
БІОЛОГІЯ ҐРУНТІВ ТА МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ

УДК 504.7: 581.526.42 (477.85)

С. С. Руденко, О. Д. Зароченцева

ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІН ПРОДУКТИВНОСТІ ЛІСОУТВОРЮЮЧИХ ПОРІД ЧЕРНІВЕЦЬКОЇ ОБЛАСТІ ЗА ПОДАЛЬШОГО ПІДВИЩЕННЯ ТЕМПЕРАТУРИ В УМОВАХ МІКРОКОСМНИХ МОДЕЛЕЙ

Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича

За допомогою мікрокосмних моделей спрогнозовано вплив тренду підвищення температури на продуктивність лісоутворюючих порід Чернівецької області. Як матеріал використано самосів *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L. та *Quercus robur* L. Досліджено вплив підвищених температур на моно- та полікультуру зазначених видів деревних рослин. Встановлено, що зростання досліджуваних деревних порід у полікультурних контрольних мікрокосмах характеризується підвищенням приросту біомаси порівняно із монокультурою відповідної породи. У монокультурі виявлено достовірне підвищення приросту біомаси під впливом температури 30 °С лише у граба звичайного, а при 40 °С відмічене зростання даного показника у всіх досліджуваних порід, натомість у полікультурі за дії обох температур загальний приріст біомаси у всіх досліджуваних порід знизився порівняно з контрольними полікультурними мікрокосмами. За дії підвищеної температури на полікультурні мікрокосми відмічене зниження приросту біомаси рослин порівняно із монокультурою переважно за рахунок латерального приросту.

Ключові слова: парниковий ефект, підвищені температури, самосів, біомаса, продуктивність, апікальний приріст, латеральний приріст, монокультура, полікультура, дуб звичайний, граб звичайний, бук лісовий.

С. С. Руденко, О. Д. Зароченцева

Черновицкий национальный университет им. Юрия Федьковича

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЛЕСООБРАЗУЮЩИХ ПОРОД ЧЕРНОВИЦКОЙ ОБЛАСТИ ПРИ ДАЛЬНЕЙШЕМ ПОВЫШЕНИИ ТЕМПЕРАТУРЫ В УСЛОВИЯХ МИКРОКОСМНЫХ МОДЕЛЕЙ

С помощью микрокосмных моделей спрогнозировано влияние тренда повышения температуры на продуктивность лесоформирующих пород Черновицкой области. Как материал использовано самосев *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L. и *Quercus robur* L. Исследовано влияние повышенных температур на моно- и поликультуру указанных видов древесных растений. Установлено, что произрастание исследуемых древесных пород в поликультурных контрольных микрокосмах характеризуется повышением прироста биомассы по сравнению с монокультурой соответствующей породы. В монокультуре обнаружено достоверное повышение прироста биомассы под влиянием температуры 30 °С только у граба обыкновенного, а при 40 °С отмечено рост данного показателя у всех исследуемых пород, тогда как в поликультуре при влиянии обеих температур общий прирост биомассы у всех исследуемых пород снизился по сравнению с контрольными поликультурными микрокосмами. При влиянии повышенной температуры на поликультурные микрокосмы отмечено снижение прироста биомассы растений, по сравнению с монокультурой преимущественно за счет латерального прироста.

Ключевые слова: парниковый эффект, повышенные температуры, самосев, биомасса, продуктивность, апикальный прирост, латеральный прирост, монокультура, поликультура, граб обыкновенный, бук лесной, дуб обыкновенный.

© Руденко С. С., Зароченцева О. Д., 2011

ISSN 1684-9094. Ґрунтознавство. 2011. Т. 12, № 1-2

63

S. S. Rudenko, O. D. Zarochentseva

Yuriy Fedkovich Chernivtsi National University

PREDICTION CHANGES PRODUCTIVITY OF CHERNIVTSI REGION'S FOREST SPECIES FOR FURTHER INCREASING TEMPERATURE IN MICROCOSMIC MODELS

The influence of increasing temperature trend on productivity of forest species of Chernivtsi region with microcosmic models was predicted. *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L. and *Quercus robur* L. self-seeding are used as material for investigation. The influence of elevated temperature on mono-and multiculture of these species was investigated. Found that the growth of tree species in multicultural control microcosm is characterized by increased of biomass increment compared with monoculture respective breed. For the 30 °C temperature revealed significant increase of biomass increment in monoculture *Carpinus betulus* L. only, for the 40 °C marked the growth of this indicator in all studied species. For the both high temperatures in multicultural microcosms biomass increment decreased in all studied species compared with control multicultural microcosms. By action of increasing temperature on multicultural microcosms marked decrease in growth of plant biomass increment compared with monoculture, mostly due to lateral increment.

Key words: greenhouse effect, increasing temperatures, self-seeding, biomass, productivity, apical increment, lateral increment, monoculture, multiculture, Carpinus betulus L., *Fagus sylvatica* L., *Quercus robur* L.

Природна властивість атмосфери Землі утримувати теплове випромінювання земної поверхні, що зумовлена наявністю в ній вуглекислого газу, відома як явище природного парникового ефекту. Якби не існувало цього ефекту, то середня температура земної поверхні не перевищувала б $-6...-18$ °C, реально ж на даний момент вона сягає $+15$ °C (Ситник, 2006). Проте клімат планети стрімко змінюється і дедалі частіше говорять про явище парникового ефекту, викликаного антропогенною діяльністю людини. Ще донедавна глобальне потепління клімату в результаті антропогенного підсилення парникового ефекту розглядалось суто в науковому контексті, і лише в середині 80-х років різко визначились його екологічні та соціально-політичні наслідки.

«Згубні наслідки зміни клімату вже очевидні», – зазначено у Декларації конференції ООН зі сталого розвитку, яка відбулася в Йоганнесбурзі у вересні 2002 р. Певною мірою це формулювання підбиває підсумки дискусії останнього десятиліття щодо причин зміни клімату. У звіті робочої групи експертів Міжурядової комісії зі зміни клімату зроблено висновок, що на 90 % (з ризиком помилки не більше 10 %) зміни глобальних кліматичних характеристик останнього століття викликані зростаючим антропогенним навантаженням на кліматичну систему Землі.

Проблеми клімату України перебувають у центрі уваги вітчизняної наукової спільноти, хоча змінам клімату в Україні присвячено не так багато робіт. Останні, найбільш вагомими результатами містяться у монографії «Клімат України» (2003). У роботі розглянуто деякі теоретичні питання, зроблено спробу побудови сценаріїв клімату майбутнього. Ці сценарії враховують, в основному, температурний режим повітря.

В. Єремєєв і В. Єфімов (2003) вважають, що Україна належить до «критичних» регіонів планети, де можна очікувати порівняно великих градієнтів змін температури. Цьому сприяє наявність Чорного й Азовського морів, Карпатських, Кримських і сусідніх Кавказьких гір. З метою підвищення вірогідності прогнозів автори пропонують виділити на її території субрегіони: Північно-Західний, Північно-Східний, Південно-Західний, Південно-Східний та окремо Крим. Залежно від субрегіонів можна очікувати ймовірних змін клімату. Принаймні ретроспективний аналіз показав, що за 95 років ХХ ст. температура повітря зросла у Північно-Східному і Південно-Східному субрегіонах України на $2,7-2,8$ °C, тоді як у Північно-Західному – на $1,1-1,7$ °C (Єремєєв, 2003).

Упродовж 2005–2008 рр. у більшості місяців середня температура повітря перевищувала норму. Найвищі позитивні відхилення відзначалися у січні – до 3 °C, у березні, липні, серпні та грудні вони становили $1,5-2$ °C. Середня річна температура повітря за цей період перевищила норму на $1,5$ °C. Найтеплішим був 2007 рік, за який середня температура повітря перевищила норму на $2-2,5$ °C (5-те Національне повідомлення..., 2009).

Значні зміни відбулися і в настанні весняного та осіннього сезонів (переходу температури повітря через 0 °С). Порівняння дат стійкого переходу середньої добової температури повітря через 0 °С навесні за 1991–2005 рр. з кліматологічною стандартною нормою (1961–1990 рр.) показало, що за 1991–2005 рр. на заході стійкий перехід середньої добової температури повітря через 0 °С навесні відбувся на 14–16 днів, на півдні та в центральній частині – на 12–13, на крайньому північному сході на 9–10 днів раніше, ніж за кліматологічною стандартною нормою (Настання весняного сезону..., 2009).

Прогнози змін кліматичної системи у XXI столітті, отримані на основі моделювання імовірних сценаріїв розвитку людства та економіки. Для трьох з шести найбільш вірогідних сценаріїв всі залучені моделі прогнозують підвищення глобальної температури повітря до кінця XXI ст. в середньому на 2,0–4,5 °С. Згідно з прогнозом, найбільших кліматичних змін зазнають полярні та субполярні регіони, тропічні та субтропічні пустелі. Найбільші швидкості зростання температури прогнозуються на середину XXI ст., що відповідає моменту найбільшої прогнозованої чисельності населення планети.

Що стосується можливих змін клімату в Україні в XXI ст., за висновками Четвертої доповіді з оцінки змін клімату, Україна не входить до переліку найбільш вразливих до глобального потепління регіонів нашої планети. Разом з цим всі моделі прогнозують підвищення температури за всіма сценаріями по відношенню до 2001–2010 рр., і на кінець XXI століття усереднене підвищення для всієї території України складатиме $2,0\text{--}3,8 \pm 0,8$ °С для різних сценаріїв (5-те Національне повідомлення..., 2009).

У даній роботі ми проводимо імітаційні дослідження впливу підвищеної температури, як наслідку парникового ефекту на приріст біомаси деревних порід, що є домінуючими в лісах Чернівецької області. Актуальність запропонованого нами підходу зумовлена усезростаючою необхідністю дослідження впливу складових глобальної екологічної кризи, зокрема наслідків парникового ефекту на стан рослин, при цьому на особливу увагу заслуговують саме рослини-едифікатори певних територій. Оскільки проводити подібні дослідження в природних умовах неможливо, нами започатковано використання для цих цілей штучних екосистем – мікрокосмів. Пріоритет у застосуванні мікрокосмів належить американським дослідникам (Одум, 1986; Drake, 1996), тоді як в Україні подібний підхід був започаткований нами у 2003 році.

Метою роботи була оцінка стійкості лісових видів-едифікаторів Чернівецької області за імітації наслідків парникового ефекту на основі отриманих даних приросту біомаси, а також порівняння показників приросту біомаси досліджуваних порід в умовах підвищеної температури при зростанні у чистих та змішаних культурах.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

В якості досліджуваних видів обрано однорічний самосів листяних видів-лісоутворювачів Чернівецької області, а саме граба звичайного (*Carpinus betulus* L.), бука лісового (*Fagus sylvatica* L.) і дуба звичайного (*Quercus robur* L.).

Відбір самосіву *Carpinus betulus* L., *Fagus sylvatica* L. та *Quercus robur* L. здійснювали в лісництві села Поляна Хотинського району Чернівецької області (висота 254 м, координати: 48°29'08.60" С та 26°14'12.00" Е). За національним атласом України с. Поляна знаходиться в межах Заставнівсько-Хотинського фізико-географічного району (Прут-Дністровська височинна область, зона широколистяних лісів – Західноукраїнський край, країна – Східно-Європейська рівнина) (Національний атлас України, 2007).

Дослідження проводили протягом 2005–2008 рр. Після відбору рослини були висаджені у 5-літрові пластикові ємності, утворюючи модельні екосистеми – мікрокосми. У кожний мікрокосм висаджували по два сіянці досліджуваних порід: монокультура «бук – бук», «граб – граб», «дуб – дуб», полікультура «граб – бук», «граб – дуб», «бук – дуб». Повторність для кожного варіанту була восьмикратною. Досліджували продуктивність деревних порід за дії підвищеної температури 30 °С і 40 °С.

Тривалість експерименту становила 1 місяць. Протягом цього періоду мікрокосми не відкривалися, щоб не порушити чистоту експерименту. Під час

експерименту контрольні мікрокосми утримували в культиваційній кімнаті при температурі 22–25 °С, дослідні на ніч поміщали до термостату із заданою температурою. Фотоперіод регулювався автоматично за допомогою реле часу: світловий період тривав 16 годин, темновий – 8, що приблизно відповідає тривалості світлового дня липня місяця в помірних широтах. Протягом експерименту контрольні та дослідні мікрокосми поливали дистильованою водою по 50 мл двічі на тиждень.

Розроблена нами методика оцінки продуктивності деревних порід обіймає ряд наведених нижче операцій. На кожному дереві нумерували всі гілки, для зручності нумерацію починали з нижніх гілок стовбура., потім проводили заміри лінійних розмірів стовбура та гілок, а також діаметра стовбура.

Після завершення експерименту повторно проводили заміри лінійних розмірів стовбура та гілок і діаметра стовбура. Масу приросту стовбура та гілок у довжину визначали ваговим методом на електронних вагах AXIS AD 600 шляхом зважування частин, які приросли за час експерименту. Приростом гілок в ширину в даній методиці нехтуємо, оскільки даний показник мав значення в межах похибки. Латеральний приріст маси стовбура визначали розрахунковим методом за різницею об'ємів головного пагона до початку та після завершення експерименту. Зазначений приріст переводили в одиниці маси за спеціальними коефіцієнтами для конкретної породи.

Латеральний приріст біомаси стовбура знаходили за узагальненою формулою:

$$PC_{л} = \frac{(V_1 - V_0) \cdot k}{1000} = \frac{(\pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot d_1)^2 \cdot H - \pi \cdot (\frac{1}{2} \cdot d_0)^2 \cdot H) \cdot k}{1000},$$

де $PC_{л}$ – маса латерального приросту стовбура (в ширину), г; V_0 та V_1 – об'єми стовбура перед початком та після закінчення експерименту, мм³; k – об'ємна вага деревини певної породи, г/см³; 1000 – коефіцієнт для переведення мм³ в см³; H – висота стовбура перед початком та після закінчення експерименту (без верхівкового приросту, який відрізається), мм; π – число $\Pi = 3,14$; d_0 та d_1 – діаметри стовбура перед початком та після закінчення експерименту, мм.

Для знаходження загального приросту (ЗП) біомаси окремого дерева сумували масу апікального та латерального приростів стовбура та масу приросту гілок у довжину:

$$ЗП = PC_a + PC_{л} + ПГ,$$

де $ЗП$ – загальний приріст біомаси, г; PC_a – маса апікального приросту стовбура, г; $PC_{л}$ – маса латерального приросту стовбура (в ширину), г; $ПГ$ – маса приросту гілок, г.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Отримані нами дані щодо приросту біомаси та його складових у досліджуваних порід за умови зростання в монокультурі представлені в табл. 1.

У *Carpinus betulus* L. при зростанні за умови підвищеної температури 30 °С відзначене достовірне збільшення загального приросту біомаси у порівнянні з контролем на 12,0 %, причому приріст біомаси гілок зменшився на 43,5 %, а апікальний та латеральний прирости стовбура зросли у порівнянні з контролем на 28,6 % та 14,8 %, відповідно. У *Fagus sylvatica* L. при температурі 30 °С спостерігається зниження ПГ на 41,3 %, підвищення PC_a на 33,3 % і $PC_{л}$ на 3,8 %, разом з цим ЗП достовірно не змінюється і залишається на контрольному рівні. У *Quercus robur* L. загальний приріст біомаси та його складові залишаються на рівні контрольних значень. Що стосується зміни приросту біомаси та його структури у досліджуваних порід за умови підвищеної температури 40 °С, відзначимо наступне: загальний приріст біомаси підвищується у всіх досліджуваних порід від 17,7 % у дуба до 27,9 % у бука. Відбувається таке підвищення за рахунок збільшення латерального приросту стовбура на 19,9 % у *Carpinus betulus* L., на 35,0 % у *Fagus sylvatica* L. та на 20,4 % у *Quercus robur* L., а приріст гілок та приріст стовбура у

висоту за дії даного чинника або не змінюється (*Quercus robur* L.), або достовірно знижується (*Carpinus betulus* L. та *Fagus sylvatica* L.).

У табл. 2 містяться результати по приросту біомаси та його структурі за дії підвищеної температури в умовах полікультурного зростання досліджуваних порід у мікрокосмах. При 30 °С загальний приріст біомаси зменшується у всіх досліджуваних порід відносно контрольних мікрокосмів: у *Carpinus betulus* L. – на 31,5 % (в полікультурі з буком) та 28,9 % (в полікультурі з дубом), у *Fagus sylvatica* L. – на 26,1 % (у полікультурі з грабом) та 36,5 % (в полікультурі з дубом), у *Quercus robur* L. – на 33,3 % (в полікультурі з грабом) та 39,0 % (в полікультурі з буком). На близький до загального приросту відсоток знижується і латеральний приріст стовбура, який складає основну частину у складі загального приросту. Також зменшується і приріст біомаси гілок у граба на 30,5 % при зростанні в полікультурних мікрокосмах з буком та у дуба – на 37,5 % в полікультурі з грабом і на 42,6 % в полікультурі з буком. У інших дослідних варіантах достовірної зміни ПГ та ПС_а порівняно з контролем за дії температури 30 °С не виявлено.

Таблиця 1

Приріст біомаси та його структура у листових порід Чернівецької області за імітації підвищених температур при монокультурному зростанні у мікрокосмах (n=8)

Досліджувані види	Показники	Приріст гілок (ПГ), г	Апікальний приріст стов-бура (ПС _а), г	Латеральний приріст стов-бура (ПС _л), г	Загальний приріст (ЗП), г
	Варіанти				
<i>Carpinus betulus</i> L.	Контроль	0,046±0,037	0,028±0,0016	0,718±0,0075	0,791±0,0103
	Підвищена температура (30°C)	0,026±0,0028* t=4,32	0,036±0,0017* t=3,45	0,824±0,0078* t=9,82	0,886±0,0075* t=7,41
	Підвищена температура (40°C)	0,049±0,0044 t=0,58	0,024±0,0016* t=4,89	0,861±0,0100* t=11,45	0,934±0,0111* t=9,41
<i>Fagus sylvatica</i> L.	Контроль	0,046±0,0034	0,042±0,0019	0,683 ±0,0085	0,770±0,0109
	Підвищена температура (30°C)	0,027±0,0031* t=3,94	0,056±0,0021* t=5,21	0,709±0,0067* t=2,40	0,793±0,0078 t=1,69
	Підвищена температура (40°C)	0,030±0,0026* t=3,55	0,033±0,0019* t=3,23	0,922±0,0081* t=20,35	0,985±0,0084* t=15,61
<i>Quercus robur</i> L.	Контроль	0,028±0,0030	0,034±0,0021	0,725 ±0,0085	0,787±0,0081
	Підвищена температура (30°C)	0,022±0,0030 t=1,39	0,040±0,0016 t=2,32	0,743±0,0092 t=1,49	0,804±0,0100 t=1,32
	Підвищена температура (40°C)	0,026±0,0030 t=0,46	0,027±0,0027 t=2,03	0,873±0,0079* t=12,77	0,926±0,0091* t=11,45

Примітки: t – критерій Стьюдента; * – достовірна різниця при P<0,05.

Під дією підвищеної температури 40 °С у полікультурних мікрокосмах досліджуваних порід спостерігається зниження загального приросту біомаси у *Carpinus betulus* L. при полікультурному зростанні з *Fagus sylvatica* L. та *Quercus robur* L. на 20,8 % та 11,7 %, відповідно. У *Fagus sylvatica* L. даний показник зменшується на 22,4 % в мікрокосмах з *Carpinus betulus* L. та на 28,8 % – з *Quercus robur* L., і на 11,7 % та 22,8 % – у *Quercus robur* L. при зростанні, відповідно, з *Carpinus betulus* L. та *Fagus sylvatica* L.

Якщо провести порівняння, як змінюється приріст біомаси у досліджуваних порід за умови монокультурного та полікультурного зростання видів у мікрокосмах, то виявляється, що загальний приріст збільшується у контрольних полікультурних мікрокосмах по відношенню до контрольних монокультурних. Так, наприклад,

відзначимо достовірне підвищення ЗП у *Carpinus betulus* L. (в полікультурі з *Fagus sylvatica* L.) на 10,0 % порівняно із монокультурою граба звичайного (рис. 1), на 29,1 % у *Fagus sylvatica* L. (в полікультурі з *Quercus robur* L.) порівняно з монокультурою бука (рис. 4). На такий факт про вищу продуктивність мішаних насаджень у порівнянні з чистими вказують багато дослідників (Колесниченко, 1976; Баранецкий, 1990; Смаглюк, 1974). Зокрема К. К. Смаглюк зазначає, що дуб досягає найвищої своєї продуктивності у культурах з буком та ялицею. Також автор доводить, що одним із кращих супутників дуба є граб (Смаглюк, 1974). У наших дослідженнях бачимо, що продуктивність *Quercus robur* L. в контролі збільшується

Таблиця 2

Приріст біомаси та його структура у листяних порід Чернівецької області за імітації підвищених температур при полікультурному зростанні у мікрокосмах (n=8)

Комбінунвання видів	Показники	Приріст бічних пагонів (ПГ), г	Апікальний приріст стовбура (ПС _а), г	Латеральний приріст стовбура (ПС _л), г	Загальний приріст (ЗП), г
	Варіанти				
<i>Carpinus betulus</i> L.	Контроль	0,059±0,0038	0,025±0,0029	0,785±0,0133	0,870±0,0157
	Підвищена температура (30°C)	0,041±0,0029* t=3,84	0,028±0,0028 t=0,74	0,527±0,0163* t=12,28	0,596±0,0154* t=12,41
	Підвищена температура (40°C)	0,034±0,0022* t=5,77	0,025±0,0029 t=4,90E-07	0,630±0,0165* t=7,35	0,689±0,0175* t=7,66
	Контроль	0,050±0,0037	0,042±0,0045	0,675±0,0104	0,767±0,0090
	Підвищена температура (30°C)	0,049±0,0030 t=0,34	0,042±0,0049 t=3,76E-02	0,477±0,0158* t=10,50	0,567±0,0173* t=10,24
	Підвищена температура (40°C)	0,034±0,0023* t=3,85	0,029±0,0014* t=2,62	0,532±0,0166* t=7,31	0,595±0,0161*
<i>Fagus sylvatica</i> L.	Контроль	0,047±0,0026	0,029±0,0027	0,726±0,0152	0,802±0,0160
	Підвищена температура (30°C)	0,050±0,0036 t=0,81	0,029±0,0028 t=9,65E-02	0,492±0,0185* t=9,76	0,570±0,0221* t=8,51
	Підвищена температура (40°C)	0,045±0,0026 t=0,34	0,029±0,0028 t=4,71E-07	0,633±0,0145* t=4,42	0,708±0,0154* t=4,24
	Контроль	0,048±0,0029	0,037±0,0051	0,847±0,0144	0,932±0,0159
	Підвищена температура (30°C)	0,030±0,0021* t=5,05	0,036±0,0033 t=0,19	0,556±0,0156* t=13,72	0,622±0,0172* t=13,23
	Підвищена температура (40°C)	0,029±0,0022* t=4,97	0,027±0,0026 t=1,76	0,765±0,0133 t=4,42	0,823±0,0150* t=4,95
<i>Quercus robur</i> L.	Контроль	0,050±0,0034	0,040±0,0038	0,898±0,0127	0,994±0,0154
	Підвищена температура (30°C)	0,056±0,0036 t=1,23	0,040±0,0031 t=0,13	0,540±0,0115* t=20,89	0,631±0,0124* t=18,37
	Підвищена температура (40°C)	0,032±0,0022* t=4,50	0,028±0,0027* t=2,53	0,648±0,0121* t=14,25	0,708±0,0131* t=14,12
	Контроль	0,047±0,0041	0,035±0,0031	0,946±0,0268	1,027±0,0218
	Підвищена температура (30°C)	0,027±0,0021* t=4,34	0,034±0,0024 t=0,25	0,566±0,0154* t=12,27	0,626±0,0155* t=4,99
	Підвищена температура (40°C)	0,025±0,0024* t=4,57	0,029±0,0027 t=1,33	0,739±0,0117* t=7,05	0,793±0,0098* t=9,76

Примітки: t – критерій Стюдента; * – достовірні різниці при P<0,05.

на 18,4 % та 30,5 % при зростанні у полікультурних мікрокосмах з *Carpinus betulus* L. та *Fagus sylvatica* L. (рис. 5 та 6), відповідно, і складає $0,932 \pm 0,0159$ г та $1,027 \pm 0,0218$ г, тоді як в монокультурі дуба $0,787 \pm 0,0081$ г.

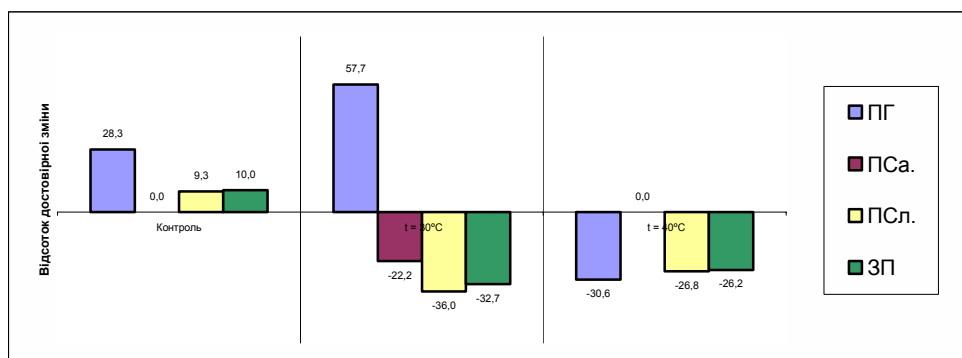


Рис. 1. Відсоток достовірної зміни приросту та його структури у *Carpinus betulus* L. (в полікультурі з *Fagus sylvatica* L.) по відношенню до монокультури граба

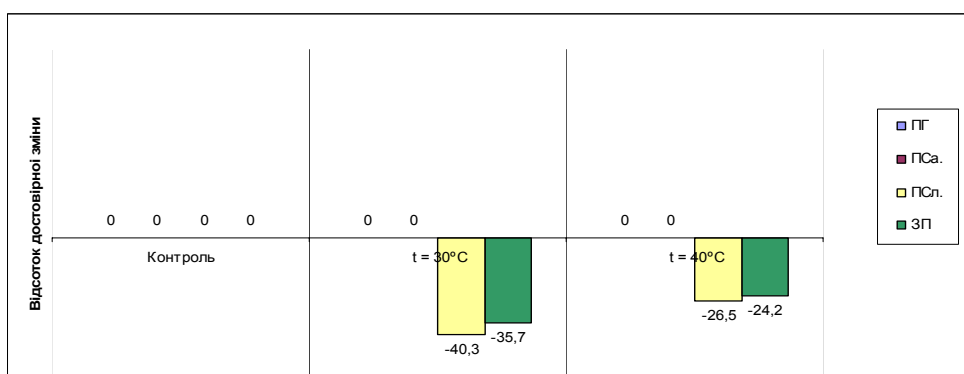


Рис. 2. Відсоток достовірної зміни приросту та його структури у *Carpinus betulus* L. (в полікультурі з *Quercus robur* L.) по відношенню до монокультури граба

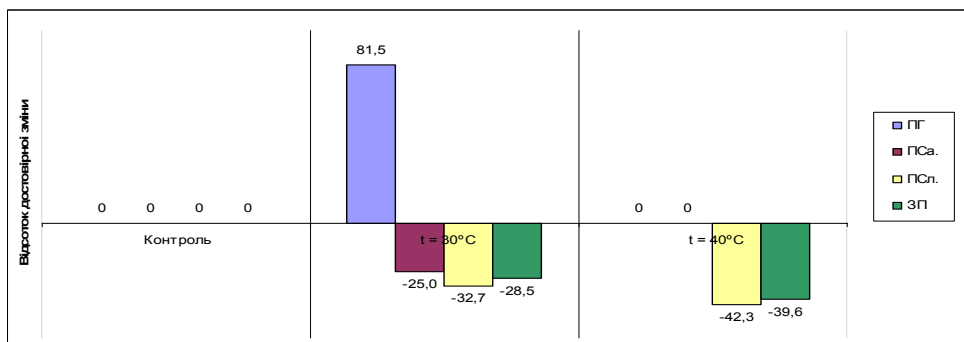


Рис. 3. Відсоток достовірної зміни приросту та його структури у *Fagus sylvatica* L. (в полікультурі з *Carpinus betulus* L.) по відношенню до монокультури бука

Проте за умови впливу підвищеної температури і 30 °С, і 40 °С загальний приріст граба, бука і дуба досить відчутно знижується, порівняно із монокультурою кожної породи (рис. 1–6). У відповідний бік змінюється і приріст стовбура в ширину, приріст гілок у контролі та при 30 °С у полікультурних мікрокосмах або залишається на рівні монокультури, або підвищується і досить

суттєво (за дії підвищеної температури 30 °С у *Fagus sylvatica* L. при зростанні з *Carpinus betulus* L. – на 81,5 % (рис. 3), а з *Quercus robur* L. – на 107,4 % (рис. 4) відносно монокультури бука за дії даного чинника). Апікальний приріст стовбура у більшості полікультурних мікрокосмів – і контрольних, і дослідних, залишається на рівні значень даного показника у відповідній породи при монокультурному зростанні, лише у бука знижується на 25,0 % (в полікультурі з грабом) і на 28,6 % (в полікультурі з дубом), і у граба при зростанні у мікрокосмах з буком лісовим апікальний приріст стовбура знижується на 22,2 %.

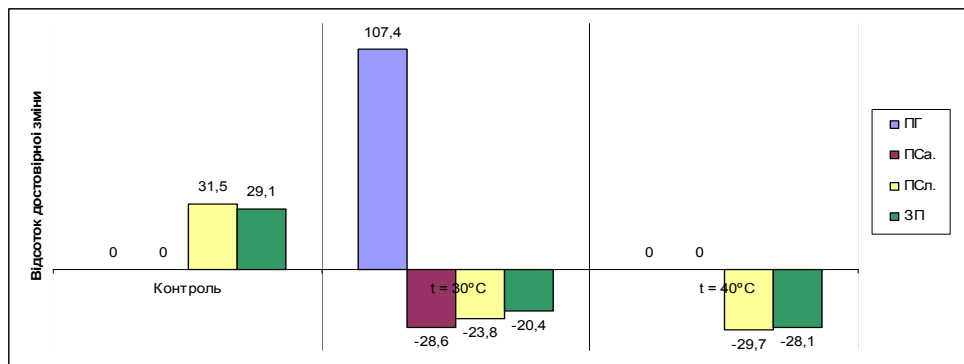


Рис. 4. Відсоток достовірної зміни приросту та його структури у *Fagus sylvatica* L. (в полікультурі з *Quercus robur* L.) по відношенню до монокультури бука

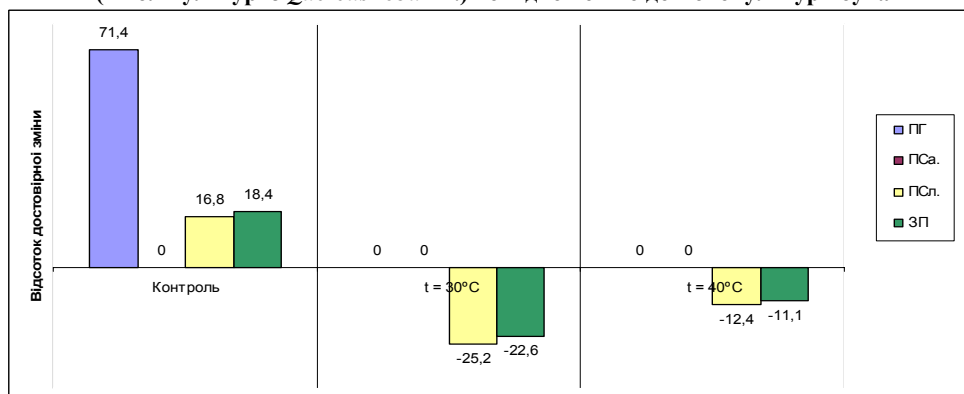


Рис. 5. Відсоток достовірної зміни приросту та його структури у *Quercus robur* L. (в полікультурі з *Carpinus betulus* L.) по відношенню до монокультури дуба

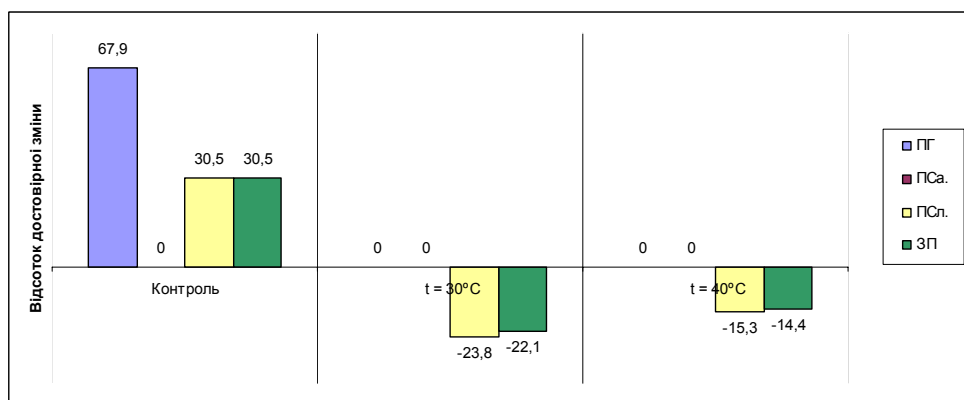


Рис. 6. Відсоток достовірної зміни приросту та його структури у *Quercus robur* L. (в полікультурі з *Fagus sylvatica* L.) по відношенню до монокультури дуба

ВИСНОВКИ

Зростання досліджуваних деревних порід у полікультурних контрольних мікрокосмах характеризується підвищенням приросту біомаси порівняно із монокультурою відповідної породи. У монокультурі показано достовірне підвищення приросту біомаси у *Carpinus betulus* L. під дією підвищеної температури 30 °С, а при 40 °С відмічене зростання даного показника у всіх досліджуваних порід. У полікультурі загальний приріст біомаси у всіх досліджуваних порід знизився на 26,1–39,0 % за дії підвищеної температури 30 °С, і на 11,7–28,8 % за дії підвищеної температури 40 °С порівняно з полікультурними мікрокосмами в контролі. При дії підвищеної температури, як наслідку парникового ефекту на полікультурні мікрокосми відмічене зниження приросту біомаси рослин порівняно із монокультурою за аналогічного впливу стресового чинника, переважно за рахунок латерального приросту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

- Бабіченко В. М.** Настання весняного сезону в Україні (перехід середньої добової температури через 0°C) / В. М. Бабіченко, Н. В. Ніколаєва, С. Ф. Рудішина та ін. – Укр. геогр. журн. – 2009. – № 1. – С. 25-35.
- Баранецкий Г. Г.** Химическое взаимодействие древесных растений / Г. Г. Баранецкий. – Львов: Свит, 1990. – 160 с.
- Єремєєв В.** Регіональні аспекти глобальної зміни клімату / В. Єремєєв, В. Єфімов // Вісн. НАН України. – 2003. – № 2. – С. 14-19.
- Клімат України** / За ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко. – К.: Вид-во Раєвського, 2003. – 343 с.
- Колесниченко М. В.** Биохимические взаимодействия древесных растений / М. В. Колесниченко. – М.: Лесн. пром-сть, 1976. – 184 с.
- Національний атлас України.** – К.: ДНВП «Картографія», 2007. – 440 с.
- Одум Ю.** Экология: в 2 т. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 326 с.
- Руденко С. С.** Вплив імітованих кислотних дощів на продуктивність лісових екосистем у мікрокосмах / С. С. Руденко, О. Д. Зароченцева // Доповіді Національної академії наук України. – 2008. – № 3. – С. 183-187.
- Ситник К.** Біосфера і клімат: минуле, сьогодення і майбутнє / К. Ситник, В. Баглюк // Вісн. НАН України. – 2006. – № 9. – С. 3-20.
- Смаглюк К. К.** Аборигенні листяні лісоутворювачі / К. К. Смаглюк. – Ужгород: Карпати, 1974. – 120 с.
- 5-те Національне повідомлення** України з питань зміни клімату. – К., 2009. – 282 с.
- Drake J., Huxel G., Hewitt C.** Microcosms as models for generating and testing community theory // Ecology. – 1996. – 77. – P. 670-677.

Надійшла до редколегії 14.03.11