

Keywords: simulation, grapes, variety, yield, temperature, rhythm, indexes, agrometeorological conditions, warm, normal and cool years.

Ляшенко Г.В., Соборова О.М. Моделирование формирования качества винограда технических сортов под влиянием агрометеорологических условий в Северном Причерноморье. Обосновывается актуальность исследований агрометеорологических условий формирования качества винограда технических сортов и описываются базовые характеристики: содержание сахара и концентрации титруемой кислоты в ягодах технических сортов Мускат одесский, Сухолиманский белый и Таировский черный по селекционному паспорту сорта. Рассматриваются подходы к оценке агрометеорологических условий накопления сахаров и концентрации титруемой кислоты как основы формирования качества виноградной продукции и дается краткая характеристика блока качества разработанной авторами агроэкологической модели. По результатам численного эксперимента формирования качества виноградной продукции для трех технических сортов с применением разработанной авторами агроэкологической модели исследуется динамика накопления сахара в ягодах винограда трех сортов на территории Северного Причерноморья (в Лесостепной зоне, Северостепной и Среднестепной подзонах Степной зоны Украины) для трех типов агрометеорологических условий – близким к многолетним, прохладным и теплым. Установлено, что как в теплые, так и прохладные годы, накопление сахара в ягодах и снижение кислоты зависит не столько от уровня температур, как от соотношения дневных и ночных температур. При этом выявлено, что такая закономерность сохраняется для всех сортов. Различия в накоплении сахара и снижения кислоты при росте соотношения $T_{дн}/T_{н}$ достигает 15-20%.

Полученные результаты исследований позволяют оценить влияние суточной ритмики температур на формирование качества урожая для указанных сортов винограда в Украине, а также возможность выполнения аналогичной характеристики для формирования качества урожая для других территорий и сортов винограда.

Ключевые слова: моделирование, виноград, сорт, урожай, температуры, ритмика, показатели, агрометеорологические условия, теплые, нормальные и прохладные годы.

Надійшла до редколегії 22.02.2017

УДК 551.583:633.4

Вольвач О. В.

*Одеський державний
екологічний університет*

ОЦІНКА ВПЛИВУ ЗМІН КЛІМАТУ НА ПРОДУКТИВНІСТЬ ЦУКРОВОГО БУРЯКУ В ЧЕРНІГІВСЬКОМУ ПОЛІССІ

Ключові слова: цукровий буряк, зміна клімату, фази розвитку, вегетаційний період, агрокліматичні умови, урожайність

Постановка проблеми. За своїм географічним положенням, структурою народного господарства, станом довкілля Україна є однією з країн, для яких соціально-економічні наслідки зміни клімату можуть бути незворотними. Тому важливою ланкою проблеми зміни глобального клімату є вирішення агрометеорологічної задачі – оцінки зміни агрокліматичних умов вирощування сільськогосподарських культур та впливу цих змін на їхню продуктивність.

Цукровий буряк - одна з основних технічних культур. При урожайності 400 ц/га він забезпечує вихід 50–55 ц цукру. За поживністю цукрові буряки значно перевищують кормові. Цукрові буряки є також цінним попередником для багатьох сільськогосподарських культур і підвищують загальну продуктивність польових сівозмін.

У теперішній час з врахуванням кліматичних умов та ґрунтового покриву розроблено інтенсивну технологію вирощування цукрового буряку в зоні Полісся України [1]. Ця технологія передбачає використання районуваних одностигмих гібридів з урожайністю 50-55 т/га, цукристістю 17-18% (Уладівський 35, Ювілейний, Ялтушковський 30, Верхнячський ЧМ 21, Білоцерковський 45).

Особливу актуальність набуває питання отримання сталих і високих урожаїв цукрового буряку в умовах очікуваних змін клімату. Тому дослідження майбутніх змін агрокліматичних умов вирощування та впливу цих змін на продукційний процес цукрового буряку виявляється важливим і своєчасним завданням.

Матеріали та методи досліджень. Продукційний процес рослин – це сукупність окремих взаємопов'язаних процесів, з яких

фундаментальними є фотосинтез, дихання і ріст, в ході яких відбувається формування урожаю. Він залежить від умов зовнішнього середовища і сам перетворює довкілля, в основному через архітекtonіку, газообмін та транспірацію фітоценозу.

Рослини, поглинаючи листям з атмосфери CO₂ і кореневою системою воду з ґрунту, створюють в процесі фотосинтезу під впливом енергії сонячної радіації органічну речовину у вигляді асимілятів. Одночасно відбувається транспірація, яка відповідає за безпечення рослин водою і елементами мінерального живлення, а також за регуляцію теплового режиму рослин. У залежності від інтенсивності ФАР, водного і температурного режиму, швидкості вітру, концентрації CO₂ в повітрі, родючості ґрунту і видових особливостей рослин процес фотосинтезу відбувається з більшою або меншою швидкістю.

Інший фундаментальний процес – дихання – забезпечує енергією різні біохімічні процеси синтезу, пов'язані із ростом та утворенням нових структурних елементів рослин, з транспортом речовин, а також з підтримкою життєдіяльних структур органів рослин. При цьому затрачуються органічні речовини, накопичені в органах рослин.

Третій фундаментальний процес – ріст. Фотосинтез і ріст розглядаються як взаємопов'язані процеси. Енергетичне забезпечення ростової функції з боку фотосинтезу є неодмінною умовою росту [2, 3].

Як теоретична основа для виконання розрахунків та порівняння результатів в даному дослідженні були використані розроблені А. М. Польовим моделі продуктивного процесу сільськогосподарських культур:

– модель формування продуктивності агроecosистеми [4];

– результати розробки моделі фотосинтезу зеленого листа рослин при зміні концентрації CO₂ в атмосфері [5].

Кліматичні зміни на майбутнє розраховуються з використанням кліматичних моделей. Глобальні кліматичні моделі є основними інструментами, які використовуються для проектування тривалості та інтенсивності змін клімату в майбутньому. Ці моделі розраховують майбутні кліматичні режими на основі низки сценаріїв зміни антропогенних факторів.

Сценарії містять широкий перелік основних демографічних, економічних та технологічних визначальних факторів парникових газів та викидів сірки. Для оцінки можливих змін клімату у даній роботі було

використано сценарій А2. У сюжетній лінії А2 надається опис дуже неоднорідного світу. Економічний розвиток буде мати головним чином регіональну спрямованість, а економічне зростання у розрахунку на душу населення і технологічні зміни будуть більш фрагментарними та повільними у порівнянні з іншими сюжетними лініями [6, 7].

Одним із найпростіших методів відображення можливих змін у кліматичному режимі будь-якої метеорологічної величини є порівняння з минулими даними, зокрема, середніми багаторічними за базовий період. В даному дослідженні за базовий береться період з 1986 по 2005 р. у відповідності з агрокліматичним довідником України [8].

Аналіз тенденції впливу зміни клімату на показники фотосинтетичної продуктивності цукрового буряку та на агрокліматичні умови його вирощування виконано шляхом порівняння розрахованих за кліматичним сценарієм А2 показників та багаторічних за три періоди: 1986-2005 рр. (базовий період), 2011-2030 рр. – перший період, 2031-2050 рр. – другий період. Слід зазначити, що вплив зміни клімату на формування продуктивності цукрового буряку розглядався за умов сучасної агротехніки та сучасних сортів культури. Для дослідження впливу кліматичних змін на формування продуктивності цукрового буряку на фоні зміни кліматичних умов нами розглядалися такі варіанти:

– базовий (середні багаторічні);

– кліматичні умови періоду;

– кліматичні умови періоду + збільшення CO₂ в атмосфері до 470 ppm.

Результати дослідження. Розрахунки виконувались для території поліської частини Чернігівської області - Чернігівського Полісся. Розглянемо як під впливом змін клімату будуть змінюватись дати настання фаз розвитку цукрового буряку, показники розвитку його по міжфазних періодах, показники фотосинтетичної продуктивності та урожай на досліджуваній території.

Біологічні особливості цукрового буряку полягають у тому, що він може вегетувати до кінця вересня, а в окремі роки (за умов відсутності сильних дощів або заморозків) – й до кінця жовтня. У цей час активного росту маси коренеплоду вже не спостерігається, але суха, ясна та сонячна погода сприяє накопиченню цукру у коренеплоді [9, 10]. Тому нами було прийнято, що в умовах зміни клімату тривалість вегетаційного періоду цукрового буряку суттєво не зміниться, і згідно з біологічними особливостями

культури, буде складати 15 декад, починаючи з дати сходів.

У якості основних агрокліматичних характеристик температурного режиму вегетаційного періоду цукрового буряку були розглянуті: дати сівби та основних фаз розвитку цукрового буряку; середні за міжфазні періоди температури повітря; суми активних температур повітря за період вегетації.

Для характеристики умов зволоження вегетаційного періоду цукрового буряку

розглядались такі показники: середні суми опадів за міжфазні періоди; сума опадів за вегетаційний період в абсолютних та відносних величинах; сумарне випаровування та випаровуваність за вегетаційний період; вологозабезпеченість за період вегетації.

Результати розрахунків дат сівби та основних фаз розвитку цукрового буряку за базовими та кліматичними даними представлені у табл. 1.

Таблиця 1 – Дати настання фаз розвитку цукрового буряку

| Період | Сівба | Сходи | Початок росту коренеплоду | Закриття міжрядь | Пожовтіння нижнього листа |
|---------------|-------|-------|---------------------------|------------------|---------------------------|
| 1986–2005 рр. | 30.04 | 13.05 | 10.06 | 10.07 | 26.08 |
| 2011–2030 рр. | 21.04 | 7.05 | 6.06 | 7.07 | 19.08 |
| Різниця | -9 | -6 | -4 | -3 | -7 |
| 2031–2050 рр. | 20.04 | 5.05 | 4.06 | 5.07 | 17.08 |
| Різниця | -10 | -8 | -6 | -5 | -9 |

За середньобогаторічними базовими даними (1986-2005 рр.), в Чернігівському Поліссі сівбу цукрового буряку розпочинають, коли температура повітря переходить через 10°C, тобто 30 квітня. Сходи цукрового буряку, як правило, з'являються приблизно через два тижні - 13 травня. За умов реалізації сценарію зміни клімату А2 у перший сценарний період строк сівби цукрового буряку суттєво зсувається на більш ранній час. У Чернігівському Поліссі сівба буде проводитись 21 квітня, що на 9 днів раніше у порівнянні з базовим періодом 1986-2005 рр. Строк появи сходів при цьому також зміниться суттєво - 7 травня, що на 6 днів раніше за базовий період.

Аналізуючи результати досліджень за другий сценарний період, можна сказати, що сівба на території Чернігівському Поліссі у порівнянні з базовими умовами зсунеться ще на більш ранній строк – на 20 квітня, тобто цукровий буряк будуть сіяти раніше на десять днів, тому і сходи з'являтимуться раніше – 5 травня, на 8 днів раніше за базовий термін.

Наступні фази розвитку цукрового буряку також змістяться в бік більш ранніх значень. За базовим варіантом фаза початку росту коренеплоду спостерігалася 10 червня. За даними першого сценарного періоду вона буде спостерігатися 6 червня, що на 4 дні раніше. У другий сценарний період вона очікується 4 червня, тобто раніше на 6 днів.

За базовим варіантом міжряддя у посівах цукрового буряку закриваються 10 липня. Фаза закриття міжрядь наставатиме на 3 дні

раніше за базовий термін у перший сценарний період (7 липня) та раніше на 5 днів у другий сценарний період (5 липня). Терміни пожовтіння нижнього листа також суттєво зсунуться відносно базового терміну (26 серпня) і очікуються 19 та 17 серпня відповідно, тобто на 7 та на 9 днів раніше.

У таблиці 2 представлений аналіз агрокліматичних умов міжфазних періодів цукрового буряку – від сходів до початку росту коренеплоду та від початку росту коренеплоду до пожовтіння нижнього листа. Можна сказати, що тривалість періоду від сходів до початку росту коренеплоду за умов зміни клімату практично не зміниться: від 28 днів у базовому варіанті до 30 днів в обох сценарних (на 2 дні довше). Середня температура цього періоду зменшиться: у перший сценарний період це зменшення буде невеликим: на 1,5 °C (з 15,8°C до 14,3°C), протягом другого сценарного періоду зменшення температури також буде несуттєвим: на 1,4°C (з 15,8 °C до 14,4°C).

Тривалість другого міжфазного періоду за умов зміни клімату також суттєво не зміниться: від 77 днів у базовий період до 74 днів у обидва сценарні періоди, що на 3 дні коротше. Середня температура цього періоду дещо збільшиться: у перший сценарний період це збільшення буде всього на 0,6°C (з 17,1°C до 17,7°C), а протягом другого сценарного періоду збільшення температури буде також несуттєвим: на 0,9°C (з 17,1 °C до 17,9°C).

Як можна бачити з таблиці 2 у Чернігівському Поліссі за вегетаційний період цукрового буряку накопичується за базових умов сума активних температур 2645°C, за умов реалізації сценарію А2 у перший сценарний період ця сума зменшиться на 100°C і буде складати 2545°C, а в другий сценарний період вона зменшиться всього на 40°C і складатиме 2605°C. Таким чином, різниця сум температур базового та сценарних періодів буде не досить суттєвою. Тому можна сказати, що за умов реалізації сценарію А2 теплові ресурси вегетаційного періоду цукрового буряку у Чернігівському Поліссі практично не зміняться і будуть сприятливими для його вирощування.

Для оцінки вологозабезпеченості вегетаційного періоду цукрового буряку аналізувались такі ж періоди як і для аналізу теплозабезпеченості: базовий та розрахункові за кліматичним сценарієм. При цьому розглядалися такі показники: сума опадів по двом міжфазним періодам та за весь вегетаційний період в абсолютних одиницях та у відсотках від середньобогаторічної кількості (кліматичної норми), сумарне випаровування, випаровуваність та вологозабезпеченість (табл. 2).

У відповідності до кліматичного сценарію А2 у режимі опадів відбудуться деякі зміни. Протягом першого міжфазного періоду цукрового буряку (сходи – початок росту коренеплоду) за умов реалізації сценарію А2 кількість опадів суттєво зростає як у перший, так і у другий сценарний періоди. За період сходи-початок росту коренеплоду у перший сценарний період: на 40% (з 58 мм до 81 мм), тобто більш ніж на половину від базової кількості. У другий сценарний період кількість опадів також суттєво збільшиться: на 38% (з 58 мм до 80 мм).

Така ж ситуація спостерігається у другий міжфазний період цукрового буряку (початок росту коренеплоду – пожовтіння нижнього листя). Тут кількість опадів за умов зміни клімату збільшиться, але у перший сценарний період це збільшення буде більш суттєвим, ніж у другий. Збільшення очікується на 28-13% (з 186 до 239-210 мм відповідно).

За базовими даними протягом вегетаційного періоду цукрового буряку в Чернігівській області накопичується 340 мм опадів. Кількість опадів за вегетаційний період за сценарними даними першого періоду збільшиться до 410 мм, тобто, на 70 мм або 21%. За сценарними даними другого періоду цей показник збільшиться до 400 мм. Отже збільшення кількості опадів на території

Чернігівського Полісся протягом 2031-2050 рр. буде досягати 60 мм або 18% від базового значення.

На території Чернігівського Полісся величина сумарного випаровування складає за базовим варіантом 380 мм. За першим сценарним варіантом вона збільшиться на 42 мм і складатиме 422 мм, а за другим збільшиться на 32 мм і складатиме 412 мм. Можна зробити висновок, що сумарне випаровування зростає завдяки зростанню сум опадів в умовах зміни клімату.

Величина випаровуваності за умов реалізації сценарію практично не зміниться на досліджуваній території. За базовим варіантом величина випаровуваності за вегетаційний період цукрового буряку у Чернігівському Поліссі становить 500 мм. У перший сценарний період величина випаровуваності несуттєво зменшиться і буде досягати 490 мм, що на 10 мм менше за базовий період. У другий сценарний період величина випаровуваності майже не зміниться у порівнянні з першим сценарним періодом, вона буде складати 495 мм, що на всього на 5 мм менше за базові значення.

Одним з основних показників, що характеризують умови зволоження вегетаційного періоду будь-якої сільськогосподарської культури, є вологозабезпеченість, тобто відношення величини сумарного випаровування до величини випаровуваності.

Величина вологозабезпеченості вегетаційного періоду цукрового буряку за базовими даними складає в Чернігівському Поліссі 76%. За умов реалізації сценарію А2, перш за все, завдяки суттєвому збільшенню опадів, в перший кліматичний період вона збільшиться на 10% і складатиме 86%. У другий сценарний період також очікується покращення умов зволоження вегетаційного періоду цукрового буряку. Величина вологозабезпеченості зростає до 83% (на 7% більше), тобто за умов реалізації сценарію А2 умови зволоження вегетаційного періоду цукрового буряку в Чернігівській області не погіршаться, а до 2050 року навіть покращаться.

Під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування цукрового буряку, відбудеться і зміна показників фотосинтетичної діяльності його посівів, що обумовлюють рівень урожайності культури.

Розглянемо динаміку показників фотосинтетичної діяльності протягом вегетації цукрового буряку за базовим та двома кліматичними (сценарними) варіантами на

території Чернігівського Полісся. Результати цих досліджень представлені в табл. 3.

На рисунку 1 представлена динаміка накопичення відносної площі листя посівів цукрового буряку в умовах зміни клімату за двома сценарними періодами в порівнянні з базовим періодом (1986-2005 рр.).

Можна бачити, що ріст відносної площі листя у базовий період інтенсивно проходить до п'ятої-шостої декади вегетації, а у 7-у декаду вегетації відносна площа листя досягає свого максимуму, після чого відбувається поступове її зменшення.

В цілому графіки динаміки листової поверхні посіву за умов зміни клімату практично повторюють аналогічні графіки для базового періоду. Але для обох сценарних варіантів відносна площа листя росте до восьмої декади вегетації, тобто період найбільш активної фотосинтетичної діяльності посіву подовжується ще на одну декаду.

Основні показники фотосинтетичної продуктивності посівів за базовими та сценарними умовами суттєво різняться (табл. 3).

За рахунок зміни кліматичних умов першого сценарного періоду в Чернігівському Поліссі відбудеться підвищення максимальної відносної площі листя до 6,60 м²/м² (проти 5,07 м²/м² у базовий період). За умов збільшення CO₂ максимальна відносна площа листя збільшиться до 6,90 м²/м². Як

видно з даних таблиці 3, зміна кліматичних умов та збільшення вмісту CO₂ у цей період призведе до підвищення відносної площі листя в декаду з її максимальними значеннями на 1,53 та 1,83 м²/м² (30 та 36%) відповідно.

За рахунок зміни кліматичних умов другого сценарного періоду в Чернігівському Поліссі відбудеться підвищення максимальної відносної площі листя до 6,22 м²/м² (проти 5,07 м²/м² у базовий період). За умов збільшення CO₂ максимальна відносна площа листя збільшиться до 6,45 м²/м². Як видно з даних таблиці 3, зміна кліматичних умов та збільшення вмісту CO₂ у цей період призведе до підвищення відносної площі листя в декаду з її максимальними значеннями до 6,45 м²/м² - на 1,15 та 1,38 м²/м² (чи на 23 та 27%) відповідно.

Фотосинтетичний потенціал посівів за вегетаційний період за базових умов складає 408 м²/м². Як видно з даних табл. 3, зміна кліматичних умов та збільшення вмісту CO₂ призведе до підвищення фотосинтетичного потенціалу посіву до 594 м²/м² (за сценарієм на 2011-2030 рр.) та 633 м²/м² (за умови збільшення CO₂). Тобто різниця складає 186 та 225 м²/м² (46 та 55%) відповідно.

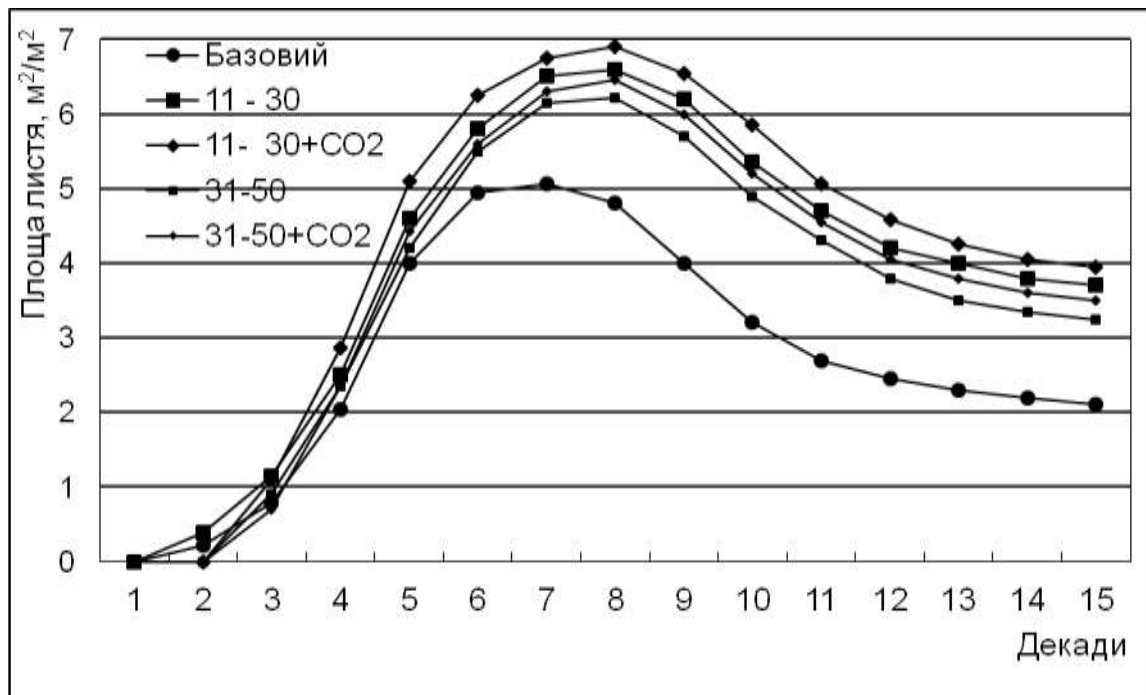


Рис. 1 – Динаміка накопичення відносної площі листя цукрового буряку в Чернігівському Поліссі в умовах зміни клімату за сценарієм А2

Таблиця 2 - Агрокліматичні умови вирощування цукрового буряку в Чернігівському Поліссі

| Період | Період сході – початок росту коренеплodu | | | Період початок росту коренеплodu – поживтіння нижнього листя | | | Вегетаційний період | | | | Сумарне випаровування, мм | Випаровування, мм | Вологозабезпеченість, % |
|----------------|--|-------------------------|-----------------|--|-------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|---------------------------|-----|---------------------------|-------------------|-------------------------|
| | тривалість, дні | середня температура, °С | сума опадів, мм | тривалість, дні | середня температура, °С | сума опадів, мм | сума активних температур, °С | сума опадів, мм | у % від кліматичної норми | | | | |
| 1986 – 2005 рр | 28 | 15,8 | 58 | 77 | 17,1 | 186 | 2645 | 340 | 100 | 380 | 500 | 76 | |
| 2011 – 2030 рр | 30 | 14,3 | 81 | 74 | 17,7 | 239 | 2544 | 411 | 121 | 422 | 490 | 86 | |
| Різниця | 2 | -1,5 | 40% | 0 | 0,6 | 28% | -101 | 71 | 21% | 42 | -10 | 10 | |
| 2031 – 2050 рр | 30 | 14,4 | 80 | 74 | 17,9 | 210 | 2605 | 400 | 118 | 412 | 495 | 83 | |
| Різниця | 2 | -1,4 | 38% | 0 | 0,9 | 13% | -40 | 60 | 18% | 32 | -5 | 7 | |

Таблиця 3 – Показники фотосинтетичної продуктивності посівів цукрового буряку в умовах зміни клімату за сценарієм А2 за 2011-2030 рр. та 2031-2050 рр. у порівнянні з базовим періодом (Чернігівське Полісся)

| Період | Варіант | Період максимального росту | | Фотосинтетичний потенціал посівів, м ² /м ² за вегетаційний період | Урожай, ц/га |
|---------------|--------------------------|--|---|--|--------------|
| | | площа листкової поверхні, м ² /м ² | приріст загальної сухої біомаси, г/м ² за день | | |
| 1986–2005 рр. | Базовий | 5,07 | 75,3 | 408 | 377 |
| 2011–2030 рр. | Клімат | 6,60 | 95,1 | 594 | 505 |
| | Клімат + CO ₂ | 6,90 | 98,2 | 633 | 546 |
| 2031-2050 рр. | Різниця* | 1,53-1,83 | 19,8-22,9 | 186-225 | 128-169 |
| | Різниця, % | 30-36 | 26-30 | 46-55 | 34-45 |
| | Клімат | 6,22 | 87,0 | 549 | 418 |
| | Клімат + CO ₂ | 6,45 | 89,5 | 560 | 451 |
| | Різниця * | 1,15-1,38 | 11,7-14,2 | 141-152 | 41-74 |
| | Різниця, % | 23-27 | 16-19 | 35-37 | 11-20 |

перше число - різниця між базовим та кліматичним періодами,
друге число – різниця між базовим та кліматичним періодами з врахуванням зміни CO₂

Зміна кліматичних умов другого сценарного періоду та збільшення вмісту CO_2 призведе до підвищення фотосинтетичного потенціалу посіву за вегетаційний період цукрового буряку до $549 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (за сценарієм на 2031-2050 рр.) та $560 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (за умови збільшення CO_2). Тобто різниця складає 141 та $152 \text{ м}^2/\text{м}^2$ (35 та 37%) відповідно.

Динаміка площі асимілюючої поверхні та інтенсивності фотосинтезу обумовлює і відповідний рівень динаміки загальної сухої біомаси посівів цукрового буряку. На рисунку 2 представлена динаміка накопичення сухої загальної маси посівів в умовах зміни клімату в порівнянні з базовим періодом (1986-2005 рр.) для умов Чернігівського Полісся.

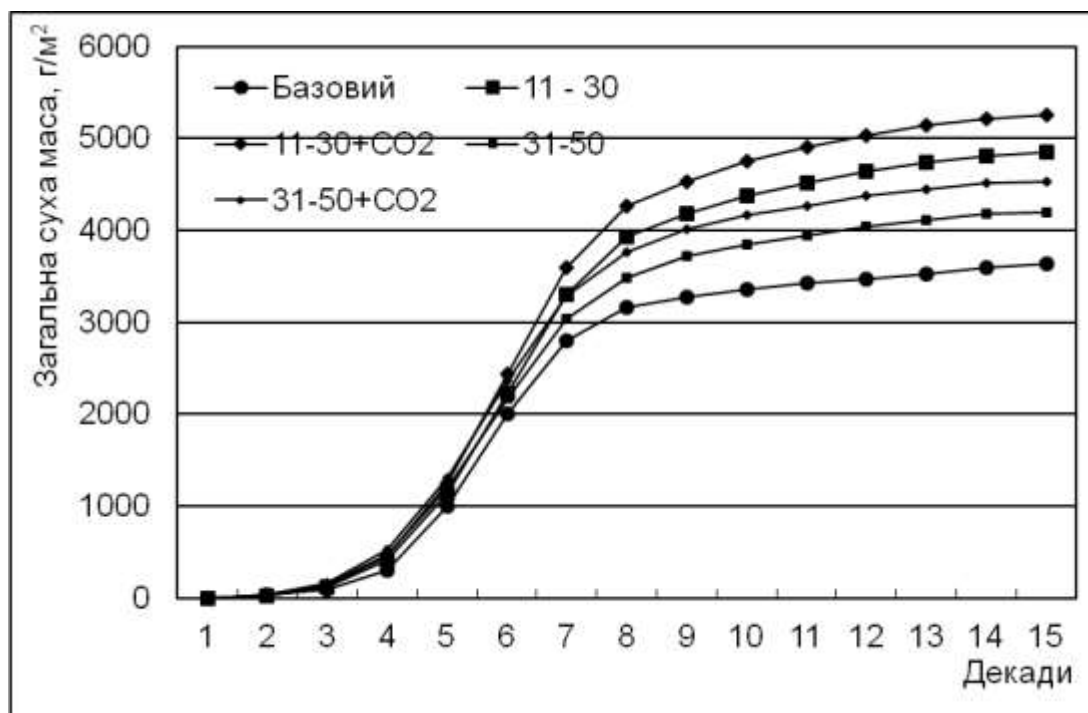


Рис. 2 - Динаміка накопичення сухої загальної маси посіву цукрового буряку в Чернігівському Поліссі в умовах зміни клімату за сценарієм А2

За базових умов накопичення загальної біомаси до восьмої декади вегетації проходить досить швидкими темпами. Найбільш високі прирости загальної біомаси спостерігаються в 6-8 декадах вегетації. За рахунок змін кліматичних умов першого сценарного періоду приріст сухої загальної біомаси у період максимального росту збільшиться з $75,3$ до $95,1 \text{ г/м}^2$ за день (на $19,8 \text{ г/м}^2$). З врахуванням зміни вмісту CO_2 в атмосфері це зростання буде ще більшим - до $98,2 \text{ г/м}^2$ за день (на $22,9 \text{ г/м}^2$). У відсотках ці величини становлять відповідно 26 та 30%.

За рахунок зміни кліматичних умов першого сценарного періоду відбудеться підвищення загальної сухої маси посіву до 4850 г/м^2 (проти 3630 г/м^2 у базовий період). За умов збільшення CO_2 загальна суха маса посіву збільшиться до 5250 г/м^2 .

На рисунку 2 представлена також динаміка накопичення сухої загальної маси посівів в умовах зміни клімату за сценарієм А2 за період 2031-2050 рр. За рахунок змін кліматичних умов другого сценарного періоду максимальний приріст збільшиться з $75,3$ до

$87,0 \text{ г/м}^2$ за день (на $11,7 \text{ г/м}^2$). З врахуванням зміни вмісту CO_2 в атмосфері це зростання буде ще більшим - до $89,5 \text{ г/м}^2$ за день (на $14,2 \text{ г/м}^2$). У відсотках ці величини становлять відповідно 16 та 19%.

За рахунок зміни кліматичних умов другого сценарного періоду відбудеться підвищення загальної сухої маси посіву до 4200 г/м^2 (проти 3630 г/м^2 у базовий період). За умов збільшення CO_2 загальна суха маса посіву збільшиться до 4530 г/м^2 .

Зростання рівня показників фотосинтетичної продуктивності посівів цукрового буряку в умовах Чернігівського Полісся в умовах зміни клімату за рахунок підвищення рівня інтенсивності фотосинтезу та більшої величини фотосинтетичного потенціалу посівів обумовить і збільшення сухої маси коренеплоду, а також кінцевого урожаю коренеплодів при стандартній вологості.

За умов зміни клімату в 2011-2030 рр. урожай коренеплодів у Чернігівському Поліссі зросте порівняно з базовим періодом з 377 до 505 ц/га (на 128 ц/га). Підвищення концентрації CO_2 в атмосфері обумовить

відповідне зростання рівня урожаю цукрового буряку до 546 ц/га (на 169 ц/га). У відсотках ці величини становлять відповідно 34 та 45%.

За умов зміни клімату у період 2031-2050 рр. урожай коренеплодів у Чернігівському Поліссі зросте порівняно з базовим періодом з 377 до 418 ц/га (на 41 ц/га). Підвищення концентрації CO₂ в атмосфері обумовить відповідне зростання рівня урожаю цукрового буряку до 451 ц/га (на 74 ц/га). У відсотках ці величини становлять відповідно 11 та 20%.

Висновки. Аналіз основних агрокліматичних характеристик температурного режиму та умов зволоження вегетаційного періоду цукрового буряку свідчить про те, що за умов реалізації сценарію зміни клімату А2 температурний режим вегетаційного періоду цукрового буряку на дослідженій території практично не зміниться.

Величина вологозабезпеченості вегетаційного періоду цукрового буряку за базовими даними складає на території Чернігівського Полісся 76%. За умов реалізації сценарію А2 очікується покращення умов зволоження вегетаційного періоду цукрового буряку. Величина вологозабезпеченості зросте до 83-86%, тобто за умов реалізації сценарію А2 умови зволоження вегетаційного періоду цукрового буряку покращаться.

Під впливом зміни агрокліматичних умов вирощування цукрового буряку, відбудеться і зміна показників фотосинтетичної діяльності його посівів, що обумовлюють рівень урожайності культури. За умов зміни клімату в 2011-2030 рр. урожай коренеплодів зросте порівняно з базовим періодом з 377 до 505 ц/га (на 128 ц/га). Підвищення концентрації CO₂ в атмосфері обумовить відповідне зростання рівня урожаю цукрового буряку до 546 ц/га (на 169 ц/га). За умов зміни клімату у період 2031-2050 рр. урожай коренеплодів зросте порівняно з базовим періодом з 377 до 418 ц/га (на 41 ц/га). Підвищення концентрації CO₂ в атмосфері обумовить відповідне зростання рівня урожаю цукрового буряку до 451 ц/га (на 74 ц/га).

У цілому можна зробити висновок, що для досліджуваної території очікувані за сценарієм А2 зміни клімату будуть сприятливими для вирощування цукрового буряку, вгаслідок чого урожайність може досить суттєво збільшитися. Але зміна умов протягом першого сценарного періоду (2011-2030 рр.) буде більш сприятливою для формування урожайності посівів, ніж другого сценарного періоду (2031-2050 рр.).

Список літератури

1. Матвийчук С.П., Шостак А.В. Особенности технологии выращивания сахарной свеклы в зоне Полесья Украины / Интеллектуальный потенциал XXI века: ступени познания. – Вып. 4-1. – 2010. - С. 194-198.
2. Полевой А.Н. Теория и расчет продуктивности сельскохозяйственных культур. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. - 175 с.
3. Полевой А.Н. Прикладное моделирование и прогнозирование продуктивности посевов. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 319 с.
4. Польовий А.М. Моделювання продуктивності агроєкосистем // Вісник Одеського державного екологічного університету. – 2005. – Вип. 1. – С. 79-86.
5. Полевой А.Н. Моделирование фотосинтеза зеленого листа у растений типа С₃ и С₄ при изменении концентрации CO₂ в атмосфере // В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. – М.: ИГКЭ. – 2010. – Том XXIII – С. 297-315.
6. N. Nakićenović et al. (eds.), 2000: Special Report on Emissions Scenarios. A Special Report of Working Group III of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, US – 599 pp.
7. Кліматичні зміни та їх вплив на сфери економіки України / За ред. С.М. Степаненка, А.М. Польового. – Одеса: Вид. "ТЕС", 2015. – 520 с.
8. Агрокліматичний довідник по території України / за ред. Т.І. Адаменко, М.І. Кульбіді, А.Л. Прокопенка. - Кам'янець-Подільський: ПП Галагодза Р.С., 2011. – 108 с.
9. О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко Рослинництво: Підручник. - К.: Аграрна освіта, 2001. - 591 с.
10. Цукрові буряки (вирощування, збирання, зберігання) Під. заг. ред. Д. Шпаара. - К: ННЦ ІАЕ, 2005. - 340 с.

Вольвач О.В. Оцінка впливу змін клімату на продуктивність цукрового буряку в Чернігівському Поліссі. Досліджено вплив змін клімату на строки сівби та настання основних фаз розвитку рослин цукрового буряку, умови тепло та вологозабезпеченості вегетаційного періоду культури на території Чернігівського Полісся за два періоди: з 2011 по 2030 рр. та з 2031 по 2050 рр. Виконано аналіз динаміки показників фотосинтетичної продуктивності посівів цукрового буряку на матеріалах середніх багаторічних спостережень за період з 1986 по 2005 рр. у порівнянні з сценарними даними. Розраховані показники фотосинтетичної продуктивності цукрового буряку за динамічною моделлю продукційного процесу сільськогосподарських культур, розробленою А.М. Польовим. Для оцінки можливих змін клімату було використано «жорсткий» сценарій А2.

Ключові слова: цукровий буряк, зміна клімату, фази розвитку, вегетаційний період, агрокліматичні умови, урожайність.

Volvach O.V. Assessment of the impact of climate change on the productivity of sugar beet in Chernihiv Polissya. Agriculture is the most vulnerable sector of Ukraine's economy to fluctuations and climate change. Given the inertial nature of agriculture and the dependence of the efficiency on the weather, now need to make timely and adequate solutions to complex problems caused by climate change. Due to the expected increase in air temperature of the Northern Hemisphere food security Ukraine will largely depend on how effectively adapting agriculture to future climate change.

Sugar beet is one of the most important crops grown and diversified use in almost all parts of our country. Sugar beet is the only source for sugar in Ukraine. The relevance of the chosen topic due to the fact that to obtain stable and high yields of any crops, particularly sugar beet, it is necessary for a detailed study of agroclimatic conditions of its cultivation in the study area with the aim of rational use of these conditions and the optimal placement of crops. Particular importance is the decision of this question in connection with climate changes on the planet that give Ukraine the opportunity to become one of the largest producers of agricultural products.

The aim of this study is to assess the impact of climate change on agro-climatic resources on conditions of formation of productivity of sugar beet by the example of Ukrainian Chernihiv Polissya region.

To achieve this goal it was necessary to solve following tasks: to calculate the basic agroclimatic indicators of vegetation period sugar beet in the Chernihiv Polissya region for the baseline (1986-2005 years) conditions and consideration of climate change for the periods 2011-2030, and 2031-2050 years; to determine the effect of possible changes in climate on photosynthetic productivity and sugar beet yields in the conditions of climate change A2 scenario realization.

The object of study - agro climatic conditions of sugar beet yield formation in conditions of climate change. The subject of the study was to assess the influence of agroclimatic conditions on yield of sugar beet in the Chernihiv Polissya. Research methods - methods of mathematical modeling producing process plants proposed by professor A.M. Polevoy.

The results can be used when performing a comprehensive assessment of agroclimatic resources in relation to sugar beet cultivation and optimize the placement of the acreage in the conditions of realization of A2 scenario of climate change in the Ukrainian Polissya.

Keywords: sugar beet, climate change, development phases, vegetation period, agro-climatic conditions, yield.

Вольвач О.В. Оценка влияния изменений климата на продуктивность сахарной свеклы в Черниговском Полесье. Исследовано влияние изменений климата на сроки сева и наступления основных фаз развития растений сахарной свеклы, условия тепло и влагообеспеченности вегетационного периода культуры на территории Черниговского Полесья за два периода: с 2011 по 2030 гг. и с 2031 по 2050 гг. Выполнен анализ динамики показателей фотосинтетической продуктивности посевов сахарной свеклы на материалах среднемноголетних наблюдений за период с 1986 по 2005 гг. в сравнении со сценарными данными. Рассчитаны показатели фотосинтетической продуктивности сахарной свеклы с помощью динамической модели продукционного процесса сельскохозяйственных культур, разработанной А.Н. Полевым. Для оценки возможных изменений климата был использован «жесткий» сценарий А2.

Ключевые слова: сахарная свекла, изменение климата, фазы развития, вегетационный период, агроклиматические условия, урожайность.

Надійшла до редколегії 02.03.2017