



УДК 504.4:661.92

Кузнецова Ю.О.,
аспірант кафедри агрометеорології та агроєкології
Одеський державний екологічний університет

ФОТОСИНТЕЗ ХВОЇ ШПИЛЬКОВИХ ПІД ЧАС ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В УМОВАХ ПІВДНЯ УКРАЇНИ

Досліджуються процеси фотосинтезу хвої шпилькових на прикладі домінуючих порід та класів їх віку для умов Олешківського лісомисливського господарства південного регіону України. Проведено порівняльний аналіз результатів моделювання інтенсивності фотосинтезу, площі хвої і приросту їх біомаси в період вегетації в сосни звичайної і кримської в 2017 році і за умови підвищення температури повітря на 3 °С.

Ключові слова: потепління, сосна кримська, сосна звичайна, інтенсивність фотосинтезу, приріст біомаси шпилькових.

Исследуются процессы фотосинтеза хвойных на примере преобладающих пород и классов их возраста для условий Олешковского лесохозяйственного хозяйства южного региона Украины. Проведен сравнительный анализ результатов моделирования интенсивности фотосинтеза, площади хвои и прироста ее биомассы в период вегетации у сосны обыкновенной и крымской в 2017 году и при повышении температуры на 3 °С.

Ключевые слова: потепление, сосна крымская, сосна обыкновенная, интенсивность фотосинтеза, прирост биомассы хвойных.

Kuznetsova Yu.O. PHOTOSYNTHESIS OF SPIRAL PATIENTS AFTER INCREASE OF TEMPERATURE IN THE CONDITIONS OF THE SOUTHERN UKRAINE

The article describes the Oleshkivske (in the past Tsyurupinsk) forest-hunting economy, which is located in the south of Ukraine, in the Kherson region, near the ancient city of Olesha. The farm is chosen for research, because it is artificial and was created for the storage of sands.

It ensures the availability of fertile land in the region and performs powerful natural functions. Its place in the progressive climate changes is determined due to the planetary concern of the present. The necessity of research of forests in connection with progressive changes of a climate is revealed. Presented works of scientists related to the research of forest ecosystems. The methods they used are indicated. The composition of the forest stand of this household is analyzed. The dominant breeds and their age classes are highlighted. The morphometric characteristics of dominant tree species are given.

The method of calculation, which is chosen to calculate the intensity of photosynthesis, is presented. The components of the method chosen for research are demonstrated. The data, which are necessary for realization of calculation, is written down. In the form of a histogram the tendency of effective temperatures for the decade during the investigated period of 2017 is shown. and even the temperature increase by 3C. Modeling results in the form of drawings are shown. The histogram of growth of the pine needles of Crimean during the vegetative period of needles for 2017 is shown. and even the temperature increase by 3C. The histogram of growth of pine needles usual during the vegetative period of needles for 2017 is presented. and even the temperature increase by 3C. The conclusion and analysis of modeling results presented in the form of drawings is made. Both types of hairpins are capable of regulating the carbon dioxide balance with increasing temperature: the growth rate of the Crimean pine will increase from 0,7 to 2,5 g/ m², and the pine usual from 0,3 to 1 g/ m². Conclusion and analysis of simulation results are made. The comparative characteristic of the received results is carried out. The reason for the difference in the results between the selected studs for the study is indicated. For the subject of research, the pinholes of studs are chosen, because it is a productive assimilation apparatus.

Key words: global warming, crimean pine, ordinary pine forest, intensity of photosynthesis, growth rate.

Постановка проблеми. Активна діяльність людства, спрямована на економічні цінності, призвела до катастрофічних наслідків у кліматичних змінах. Потужність природних явищ вийшла за існуючі класифікації. Дедалі більше науковців світу констатують ознаки глобального потепління, а країни – учасниці

Київського протоколу з питань зміни клімату розробляють заходи, спрямовані на утримання існуючої тенденції і недопущення прогресування даного процесу.

Одним із шляхів збереження клімату є збереження лісового фонду і його розширення. Адже саме такі потужні автотрофи здатні

трансформувати вуглекислий газ в кисень і знизити ризик підсилення парникового ефекту. Так, за один сонячний день 1 га лісу виділяє до 200 кг кисню і поглинає при цьому 220–280 кг вуглекислого газу. А за рік 0,3 га лісу дає в середньому річну потребу в кисні однієї людини (близько 400 кг), 1 га лісу за рік поглинає до 20 т вуглекислого газу [1].

У 2003 році американські вчені займалися дослідженням впливу лісових екосистем на процеси зміни клімату. Вони розглянули екологічні фактори впливу, минулі зміни клімату та спроєктували майбутні реакції лісу на зміну клімату. Робота формувалась на моделі, основаної на екстраполяційних даних про листя і фізіологію рослинності. Вчені для прогнозування можливих змін у розподілені лісів, використовуючи кореляцію між кліматичними змінами та класифікацією рослинності, розглядали біогеографічну модель [2].

А.О. Кособрюхов вивчив функціональні і структурні зміни фотосинтезуючого апарату і рослини в цілому при підвищеній концентрації CO_2 впродовж фотоперіоду. Він дослідив взаємовплив щодобового підвищення CO_2 з різними рівнями інтенсивності світла і температури на активність фотосинтетичного апарату, а також часові параметри відповідної реакції фотосинтетичного апарату рослини під впливом стрес-фактора на фоні підвищеного CO_2 [3].

Аналіз останніх досліджень і публікацій за напрямком. У 2013 році питання щодо оцінки запасів і динаміки вуглецю в різних компонентах лісових насаджень Гірського Криму розглянули Букша І.Ф., Пастернак В.П. та Роговий В.І. Вони навели методи та приклади розрахунку приросту вуглецю, а також поглинання вуглекислого газу на прикладі букових деревостанів. До уваги вони брали фактичну продуктивність та розподіл дерев за класами віку [4].

Науково-обґрунтовані прогнози ймовірних змін клімату України та повторюваності природних катастрофічних явищ і процесів на її території в близькому майбутньому (XXI ст.) розробила Бойченко С.Г. Вона досліджувала особливості відносної трансформації кліматичних полів температур повітря та інтенсивність атмосферних опадів за останні 100 років

на території України під впливом глобального потепління та характерні закономірності вікового ходу температурних аномалій Європи і повторюваності природних катастрофічних явищ [5].

Над дослідженнями добової динаміки CO_2 -газообміну пагонів сосни звичайної і впливу на неї ендогенних та екзогенних факторів працював Болондінській В.К. Було виміряно CO_2 -газообмін упродовж вегетації в 3 типах лісу і розраховано CO_2 впродовж літніх і осінніх місяців. Він дав оцінку для двох років чистого поглинання CO_2 та витрати на нічне дихання за вегетацію в однорічних пагонів і приросту біомаси в сосняку чорничному свіжому [6]. Науковці багато уваги приділили вивченню питань впливу лісових екосистем на клімат, зокрема депонованого вуглецю, а саме процесу фотосинтезу, морфологічних особливостей дерев та лісу в цілому.

Дуже вразливим щодо зміни клімату вважається південний регіон України, який у природному районуванні країни відноситься до Степової зони, особливо територія Нижньодніпровських пісків. Цій території притаманна значна повторюваність таких небезпечних природних явищ, як пилові бурі, посухи, вітрова ерозія, які розширюють площі зибких пісків, що дістали назву Олешківські. Єдиним стримуючим і кліматопомякшувальним фактором даного явища є Олешківське лісомисливське господарство (в минулому Цюрупинське). Дослідження розвитку та існування даного господарства в південному регіоні за умов прогресування глобального потепління є надзвичайно актуальним.

Дослідження процесу фотосинтезу асиміляційним апаратом домінуючих порід надає змогу виконувати аналіз впливу господарства на утримання тих кліматичних змін, які вже відбулися і визначити його перспективи розвитку в умовах майбутніх змін клімату.

Метою представленої статті є дослідження процесів фотосинтезу шпилькового деревостану (сосни звичайної і сосни кримської) із застосуванням методу динамічного моделювання в сучасних умовах і в умовах підвищення температури на 3 °С на прикладі південного регіону України (Олешківське лісомисливське господарство).



Матеріали і методи досліджень. На підставі аналізу лісотаксаційних показників господарства для дослідження були обрані переважачі за площею породи – сосна кримська IV класу віку і сосна звичайна V класу віку. Асиміляційним апаратом цих порід є хвоя шпилькових. Інтенсивність поглинання вуглекислого газу визначалась газометричним методом.

Визначення інтенсивності фотосинтезу хвої в залежності від метеорологічних умов здійснюється за методом моделювання, запропонованим д. геогр. наук, акад. АНВШ України, проф. Польовим А.М. Метод реалізований на мові «Фортран» із використанням стандартної агрометеорологічної інформації, яка надходить в оперативному режимі з мережі спостережень департаменту з гідрометеорології Міністерства з надзвичайних ситуацій України [8].

Застосування методу дозволяє виконувати оцінку впливу агрометеорологічних умов на процеси фотосинтезу посівів сільськогосподарських культур і лісонасаджень. Тому можливо цей метод застосовувати для моделювання процесів фотосинтезу рослинного покриву у зв'язку із зміною клімату.

Результати досліджень. Площа господарства становить 7094 га. На 95% деревостан має штучне походження. Лісові землі займають 90% загальної площі, 8,1% належить рухомих піскам, 0,4% – болотам.

Деревостан представлений шпильковими, з них сосна кримська і сосна звичайна становить відповідно 52 і 38%. 10% площі займають гледичія колюча, маслянка срібляста, вільха чорна, біла акація та інші. Вікові показники насаджень різняться. Найбільші площі господарства займають сосна кримська IV класу віку і сосна звичайна V класу віку.

У середньому деревостан має середньовікові показники. Середня висота сосни кримської та сосни звичайної відрізняються. У віці 10 років середня висота сосни кримської становить 2,2 м, а сосни звичайної – 2,8 м. Максимальний приріст шпилькових досягається у віці 60-65 років. Після 70 років обидві сосни зменшують свій приріст.

В усіх класах віку сосна звичайна має більший середній діаметр стовбура, ніж сосна кримська, яка в 10 років має висоту 2,2 м і серед-

ній діаметр стовбура 3,3 см. Сосна звичайна в тому ж віці за висоти 2,8 м має середній діаметр 4,0 см. Інтенсивність приросту домінуючих порід із віком різні. В обох порід сосен максимальний приріст спостерігається у віці 90 років і складає, відповідно, в сосни кримської і звичайної 4,1 і 4,8 м³/га. Після 90 років інтенсивність приросту поступово зменшується [7].

Модель розрахунку фотосинтезу агроєко-систем та їх продуктивності в залежності від метеорологічних умов було адаптовано під асиміляційний апарат шпилькових – хвою [9].

Дослідження Українського гідрометеорологічного інституту говорять про зміну клімату в найближчі 50 років на території України, в першу чергу в Карпатах і Криму. Кількість стихійних метеорологічних явищ збільшиться, а температура в холодний період підвищиться на 1,5 -3 °C [10].

Паризька кліматична угода, яку прийнято в 2015 р., поставило за мету утримання підвищення температури нижче 2 °C. Національні вклади зі скорочення викидів парникових газів були надані країнами раніше. Їх проаналізувала органи РКІК ООН. На їх основі Міжурядовою групою експертів із питань зміни клімату було встановлено, що національні вклади недостатні для утримання потепління в межах 2°C, а зріст глобальної температури піде по траєкторії 3 °C [11].

Ураховуючи вищезазначені показники на основі агрометеорологічних даних, наданих Херсонським гідрометеорологічним центром, виконано розрахунки показника приросту шпилькових за підвищення температури в середньому на 3 °C (рис. 1- 3).

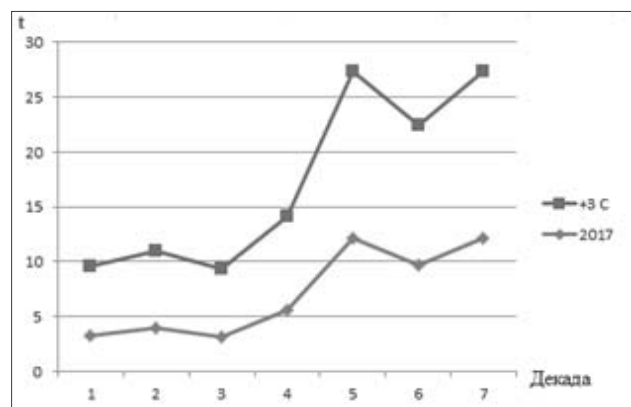


Рис. 1. Динаміка середньої за декаду ефективною температури

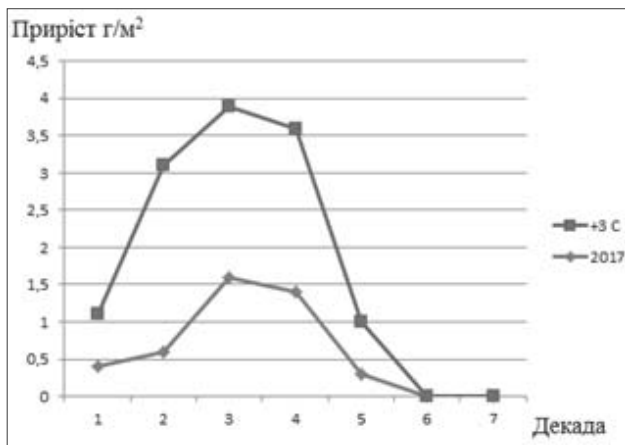


Рис. 2. Динаміка приросту хвої сосни кримської (*Pinus nigra ssp. Pallasiana*)

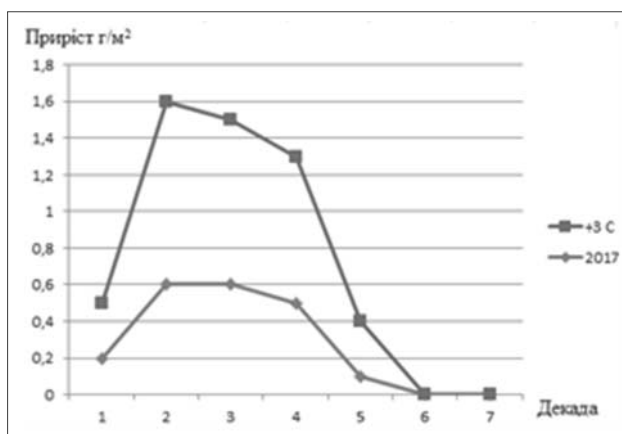


Рис. 3. Динаміка приросту хвої сосни звичайної (*Pinus sylvestris L.*)

За результатами моделювання встановлено, що впродовж перших трьох декад вегетаційного періоду приріст загальної маси хвої за декаду в 2017 році в сосни кримської зростав від 0,4 до 1,6 г/м², а в сосни звичайної – від 0,2 до 0,6 г/м². Таким чином, можна відмітити, що в сосни кримської приріст біомаси на декаду максимального приросту був у 2017 році майже в три рази вищий, ніж у сосни звичайної.

Під час моделювання процесів фотосинтезу шпилькових за умови підвищення температури повітря на 3 °C приріст загальної біомаси хвої збільшується в сосни кримської від 0,7 до 2,5 г/м², а в сосни звичайної – від 0,3 до 1 г/м².

Отримані результати розрахунку фотосинтезу хвої шпилькових за підвищення температури в середньому на 3 °C продемонстрували зміни в досліджуваному процесі. Збільшився приріст загальної маси хвої за декаду при-

близно в два рази. Показники приросту хвої сосни кримської (*Pinus nigra ssp. Pallasiana*) на 1,5 г/м² більші за показники хвої сосни звичайної (*Pinus sylvestris L.*), що пов'язано з площею хвоїнок обох видів шпилькових. У сосни кримської вона становить 5 мм², а в сосни звичайної – 2 мм².

Висновки. Отримані результати розрахунку фотосинтезу хвої шпилькових у разі підвищення температури в середньому на 3°C продемонстрували зміни в досліджуваному процесі. Обидва види шпилькових здатні регулювати вуглекисневий баланс в умовах підвищення температури: показник приросту сосни кримської зростатиме від 0,7 до 2,5 г/м², а сосни звичайної – від 0,3 до 1 г/м². Показники досліджуваних видів різняться зважаючи на площу хвоїнки.

За підвищення прогресування глобального потепління морфологічні особливості досліджуваних шпилькових здатні давати приріст в умовах півдня України. Підвищення температури забезпечить виконання регуляторних функцій сосни кримської і сосни звичайної.

Подальші дослідження полягають у вивченні інтенсивності фотосинтезу шпилькових Півдня України з урахування інших сценаріїв зміни клімату.

ЛІТЕРАТУРА:

1. Малимон С.С. Основи екології: підручник. Вінниця: Нова книга, 2009. 240 с.
2. Prentice K.C., Fung I.Y. Bioclimatic simulations test the sensitivity of terrestrial carbon storage to perturbed climate and Forests & Global climate change Potential Impact on U.S. Forest Resources Prepared for the Pew Center on Global Climate Change by Herman Shugart. University of Virginia Roger Sedjo resources for the Brentsohngen the Ohio State University, 1990, pp. 48-51. URL: <http://foresteology.cfans.umn.edu>.
3. Кособрюхов А. А. Автореф. дис. доктора биол. наук: 03.00.12. М., 2008. 230 с.
4. Букша І.Ф., Пастернак В.П., Роговий В.І. Запаси і динаміка вуглецю в лісах Гірського Криму. Лісівництво і агроеліорація. 2013. № 123. С. 165–168.
5. Бойченко С. Г. Автореф. дис... канд. геогр. наук: 11.00.09. / Київ. нац. ун-т ім. Т.Шевченка. 2001. 20 с.
6. Болондинский В.В. Автореф. дис. канд. биол. наук: 03.00.12 / НЦ РАН. Карел, 2003.
7. Проект організації і розвитку ДП «Цюрупинське лісомисливське господарство» Херсонського



обласного управління лісового і мисливського господарства. Ірпінь: Укрдержліспроєкт, 2011. 192 с.

8. Польовий А.М. Моделювання гідрометеорологічного режиму та продуктивності агроєкосистем. Одеса, 2013. 430 с.

9. Польовий А.М., Кузнецова Ю.О. Вплив кліматичних факторів на фотосинтез шпилькових в умовах Півдня України. Журнал фізичної географії та геоморфології. 2018. Вип. 1(89).

10. Изменения климата. 2016. URL: <http://cleenet.org/index.php/ru/onlajn-kurs/modul-2/85-izmeneniya-klimata>.

11. Замолодчиков Д.М. Прогноз роста глобальной температуры в XXI веке на основе простой статистической модели. Компьютерные исследования и моделирование. 2016. № 2. С. 379–390.