] та агротехніки [28], а також особливостей вирощування культури в різних агрокліматичних зонах України: Поліссі [29], Лісостепу [30] та Степу [31].

Не зважаючи на таке широке коло вивчених питань, відомості стосовно впливу майбутніх змін клімату на умови вирощування і продуктивність культури у вітчизняній літературі за теперішнього часу практично відсутні. Тому метою виконаного дослідження є вивчення впливу агрокліматичних

²³ Купцов Н. С., Попов Е. Г. *Энергоплантации* : справочное пособие по использованию энергетических растений. Минск : «Конфидо», 2015. 128 с.

²⁴ Андрійчук В. Г. Енергобезпека: енергозбереження і напрями диверсифікації енергопостачання (у контексті перспективи взаємодії України та Польщі). *Економічний часопис – XXI*. 2007. № 7–8. URL : <http://soskin.info/ea/2007/7-8/200703.html>, ISSN 1728-6239 (дата звернення: 20.04.2021 р).

²⁵ Энергетические древесные культуры: ива и тополь. URL : <https://bio.ukr.bio/ru/articles/8778/> (дата звернення: 13.12.2020 р).

²⁶ Вагвелди А., Фехер Ш., Хорват Б., Коман С. и др. *Выращивание и эксплуатация лесных плантаций* : монография / под ред. Р. Неймет. Sopron : University of West Hungary Press, 2016. 134 с.

²⁷ Цивенкова Н. М., Самылин А. А. Быстрорастущие плантации тополя – новая энергетическая сырьевая база. *Леспроектинформ*. 2005. № 8 (30). С. 58–63.

²⁸ Царев А. П., Царев В. А. Биомасса тополей подрода *Europulus dode* для производства биоэнергии. *Лесной вестник*. 2015. Вып. 6. С. 57–62.

²⁹ Фучило Я. Д., Літвін В. М., Сбитна М. В. Біологічні, екологічні та технологічні аспекти плантаційного вирощування тополі в умовах Київського Полісся. Київ : Логос, 2012. 214 с.

³⁰ Фучило Я. Д., Сбитна М. В., Гайда Ю. І., Козацька Н. Я. Ріст і продуктивність плантацій гібридних тополь в умовах Західного Лісостепу України. *Науковий вісник НЛТУ України*. 2017. № 9. т. 27. С. 43–47. doi: 10.15421/40270909

³¹ Фучило Я. Д., Сбитна М. В., Фучило О. Я., Літвін В. М. Досвід та перспективи вирощування тополі (*Populus* sp. L.) в Південному Степу України. *Наукові праці Лісової академії наук України*. 2009. Вип. 7. С. 66–69.

умов на формування продуктивності енергоплантацій тополі в Лісостепу України (на прикладі Вінницької області) та визначення впливу можливих змін клімату на майбутні урожаї культури.

Дослідження впливу змін клімату на режим агроекологічних показників розвитку і формування продуктивності тополі виконувалося шляхом порівняння їх фактичних значень за базових умов (1980–2010 рр.) та розрахованих за умов змін клімату за двома кліматичними сценаріями за період з 2021 по 2050 рр.

Модель, за якою виконувались розрахунки, заснована на концепції максимальної продуктивності рослин Х. Г. Тоомінга [32] та запропонована в агрометеорології А. М. Польовим [33]. Вона має блочну структуру і містить такі блоки):

- блок вхідної інформації;
- блок показників сонячної радіації і волого-температурного режиму;
- блок функцій впливу фази розвитку і метеорологічних факторів на продукційний процес рослин;
- блок родючості ґрунту;
- блок агроекологічних категорій урожайності;
- блок узагальнюючих оцінюючих характеристик.

Основним у моделі є блок формування агроекологічних категорій урожайності. Розглядалися такі агроекологічні категорії урожайності: потенційна урожайність (ПУ), яка за умов оптимальної забезпеченості рослин теплом, вологою та мінеральним живленням визначається лише надходженням сонячної радіації; метеорологічно можлива урожайність (ММУ), яка забезпечується температурним режимом та режимом зволоження досліджуваної території; дійсно можлива урожайність (ДМУ), що забезпечується природною родючістю ґрунту. Останньою агроекологічною категорією є господарська урожайність або урожайність у виробництві (УВ). Рівень господарської урожайності загальної біомаси обмежується реально існуючим рівнем культури землеробства й ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив.

Потенційна урожайність (ПУ) теоретично може бути отримана на високородючих ґрунтах, за оптимального рівня агротехніки та ідеальних погодних умов. Прирости ПУ загальної біомаси за декаду визначається в

³² Тооминг Х. Г. *Экологические принципы максимальной продуктивности посевов*. Ленинград : Гидрометеоиздат, 1986. 264 с.

³³ Полевой А. Н. Базовая модель оценки агроклиматических ресурсов формирования продуктивности сельскохозяйственных культур. *Метеорология, климатология и гидрология*. 2004. № 48. С. 195–211.

залежності від інтенсивності фотосинтетично активної радіації (ФАР) і біологічних особливостей культури з врахуванням впливу на інтенсивність фотосинтезу посадок віку рослин

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

де $\frac{\Delta ПУ}{\Delta t}$ – приріст потенційної урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²; α_ϕ – онтогенетична крива фотосинтезу, відн. од.; η – КПД посівів, відн. од.; $Q_{\text{фар}}$ – середньодекадна за добу сума ФАР, кал/см² доба; q – калорійність.

Метеорологічно можлива урожайність (ММУ) – це максимальна урожайність, яка досягається в конкретних погодних умовах на високородючих ґрунтах за оптимального рівня складових технологій вирощування. Приріст ММУ визначається в залежності від ПУ за рівнянням:

$$\frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ПУ^j}{\Delta t} \cdot FTW_2, \quad (2)$$

де $\frac{\Delta ММУ}{\Delta t}$ – приріст метеорологічно-можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²; FTW_2 – узагальнена функція впливу волого-температурного режиму, відн. од.

Дійсно-можлива урожайність (ДМУ) – це урожайність, яка може бути досягнута на конкретному полі в конкретних погодних умовах з врахуванням реальної родючості ґрунту:

$$\frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ММУ^j}{\Delta t} B_{nl} F_{Gum}, \quad (3)$$

де $\frac{\Delta ДМУ}{\Delta t}$ – приріст дійсно можливої урожайності загальної біомаси за декаду, г/м²; B_{nl} – бал ґрунтового бонітету, відн. од. F_{Gum} – функція впливу вмісту гумусу у ґрунті на формування урожаю, відн. од.

Рівень господарської урожайності загальної біомаси обмежується реально існуючим рівнем культури землеробства й ефективністю внесених мінеральних і органічних добрив:

$$\frac{\Delta УВ^j}{\Delta t} = \frac{\Delta ДМУ^j}{\Delta t} k_{\text{земл}} FWM_{ef}^j, \quad (4)$$

де $\frac{\Delta UB}{\Delta t}$ – приріст урожайності загальної біомаси у виробництві,

г/м²; $k_{земл}$ – коефіцієнт, що характеризує рівень культури землеробства і господарської діяльності, відн. од.; FWM_{ef} – функція ефективності внесення органічних і мінеральних добрив в залежності від умов вологозабезпеченості декад вегетації, відн. од.

Аналіз різноманітних агроекологічних категорій врожайності (*ПУ*, *ММУ*, *ДМУ*, *УВ*), а також їхніх співвідношень і відмінностей дозволяє судити про природні й антропогенні ресурси сільського господарства, а також про ефективність господарського використання цих ресурсів стосовно вирощування сільськогосподарських культур.

На сьогоднішній день зміна клімату є загальноприйнятим фактом. За даними науковців в період 1981–2010 рр. середньорічна поверхнева глобальна температура становила 14 °С [34]. Дані палеокліматологів та систематичних спостережень всесвітньої гідрометеорологічної мережі вказують на те, що величина глобальної температури не є незмінною величиною. Вона змінювалась як в історичному масштабі, так і в сучасний період. Наприклад, в період 1880–2012 р. температура виросла на 0,85 °С [35].

В оціночній доповіді Н. Стерна [36] наводяться приклади можливого впливу змін клімату на різні галузі економіки та життя людей в залежності від зростання середньої глобальної температури в масштабі ХХІ–ХХІІ століть. Вплив зміни клімату на сільське господарство нашої країни може відбуватися за двома сценаріями: аридним і гумідним.

У першому випадку очікується падіння урожайності зернових і кормових культур по всій території степової та лісостепової зон. До середини ХХІ ст. підвищення посушливості стане головним ефектом в найбільш родючих районах, доведеться проводити іригацію і переходити на вирощування більш посухостійких культур. При гумідному (вологодному) потеплінні до середини ХХІ ст. очікується збільшення урожайності, після чого відбудеться падіння.

У даній роботі для визначення впливу змін клімату на умови вирощування енергоплантацій тополі використовуються три з набору сценаріїв Репрезентативних траєкторій концентрацій (Representative

³⁴ Jones P. D., Harpham C. Estimation of the absolute surface air temperature of the Earth. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*. 2013. Vol. 118. P. 3213–3217. doi: 10.1002/jgrd.50359

³⁵ Семенов С. М., Говор І. Л., Уварова Н. Е. *Роль метана в сучасному зміні клімату*. Москва, 2018. 106 с.

³⁶ Кокорин А. О., Кураев С. Н., Юлкін М. А. *Обзор доклада Николаса Стерна «Экономика изменения климата»*; изд. 2-ое, доп. и перераб. WWF, Strategic Programme Fund (SPF). Москва : WWF России, 2009. 60 с.

Concentration Pathways – RCP). Репрезентативні траєкторії концентрацій – сценарії, які включають часові ряди викидів і концентрацій всього набору парникових газів, аерозолів і хімічно активних газів [37]. Ми розглядали два сценарії: стабілізації (RCP4.5) і сценарій з дуже високими рівнями викидів парникових газів (RCP8.5) [38].

Оскільки відомості щодо вимог деревних енергокультур до агрометеорологічних умов у літературі, особливо стосовно території України, з'явилися у літературних джерелах досить недавно, для виконання розрахунків у роботі ми приймаємо, що найбільш активно весняні процеси відбуваються у тополі з переходом температури повітря через 10 °С. Кінець вегетації, тобто закінчення активного приросту біомаси нами був прийнятий у відповідності до дати переходу температури повітря через 10 °С восени.

У табл. 1 представлені основні агрокліматичні показники вегетаційного періоду тополі для території Лісостепу України. Дослідження впливу змін клімату на агрокліматичні умови вирощування проводилися шляхом порівняння показників за базових умов (період 1986–2005 рр.) та за умов реалізації сценаріїв зміни клімату родини RCP на період 2021–2050 рр.

1. Сценарні агрокліматичні умови вегетаційного періоду тополі у Лісостепу в порівнянні з базовими умовами

Період, сценарій	Дата відновл. вегетації	Середня т-ра, °С	Сума опадів, мм	Еф, мм	Ео, мм	Еф/Ео, %	ГТК, відн. од.	Сума ФАР, кДж/см ²
Базовий	22.04	16,7	394	400	557	70	1,39	152
RCP4.5	29.04	15,8	285	317	474	64	1,16	153
Різниця	7	-0,9	-109	-83	-83	-6	-0,23	1
Різниця, %		5	-28	-21	-15			1
RCP8.5	24.04	15,8	323	348	499	70	1,25	164
Різниця	2	-0,9	-71	-52	-58	0	-0,14	12
Різниця, %		5	-18	-13	-10			8

Джерело: авторські дослідження.

Відновлення вегетації плантацій тополі на території Лісостепу відбувається за базовими умовами 22 квітня. За умов реалізації сценарію зміни клімату RCP4.5 відновлення вегетації тополі у Лісостепу почнеться 29 квітня, тобто на тиждень пізніше ніж за базових умов. Закінчується вегетаційний період тополі за базових умов у другій

³⁷ Изменение климата. Физическая научная основа, резюме для политиков, техническое резюме и часто задаваемые вопросы ; под ред. Томаса Ф. Стоккера и др. МГЭИК, 2013. 204 с.

³⁸ Кліматичні ризики функціонування галузей економіки України в умовах зміни клімату : монографія / за ред. С. М. Степаненка, А. М. Польового. Одеса : ТЕС, 2018. 549 с.

половині першої декади жовтня (7 жовтня), а за умов реалізації сценарію – на початку цієї ж декади (3 жовтня), тобто за умов реалізації сценарію вегетаційний період тополі дещо скорочується (на одну декаду).

Середня температура вегетаційного періоду тополі за базових умов становить 16,7 °С, за сценарних – 15,8 °С, тобто на 0,9 °С вище. За весь вегетаційний період тополі базова сума опадів становить 394 мм, сценарне значення на 109 мм менше і становить 285 мм. У відсотковому відношенні це зменшення становитиме 28 %.

Базова величина сумарного випаровування (E_{ϕ}) плантацій тополі становить 400 мм, базове значення вологопотреби (E_o) становить 557 мм. За умов реалізації сценарію RCP4.5, завдяки зменшенню кількості опадів, фактичне вологоспоживання плантацій також зменшиться на 83 мм і становитиме 317 мм. Також за сценарних умов відбудеться і зменшення величини випаровуваності (E_o) до 474 мм. У порівнянні із базовим значенням це зменшення також становить 83 мм.

За сценарних умов зменшиться і сценарна величина вологозабезпеченості вегетаційного періоду. Вона становитиме 64 % проти 70 % базових. Також за рахунок сценарного зменшення кількості опадів зменшиться величина ГТК: з базової 1,39 до сценарної 1,16 відн. од. Прихід ФАР за вегетаційний період за базовими та сценарними даними практично не відрізняється.

Агрокліматичні показники вегетаційного періоду за умов реалізації сценарію RCP8.5 також представлені у табл. 1. Можна бачити, що за цим сценарієм початок вегетації енергоплантацій практично співпадає з базовою датою і очікується 24.04 (проти 22.04). Закінчення вегетаційного періоду за цим сценарієм очікується 5 жовтня, на 2 дні раніше базової дати. Таким чином, за умов реалізації сценарію RCP8.5 тривалість вегетаційного періоду тополі буде близькою до базової.

Середня температура вегетаційного періоду тополі становить за базовими умовами 16,7 °С, а за сценарними вона очікується усього на 0,9 °С нижче – 15,8 °С. Базова сума опадів становить 394 мм, тоді як сценарна – 323 мм. Таким чином, значення суми опадів протягом вегетації за обома варіантами відрізняються на 71 мм, що становить 18 %.

За сценарієм RCP8.5 величина E_{ϕ} за сценарними умовами зменшиться на 52 мм у порівнянні з базовою. Величина E_o протягом вегетації за рахунок невеликого зменшення температурного фону за умов сценарію RCP8.5 також дещо зменшиться і становитиме 499 мм проти базових 557 мм. Це зменшення становить 58 мм. Оскільки і випаровування (E_{ϕ}) і випаровуваність (E_o) у разі реалізації сценарію RCP8.5 змінюються

практично однаково, то показник вологозабезпеченості енергоплантацій тополі не зміниться і становитиме 70 %.

За сценарієм RCP8.5 дещо збільшиться посушливість протягом вегетаційного періоду. Величина сценарного ГТК становитиме 1,25 на відміну від базової 1,39. Значення сум ФАР у посадках тополі протягом вегетаційного періоду за базовими умовами становить 152 кДж/см², а за сценарними воно суттєво збільшиться і становитиме 164 кДж/см².

Основні показники фотосинтетичної продуктивності енергоплантацій тополі представлені у табл. 2. Як вже відзначалося, за умов реалізації сценарію RCP4.5 суми ФАР за сценарний період майже не перевищують базові. Тому можна бачити, що сценарне значення ПУ практично дорівнює базовому. Значення становлять відповідно 403 і 406 ц/га, різниця становить лише 3 ц/га.

2. Сценарні показники продуктивності енергоплантацій тополі у порівнянні з базовими умовами

Період, сценарій	Загальна суха маса, ц/га			Фотосинтетичний потенціал, м ² /м ² за період	Урожай при 20 % вологості, ц/га
	потенційного урожаю	метеорологічно можливого урожаю	дійсно можливого урожаю		
Базовий	403	210	145	509	122
RCP4.5	406	240	165	567	138
Різниця	3	30	20	58	16
Різниця, %	1	14	14	11	13
RCP8.5	435	253	175	587	146
Різниця	32	43	30	78	24
Різниця, %	8	20	20	15	20

Джерело: авторські дослідження.

Не дивлячись на те, що значення вологозабезпеченості вегетаційного періоду тополі за базових умов дещо більше, ніж за сценарієм RCP4.5, сценарна величина ММУ перевищує базову. Це можна пояснити тим, що тополя, як деревна рослина, розвиває дуже потужну і глибоко проникаючу у ґрунт кореневу систему. Тому зі зменшенням запасів продуктивної вологи, яке спричиняється зменшенням суми опадів за сценарний період, рослини тополі успішно справляються. А дещо менші температури протягом вегетаційного періоду за сценарними умовами сприяють накопиченню маси деревини. Як вже відмічалося, оптимальною температурою для зростання тополі є 14 °С. Тому умови, що очікуються за сценарієм RCP4.5 спричиняють зростання ММУ плантації до 240 ц/га, тобто на 30 ц/га більше за базове значення (210 ц/га).

Оскільки ДМУ визначається перш за все балом ґрунтового бонітету, а він і для базового і для сценарного варіанту нами був вибраний однаковий – 0,69, то величина сценарного ДМУ також буде перевищувати базове значення. Так, базовий ДМУ деревини становить 145 ц/га, а сценарний становитиме 165 ц/га, що на 20 ц/га більше.

Завдяки дещо більшій площі листя плантації сценарне значення фотосинтетичного потенціалу також буде більшим і становитиме 567 м²/м² за вегетаційний період проти базового значення 509 м²/м². Різниця становить 58 м²/м². Зміни показників фотосинтетичної продуктивності спричиняють зміну фактичного урожаю сухої біомаси деревини тополі. За базових умов він становить 122 ц/га, а за сценарних – 138 ц/га, що на 16 ц/га.

У цілому можна сказати, що, не дивлячись на деяке зменшення показника вологозабезпеченості посадок протягом вегетаційного періоду за умов реалізації сценарію RCP4.5, завдяки біологічним особливостям тополі очікується збільшення продуктивності енергоплантацій на території Лісостепу України.

Ми розглядали три агроекологічних категорії урожаїв і за умов реалізації сценарію RCP8.5. Основні показники фотосинтетичної продуктивності енергоплантацій тополі за сценарієм RCP8.5 також представлені у табл. 2.

Як вже відзначалося, суми ФАР за сценарний період у цьому випадку набагато перевищують базові. Тому можна бачити, що сценарне значення ПУ також вище за базове. Значення становлять відповідно 403 і 435 ц/га, різниця становить 32 ц/га.

За сценарієм RCP8.5 значення вологозабезпеченості вегетаційного періоду тополі таке ж, як і за базових умов, але у зв'язку з тим, що сценарні значення ПУ дещо більше ніж базові, сценарне значення ММУ і в цьому випадку перевищує базове. Умови, що очікуються за сценарієм RCP8.5, спричиняють зростання ММУ плантації до 253 ц/га, тобто на 43 ц/га більше за базове значення (210 ц/га).

Величина сценарного ДМУ також буде дещо перевищувати базове значення. Так, базовий ДМУ деревини становить 145 ц/га, а сценарний становитиме 175 ц/га, що на 30 ц/га більше.

Оскільки сценарне значення площі листя більше за базове, то й сценарний фотосинтетичний потенціал плантації тополі виявляється набагато більшим за базовий. Він становить 587 м²/м² за вегетаційний період проти базового значення 509 м²/м². Різниця становить 78 м²/м². Зміни показників фотосинтетичної продуктивності спричиняють зміну

фактичного урожаю сухої біомаси деревини тополі. За базових умов він становить 122 ц/га, а за сценарних – 146 ц/га. Таким чином, незважаючи на те, що сценарій RCP8.5 вважається найбільш «жорстким» із родини сценаріїв RCP, наші дослідження показали, що для посадок енергетичної тополі в Лісостепу України очікуються найсприятливіші умови саме за умов реалізації цього сценарію.

У цілому можна сказати, що за умов реалізації двох сценаріїв зміни клімату умови зростання енергетичної тополі суттєво в Лісостепу не зміняться, тож не слід очікувати суттєвого зменшення продуктивності плантацій. А з врахуванням того, що енергетична тополя уже з другого року вегетації формує потужну кореневу систему, що глибоко проникає у ґрунт, можна сподіватися, що невелике погіршення умов зволоження не вплине суттєво на урожайність.

Також слід пам'ятати, що при розробці сценаріїв зміни клімату фахівці враховують збільшення концентрації CO₂ в атмосфері, а саме вуглекислий газ, як відомо, є тою самою неорганічною речовиною, яку рослини (разом з водяною парою) використовують у процесі фотосинтезу при створенні органічної речовини. Ці обставини також можуть позитивно вплинути на формування майбутніх урожаїв.

1.3. Перспективи використання продуктів забою індиків в реструктурованих шинках

*Галенко О. О., Шаповалов В. Ю., Кравчук В. В., Медяник М. О.
Національний університет харчових технологій*

М'ясо індички – один з найцінніших видів м'яса, що є найважливішим джерелом повноцінного білка тваринного походження, ліпідів з високим рівнем поліненасичених жирних кислот. Воно має високі дієтичні властивості та смакові якості.

Продукти з м'ясом індички мають високу харчову цінність, що характеризує здатність забезпечувати потреби організму в білках, ліпідах, мінеральних речовинах і вітамінах. На відміну від свинини і яловичини, м'ясо індички має високий вміст повноцінних білків, тому що в ньому відносно мало сполучної тканини, вона менш груба, отже, менше неповноцінних білків (колагену та еластину) і легше піддається гідролізу при тепловій обробці. Низький вміст жиру в м'ясі індички, що локалізується у внутрішній порожнині тушки, кишечника, у шлунку й