

ВПЛИВ ДІОКСИДУ КАРБОНАТУ І ТЕМПЕРАТУРИ НА РІСТ *AMBROSIA ARTEMISIFOLIA* L.

О.Я. Буждиган, О.В. Баглей, С.С. Костишин, Н.М. Марків

*Інститут біології, хімії та біоресурсів Чернівецького національного університету
ім. Ю. Федьковича*

*Проведено експериментальні дослідження у мікрокосмах щодо оцінки впливу градієнта концентрацій CO₂ та підвищеної температури на ріст та розвиток інвазійного виду *Ambrosia artemisifolia* L. Доведено, що посилення впливу чинників глобального потепління (CO₂ та температура) сприяє росту та розвитку рослин *A. artemisifolia*. Зростання концентрації CO₂ у експериментальних мікрокосмах стимулює приріст стебла амброзії, а комбінований ефект впливу CO₂ та підвищення температурного режиму — приріст бічних пагонів *A. artemisifolia*.*

Ключові слова: *Ambrosia artemisifolia* L., моделювання, чинники глобального потепління, CO₂, мікрокосми.

Низка досліджень були зосереджені на встановленні впливу підвищеної концентрації CO₂ в атмосфері на природні та аграрні фітоценози [1–5]. За прогнозами вчених збільшення концентрації CO₂ стимулює у рослин інтенсивність фотосинтезу [6], збільшення ефективності водокористування [7], зменшення втрати вуглецю на темнове дихання і зміни фенотипу [8]. Наслідком таких змін науковці називають здатність рослини рости швидше і мати більший приріст фітомаси в умовах збагачення атмосферного повітря CO₂. Порівняно із середовищем природних екосистем, середовище міста прямо залежить від підвищення температури і концентрації CO₂ у повітрі [9–11]. Фізіологічні реакції рослин на існуючий рівень урбанізації мають різні екологічні наслідки, зокрема активний розвиток бур'янів, які швидко розповсюджуються на антропогенно порушених територіях. Серед карантинних видів рослин в Україні амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisifolia* L.) набула найбільшого поширення [12–17], що визначило вид як небезпечний карантинний бур'ян-алерген, який за 75 років пройшов усі етапи експансії: первинне проникнення, розселення та наступну натуралізацію. Численними до-

слідженнями [14, 17–19] доказано, що чинників такої швидкої експансії карантинних організмів є багато, серед них не останню роль у цьому процесі відіграють глобальні зміни клімату — збільшення вмісту CO₂ у повітрі та підвищення температурного режиму. Сучасні дослідження свідчать [20–22], що урбанізація екосистем повністю змінила періоди продукування пилку амброзією. Для амброзії полинолістої, як і для інших рослин з C₃-типом фотосинтезу, вуглець у повітрі є обмежувальним (лімітуючим) чинником. На основі даних, які були одержані в ході дворічних польових досліджень, визначено [21], що рівень урбанізації прямо корелює зі зміною погоднокліматичних умов, а саме: зі зростанням вмісту CO₂ і температури повітря, які, своєю чергою, впливають на фенотип, продукування пилку, алергенність, а в подальшому й на концентрацію пилку амброзії в атмосфері. Надземна біомаса, у т.ч. і біомаса суцвіть, також збільшується за підвищення рівня урбанізації територій [23].

Очевидно, інвазійні види мають ширші діапазони стосовно адаптації до змін температури повітря порівняно з аборигенними видами рослин. Важливими пристосувальними властивостями інвазійних видів є їх здатність швидко змінювати діапазони толерантності, а також незалежність від інших організмів щодо запилення і роз-

повсюдження насіння. Інвазійні види, як правило, мають всі ці переваги.

Метою роботи було проведення модельних досліджень у мікрокосмах щодо оцінки впливу деяких чинників глобального потепління на ріст та розвиток інвазійного виду *A. artemisifolia*.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для досягнення поставленої мети рослини *A. artemisifolia* (у генеративному віковому стані g_1) відбирали із природних умов та переносили у мікрокосми. Для дослідів було висаджено 24 рослини в 12 мікрокосмів, тобто по дві рослини у один мікрокосм. Дослідні рослини адаптовували до нових умов упродовж шести днів. Моделювання погодно-кліматичних змін проводили шляхом закачування CO_2 у мікрокосми у різних концентраціях (1 та 2 л CO_2) за допомогою апарата Кіппа при підвищеній температурі повітря. Тривалість дослідів – 17 днів. Оцінювали приріст пагонів *A. artemisifolia* за дії відповідних чинників (контроль – полив дистильованою водою; дослід 1 – збагачення мікрокосмів 1 л CO_2 ; дослід 2 – 2 л CO_2 ; дослід 3 – збагачення мікрокосмів 2 л CO_2 та нагрівання у термостаті до $32^\circ C$). У процесі дослідження оцінювали показники приросту стебла рослин у висоту за різного рівня навантаження на них. Ре-

зультати опрацьовували методом ANOVA для перевірки статистично достовірної різниці між дослідями (програма Stat Soft STATISTICA).

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

Приріст стебла за відсутності впливу досліджуваних чинників варіював у межах 0,49–2,07%, тоді як збільшення навантаження на дослідні мікрокосми свідчить про підвищення рівнів амплітуди значень, а саме: 0,67–4,57%; 0,81–5,33 та 2,81–18,4% за збагачення повітря 1 л CO_2 ; 2 л CO_2 та 2 л CO_2 при нагріванні мікрокосму до $+32^\circ C$ відповідно (табл. 1).

Крім того, результати дослідження продемонстрували збільшення варіації частки приросту стебла у висоту за підвищення навантаження з боку чинників температури та CO_2 , а саме: коефіцієнт варіації $CV = 0,5\%$ за відсутності впливу (контроль); $CV = 3,1$ – за додавання 1 л CO_2 ; $CV = 4,4$ – за додавання 2 л CO_2 ; та $CV = 43,9\%$ – за додавання 2 л CO_2 та нагрівання до $+32^\circ C$. Наші результати узгоджуються з попередніми дослідженнями [4, 6–7] про те, що деякі рослини мають значні адаптаційні властивості до підвищених температур та концентрацій CO_2 . Тому вказані умови мають позитивний вплив на процеси росту та розвитку рослин, процеси дозрівання

Таблиця 1

Показники приросту *Ambrosia artemisifolia* L. за умов різного впливу CO_2 та підвищеної температури

Варіанти дослідів	Середнє значення приросту стебла, %	Стандартне відхилення (+/-)	Коефіцієнт варіації CV, %	Амплітуда значень, %	
				Min	Max
Полив дистильованою водою (контроль)	1,18	0,71	0,5	0,49	2,07
Збагачення повітря 1 л CO_2 – № 1	2,35	1,75	3,1	0,67	4,57
Збагачення повітря 2 л CO_2 – № 2	2,52	2,09	4,4	0,81	5,33
Збагачення повітря 2 л CO_2 та нагрівання до $32^\circ C$ – № 3	7,93	6,63	43,9	2,81	18,14

та врожайність [11]. Зокрема, у деяких роботах йдеться [7], що такий ефект можна пояснити впливом чинників глобального потепління на водний режим рослин, а це, своєю чергою, сприяє стимуляції енергетичного обміну та процесів росту виду.

У середньому, приріст стебла досліджуваного карантинного виду у висоту збільшувався за підвищення рівнів CO_2 у повітрі та температури. За відсутності впливу на досліджувані мікрокосми цих чинників приріст стебла становив 1,18%. У мікрокосмах досліду 1 (збагачення повітря 1 л CO_2) приріст стебла рослин у висоту становив 2,35%, тоді як в умовах досліду 2 (2 л CO_2) спостерігалось збільшення приросту стебла на 2,52%. За найбільшого ступеня навантаження на мікрокосми (2 л CO_2 + нагрівання до $+32^\circ\text{C}$) середній приріст рослин у висоту становив 7,93%.

Статистичний метод Фішера ANOVA засвідчив, що різниця у варіації даних за різного навантаження є статистично до-

стовірною ($F = 4,2$, $p = 0,02$). Також статистична достовірність у варіації даних за різного впливу на дослідні зразки демонструє існування ефекту, спричиненого цим впливом, та достовірність значень показників дослідних рослин на цей вплив. Отже, статистичний аналіз наших даних за ANOVA підтверджує, що підвищення CO_2 в атмосферному повітрі, а також нагрівання повітря зумовлює підвищення приросту висоти стебла карантинного виду *A. artemisifolia* (рис. 1).

Крім того, нами використано кореляційний аналіз Пірсона для з'ясування сили залежності між приростом висоти досліджуваних рослин та впливом на них чинників CO_2 і температури. Кореляційний аналіз також підтвердив існування статистично достовірної (при $p < 0,05$) позитивної залежності ($r = 0,54$, $p = 0,006$) між приростом стебла 24-х досліджуваних рослин і підвищенням CO_2 та температури повітря (рис. 2).

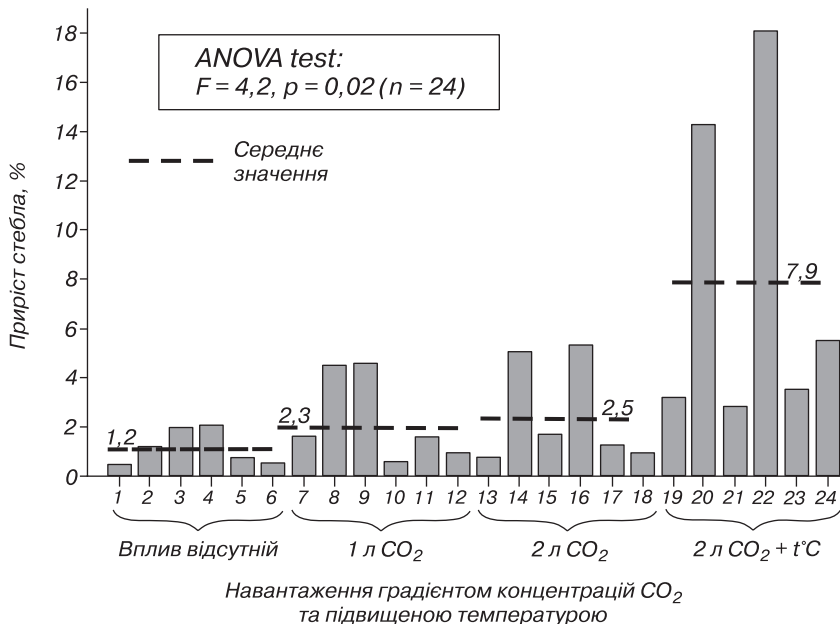


Рис. 1. Розрахунок показників приросту *Ambrosia artemisifolia* L. за впливу градієнта концентрації CO_2 та підвищеної температури на основі методу ANOVA для перевірки статистично достовірної різниці між дослідями (програма Stat Soft STATISTICA)

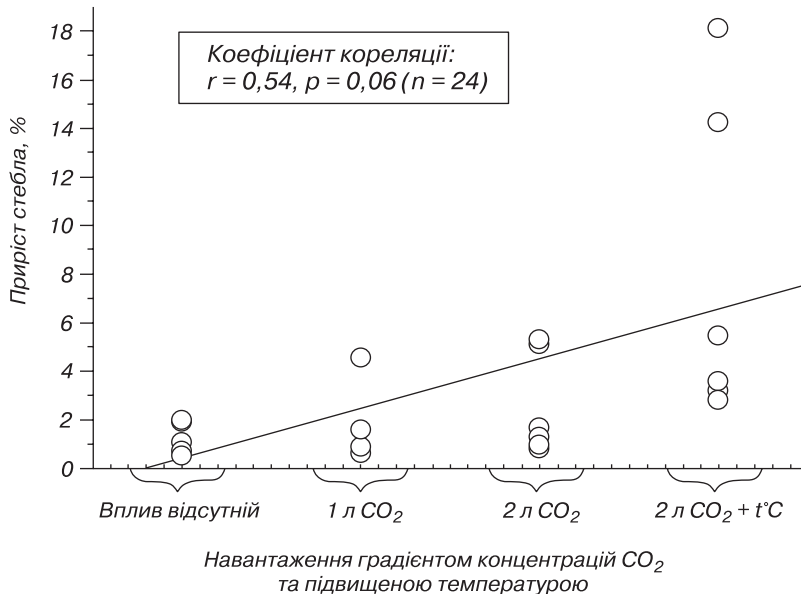


Рис. 2. Визначення кореляційної залежності між приростом стебла *Ambrosia artemisifolia* L. і впливом CO₂ та температурою методом лінійної кореляції Пірсона

Величину приросту бокових пагонів карантинного виду *A. artemisifolia* за впливу CO₂ та температури визначали за збільшенням їх частки (рис. 3, табл. 2). Було проаналізовано 57 бокових пагонів 24-х дослідних рослин. У дослідях 1–3 та 4 кількість бокових пагонів становила 13, 11, 22 та 11 од. відповідно.

За збільшення навантаження на експериментальні моделі значно збільшилася варіація даних щодо приросту бокових пагонів, а саме: від 0,75 до 13,33% (CV = 10,9) за відсутності впливу на мікрокосми; від 2,33 до 13,53 (CV = 12,3) за збагачення повітря 1 л CO₂; від 1,11 до 14,81 (CV = 23,2) – за 2 л CO₂; від 1,61 до 37,50% (CV = 107) за збагачення повітря 2 л CO₂ і нагрівання мікрокосмів до +32°C (табл. 2).

Аналіз варіації даних приросту 57 досліджуваних бокових пагонів методом ANOVA засвідчив статистично достовірну (при $p < 0,05$) різницю у варіації даних між різними дослідями та підтвердив існування ефекту ($F = 2,9, p = 0,04$) різного рівня збагачення повітря CO₂ та нагрівання на показники приросту бокових пагонів *A. artemisifolia*

(рис. 3). Такий ефект був стимулюючим для досліджуваного карантинного виду, оскільки середні значення приросту бокових пагонів збільшувалися залежно від підвищення рівня впливу і становили: 2,6; 5,94; 6,36 та 9,63% за збагачення повітря 1 л CO₂; 2 л CO₂; 2 л CO₂ разом з нагріванням мікрокосмів до +32°C відповідно (табл. 2).

У науковій літературі [2, 4, 9] наводяться дані, що чинники глобального потепління спричиняють цілу низку фізіологічних реакцій, зокрема, фенологічні зміни, посилений розвиток бічних пагонів, зміни інтенсивності фотосинтезу, повторний розвиток тощо. Загалом, реакцію рослин на зміни клімату поділяють на три типи. Зокрема, виділяють види, що зможуть мігрувати, адаптуватися, і такі, що зникнуть взагалі [24]. Результати досліджень свідчать, що *A. artemisifolia* належить до видів, які зможуть адаптуватися.

Існування залежності між приростом бокових пагонів досліджуваного виду та навантаженням на нього чинників впливу температури та CO₂ підтвердив і кореля-

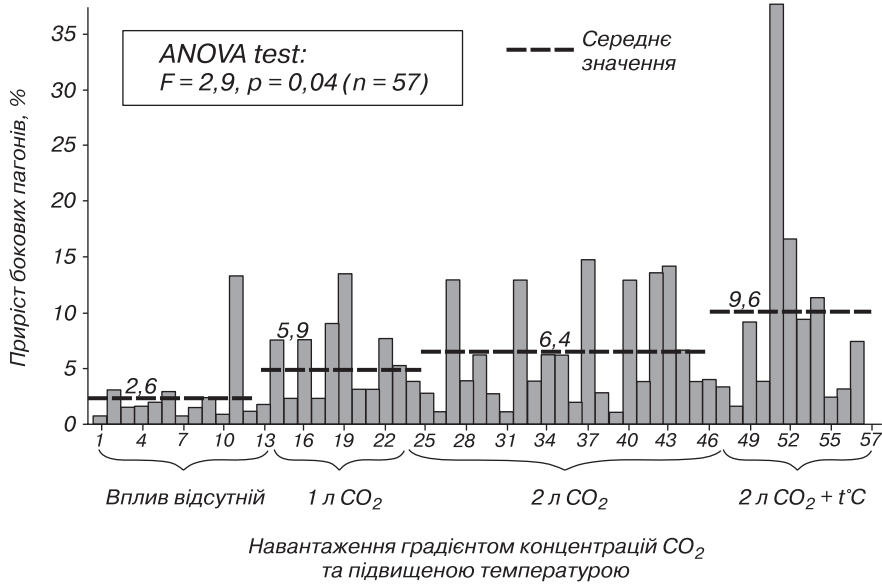


Рис. 3. Показники приросту бокових пагонів *Ambrosia artemisifolia* L. за впливу градієнта концентрацій CO₂ та підвищеної температури

Таблиця 2

Показники приросту бокових пагонів *Ambrosia artemisifolia* L. за різного навантаження CO₂ і температури

Варіанти досліджу	Середнє значення приросту бокових пагонів, %	Кількість проаналізованих бокових пагонів	Стандартне відхилення (+/-)	Коефіцієнт варіації CV, %	Амплітуда значень	
					Min	Max
Полив дистильованою водою (контроль)	2,60	13	3,31	10,9	0,75	13,33
Збагачення повітря 1 л CO ₂ – № 1	5,94	11	3,51	12,3	2,33	13,53
Збагачення повітря 2 л CO ₂ – № 2	6,36	22	4,82	23,2	1,11	14,81
Збагачення повітря 2 л CO ₂ та нагрівання до +32°C – № 3	9,63	11	10,33	106,6	1,61	37,50

ційний аналіз даних, що засвідчив статистично достовірну пряму залежність ($r = 0,4, p = 0,006$) між збагаченням повітря CO₂ і нагріванням та приростом 57 досліджуваних бокових пагонів *A. artemisifolia* (рис. 4).

Отже, отримані дані свідчать про стимулюючий ефект від посилення потепління на ріст карантинного виду *A. artemisifolia*, що узгоджується з результатами інших дослідників [18, 19, 21]. Своєю чергою, це призведе до збільшення біомаси рослин,

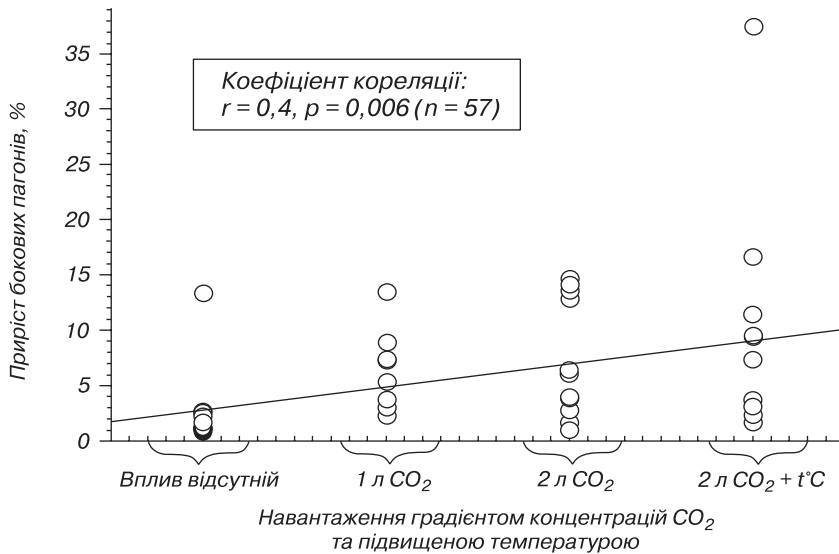


Рис. 4. Визначення кореляційної залежності між приростом бокових пагонів *Ambrosia artemisifolia* L. та градієнтом концентрацій CO₂ і підвищеною температурою методом лінійної кореляції Пірсона

що підвищить силу та швидкість інвазійних процесів, індукованих цим карантинним видом. А з огляду на прогнози щодо глобальних змін клімату та подвоєння концентрації CO₂ у приземному шарі атмосфери Землі, впродовж 2050–2100 рр. [1] можна очікувати посилення інвазії *A. artemisifolia*.

ВИСНОВКИ

Погодно-кліматичні чинники (CO₂ та температура) мають безпосередній вплив на ріст та розвиток карантинного виду *A. artemisifolia*.

Обґрунтовано, що комбінований ефект впливу CO₂ та підвищення температурного

режиму стимулює приріст бічних пагонів *A. artemisifolia*.

Зростання концентрації CO₂ у модельних мікрокосмах стимулює приріст стебла *A. artemisifolia*, що зумовлено впливом цього чинника на водний режим рослин, а це сприяє посиленню енергетичного обміну та процесів росту виду.

В умовах глобальних змін клімату *A. artemisifolia* проявляє високі адаптогенні властивості, а відтак і подальшу експансію, що своєю чергою потребує кардинального перегляду програми методів боротьби із цим карантинним видом.

ЛІТЕРАТУРА

1. Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability / J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken. — Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 2001. — 1032 p.
2. Ackerly D.D. Plant growth and reproduction along CO₂ gradients: non-linear responses and implications for community change / D.D. Ackerly, F.A. Bazzaz // Global Change Biol. — 1995. — Vol. 1. — P. 199–207.
3. Plant respiratory responses to elevated CO₂ partial pressure / L.H. Allen, M.B. Kirkham, D.M. Olszyk, C. Whitman (eds.) // Advances in CO₂ Effects Research. — Madison: American Society of Agronomy, 1997. — P. 1–29.
4. Bazzaz F.A. The response of natural ecosystems to the rising global CO₂ levels / F.A. Bazzaz // Annu Rev Ecol Syst. — 1990. — Vol. 21. — P. 167–196.
5. Farnsworth E.J. Inter- and intra-generic differences in growth, reproduction, and fitness of nine herbaceous annuals grown in elevated CO₂ environments / E.J. Farnsworth, F.A. Bazzaz // Oecologia. — 1995. — Vol. 104. — P. 454–466.

6. Curtis P.S. A meta-analysis of elevated CO₂ effects on woody plant mass, form, and physiology / P.S. Curtis, X. Wang // *Oecologia*. — 1998. — Vol. 113. — P. 299–313.
7. Tyree M.T. Plant water relations and the effects of elevated CO₂: a review and suggestions for future research / M.T. Tyree, J.D. Alexander // *Vegetatio*. — 1993. — Vol. 104–105. — P. 47–62.
8. Poorter H. Interspecific variation in the growth response of plants to an elevated ambient CO₂ concentration / H. Poorter // *Vegetatio*. — 1993. — Vol. 104–105. — P. 77–97.
9. Linking plant invasions to global environmental change / M. Vilà Smith, J.D. Corbin, J.S. Dukes et al. // *Terrestrial ecosystems in a changing world*. — 2007. — Ch. 3. — P. 93–102.
10. Ковалев О.В. Расселение адвентивных растений трибы амброзиевых в Евразии и разработка биологической борьбы с сорняками рода *Ambrosia* L. (*Ambrosia*, *Asteraceae*) / О.В. Ковалев // Труды ЗИН АН СССР. — 1980. — № 7. — С. 23–27.
11. Hidden health benefits of greenhouse gas mitigation / L. Cifuentes, V.H. Borja-Aburto, N. Gouveia, G. et al. // *Science*. — 2001. — Vol. 293. — P. 1257–1269.
12. Амброзія полиноліста: ареали, шкодочинність, система захисту / В.С. Циков, А.І. Хорішко, Л.П. Матюха, Ю.І. Ткаліч. — Дніпропетровськ, 2010. — 56 с.
13. Богословская М.С. Мониторинг агроценозов и особенности распространения амброзии полынолистной / М.С. Богословская // Корми і кормовиробництво. — 2009. — Вип. 65. — С. 47–51.
14. Богословська М.С. Особливості конкурентних взаємовідносин багаторічних злакових трав з рослинами амброзії полинолістої / М.С. Богословська // Агроекологічний журнал. — 2011. — № 3. — С. 90–94.
15. Борона В.П. Амброзія полиноліста у посівах сої / В.П. Борона, В.В. Красевич, М.М. Неїлик // Карантин і захист рослин. — 2008. — № 12. — С. 7–9.
16. Величко А.С. Вплив амброзії полинолістої на ефективність і результативність сільськогосподарського виробництва / А.С. Величко, О.Д. Герасимчук, Р.М. Кухарук // Продуктивність агропромислового виробництва. — 2011. — № 21. — С. 94–98. — (Серія: економічні науки).
17. Мажара Ф.М. Биологические особенности амброзии полынолистной и разработка мер борьбы с ней: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Ф.М. Мажара. — Днепропетровск, 1954. — 16 с.
18. Basset I.J. *Ambrosia artemisiifolia* L. and *A. psilostachya* / I. J. Basset, C.W. Crompton // *The biology of canadian weeds*. — 1975. — No. 55. — P. 463–476.
19. Beres I. Neuere Untersuchungen zur Biologie von *Ambrosia artemisiifolia* L. / I. Beres // *Mededelingen Faculteit Landbouwkundigen Toegepaste Biologische Wetenschappen*. — 1994. — No. 59. — P. 1295–1297.
20. The trend to earlier birch pollen seasons in the U.K.: abiotic response to changes in weather conditions? / J. Emberlin, J. Mullins, J. Corden et al. // *Grana*. — 1997. — Vol. 36. — P. 29–33.
21. Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO₂ on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) pollen production / C.A. Rogers, P.M. Wayne, E.A. Macklin et al. // *Environmental Health Perspectives*. — 2006. — Vol. 114. — P. 865–869.
22. Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia* L.) is increased in CO₂-enriched atmospheres / P. Wayne, S. Foster, J. Connolly et al. // *Annals of Allergy, Asthma and Immunology*. — 2002. — Vol. 8. — P. 279–282.
23. Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO₂ concentration / B.D. Singer, L.H. Ziska, D.A. Frenz et al. // *Functional Plant Biology*. — 2005. — Vol. 32. — P. 667–670.
24. *Climate Change 1995: The Science of Climate Change* / J.T. Houghton, L.G. Meira, B.A. Callander et al. — Cambridge University Press. — 1996. — 232 p.

REFERENCES

1. McCarthy J.J., Canziani O.F., Leary N.A., Dokken D.J. (2001). *Climate change 2001: impacts, adaptation, and vulnerability*, Cambridge, United Kingdom: Cambridge University Press, 1032 p. (*in English*).
2. Ackerly D.D., Bazzaz F.A. (1995). Plant growth and reproduction along CO₂ gradients: non-linear responses and implications for community change / D.D. Ackerly, *Global Change Biol.*, Vol. 1, pp. 199–207 (*in English*).
3. Amthor J., Allen L.H., Kirkham M.B., Olszyk D.M., Whitman C. editors. (1997). *Plant respiratory responses to elevated CO₂ partial pressure* / *Advances in CO₂ Effects Research*. Madison, American Society of Agronomy, pp. 1–29 (*in English*).
4. Bazzaz F.A. (1990). The response of natural ecosystems to the rising global CO₂ levels, *Annu Rev Ecol Syst*, Vol. 21, pp. 167–196 (*in English*).
5. Farnsworth E.J., Bazzaz F.A. (1995). Inter- and intra-generic differences in growth, reproduction, and fitness of nine herbaceous annuals grown in elevated CO₂ environments, *Oecologia*, Vol. 104, pp. 454–466 (*in English*).
6. Curtis P.S., Wang X. (1998). A meta-analysis of elevated CO₂ effects on woody plant mass, form, and physiology, *Oecologia*, Vol. 113, pp. 299–313 (*in English*).
7. Tyree M.T., Alexander J.D. (1993). Plant water relations and the effects of elevated CO₂: a review and suggestions for future research, *Vegetatio*, Vol. 104–105, pp. 47–62 (*in English*).
8. Poorter H. (1993). Interspecific variation in the growth response of plants to an elevated ambient CO₂ concentration, *Vegetatio*, Vol. 104–105, pp. 77–97 (*in English*).

9. Vilà M. Smith, Corbin J.D., Dukes J.S., Pino J. (2007). Linking plant invasions to global environmental change. Terrestrial ecosystems in a changing world, Chapter 3, pp. 93–102 (*in English*).
10. Kovalev O.V. (1980). *Rasselenie adventivnykh rasteniy triby ambrozievykh v Yevrazii i razrabotka biologicheskoy borby s sornyakami roda Ambrosia L. (Ambrosia, Asteraceae)* [Settling adventitious plants ambrozievykh tribe in Eurasia and the development of biological control of weeds genus *Ambrosia L. (Ambrosia, Asteraceae)*]. Proceedings Zine USSR Academy of Sciences Publ., No. 7, pp. 23–27 (*in Russian*).
11. Cifuentes L., Cifuentes L., Borja-Aburto V.H., Gouveia N., Thurston G., Davis D.L. (2001). Hidden health benefits of greenhouse gas mitigation, Science, Vol. 293, pp. 1257–1269 (*in English*).
12. Tsykov V.S., Khorishko A.I., Matiukha L.P., Tkachich Yu.I. (2010). *Ambrosiia polynolysta: arealy, shkodochynnist, sistema zakhystu [Ambrosia artemisiifolia: habitat, harmfulness, system protection]*. Dnipropetrovsk, 56 p. (*in Ukrainian*).
13. Bogoslovskaya M.S. (2009). *Monitoring agrotsenozov i osobennosti rasprostraneniya ambrozii polynolistnoy* [Monitoring agrotcenozov and especially the spread of ragweed]. *Kormi i kormovirobnitstvo* [Feed and fodder production]. Iss. 65, pp. 47–51 (*in Russian*).
14. Bohoslovskaya M.S. (2011). *Osoblyvosti konkurentnykh vzaimovidnosyn bahatorichnykh zlakovykh trav z roslinamy ambrozii polynolystoi* [Features of competitive relationships perennial grasses with plants *Ambrosia artemisiifolia*]. *Ahroekologichnyi zhurnal* [Agroecological journal]. No. 3, pp. 90–94 (*in Ukrainian*).
15. Borona V.P., Krasevych V.V., Neilyk M.M. (2008). *Ambrosiia polynolysta u posivakh soi [Ambrosia artemisiifolia in soybean crops]*. *Karantyn i zakhyst roslyn* [Quarantine and Plant Protection]. No. 12, pp. 7–9 (*in Ukrainian*).
16. Velychko A.Ye., Herasymchuk O.D., Kukharuk R.M. (2011). *Vplyv ambrozii polynolystoi na efektyvnist i rezul'tatyvnist silskohospodarskoho vyrobnytstva* [Effect of *Ambrosia artemisiifolia* efficiency and effectiveness of agricultural production]. *Produktyvnist ahropromysloвого vyrobnytstva (ekonomichni nauky)*. *Naukovo-praktychnyi zbirnyk Ukrainskoho naukovo-doslidnoho instytutu produktyvnosti ahropromysloвого kompleksu Ministerstva ahraimoi polityky Ukrainy* [Performance agroindustrial production (economic sciences). Scientific collection of Ukrainian Research Institute productivity agriculture of the Ministry of agrarian policy of Ukraine]. No. 21, pp. 94–98 (*in Ukrainian*).
17. Mazhara F.M. (1954). «Biological features of ragweed, and measures to combat it» Abstract of candidate of agricultural sciences, Dnepropetrovsk, 16 p. 51 (*in Russian*).
18. Basset I.J., Crompton C.W. (1975). *Ambrosia artemisiifolia L. and A. psilostachya*. The biology of canadian weeds 11, No. 55, pp. 463–476 (*in English*).
19. Beres I. (1994). *Neuere Untersuchungen zur Biologie von Ambrosia artemisiifolia L.*, Mededelingen Faculteit Landbouwkundigen Toegepaste Biologische Wetenschappen, No. 59, pp. 1295–1297 (*in English*).
20. Emberlin J., Mullins J., Corden J. (1997). The trend to earlier birch pollen seasons in the U.K.: abiotic response to changes in weather conditions?, Grana, Vol. 36, pp. 29–33 (*in English*).
21. Rogers C.A., Wayne P.M., Macklin E.A. (2006). Interaction of the onset of spring and elevated atmospheric CO₂ on ragweed (*Ambrosia artemisiifolia L.*) pollen production, Environmental Health Perspectives, Vol. 114, pp. 865–869 (*in English*).
22. Wayne P., Foster S., Connolly J., Bazzaz F., Epstein P. (2002). Production of allergenic pollen by ragweed (*Ambrosia artemisiifolia L.*) is increased in CO₂-enriched atmospheres, Annals of Allergy, Asthma and Immunology, Vol. 8, pp. 279–282 (*in English*).
23. Singer B.D., Ziska L.H., Frenz D.A. (2005). Increasing Amb a 1 content in common ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen as a function of rising atmospheric CO₂ concentration, Functional Plant Biology, Vol. 32, pp. 667–670 (*in English*).
24. Houghton J.T., Meira L.G., Callander B.A. (1996). *Climate Change 1995: The Science of Climate Change*, Cambridge: Cambridge University Press, 232 p. (*in English*).