

МОДЕЛЮВАННЯ ПОКАЗНИКІВ ЧИСТОЇ ПЕРВИННОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ ТА МОРТМАСИ ТРАВ'ЯНИСТИХ УГРУПОВАНЬ ДІЛЯНКИ «СТАРА» БІОСФЕРНОГО ЗАПОВІДНИКА «АСКАНІЯ-НОВА»

Роботу присвячено математичному моделюванню показників фітомаси та мортмаси рослинних угруповань території біосферного заповідника «Асканія-Нова». Було статистично проаналізовано дані фітомаси за період 1983–2012 рр. Проведено кореляційний аналіз отриманих результатів і показників елементу екологічного ряду «плакор» ділянки «Стара» біосферного заповідника «Асканія-Нова» та показника сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період. Створено регресійні моделі для дослідження залежності біомаси та мортмаси досліджуваної ділянки від кількості опадів.

Ключові слова: біосферний заповідник, чиста первинна продуктивність, надземна фітомаса, мортмаса, кореляційний аналіз, BIOCLIM, IPCC.

Вступ

Степові та лугові екосистеми займають близько чверті земної поверхні [27] і розташовані у широкому спектрі кліматичних умов, що зумовлює строкатість степових підзон і відповідних видів, що займають ці екологічні ніші.

У системі природних зон України одне із важливих місць посідає Степова зона, багата на родючі сільськогосподарські угіддя та біорізноманіття. Вона є важливим компонентом світової екосистеми з погляду видової строкатості, ресурсного та природоохоронного потенціалу; є джерелом емісії CO₂, за даними IPCC [21], степові екосистеми збільшують надходження CO₂ в атмосферу на 25 % у наступні роки. Нині існує декілька сценаріїв розвитку планетарних екосистем, залежно від збільшення кількості енергії та підвищення концентрації парникових газів (Representative Concentration Pathways (RCPs)) [14; 20; 21; 27]. Тому важливим є дослідити та визначити відповідь степових екосистем України на майбутні можливі зміни.

Для дослідження функціонування екосистем та продукційних процесів здебільшого використовують показники біомаси [2; 10; 28]. При цьому досить часто губиться із поля зору роль мортмаси як значного джерела поживних речовин для збагачення ґрунтового покриву. Мортмаса – відмерлі рештки рослинного походження, які не втратили зв'язок із кореневою системою та перебувають у вертикальному положенні (сухостій), або такі, що втратили зв'язок із кореневою

системою та перейшли до приґрунтового шару (підстилка). Щільність та об'єми мортмаси впливають на температурні процеси ґрунтових шарів, збереження та транспортування поживних речовин, вологи тощо. Тому дослідження і моделювання ролі підстилки є важливим компонентом вивчення функціонування степових екосистем.

Об'єкти та методи дослідження

Територія біосферного заповідника «Асканія-Нова» за фізико-географічним районуванням належить до Степової зони, Південностепової підзони, Присивасько-Приазовської низовинної області [4]. За геоботанічним районуванням – до Асканійського геоботанічного району, Чаплинсько-Якимівсько-Приазовського геоботанічного округу типчаково-ковиливих степів на темно-каштанових залишково-солонцюватих ґрунтах та чорноземах південних залишково-солонцюватих і подових лук; смуги типчаково-ковиливих степів; Приазовсько-Чорноморської степової підпровінції; Причорноморської (Понтичної) степової провінції; Європейсько-Азіатської степової області [4].

Клімат регіону помірно-континентальний, для нього характерні сухе літо і м'яка зима. Річний баланс тепла: +9,5 °C [3]. Середньорічна кількість опадів: 400 мм [7]. Основним джерелом вологи слугують опади через глибоке залягання водоносного горизонту (18–25 м) [1]. Саме тому дослідження омброрежиму території і показників первинної продуктивності рослин едіфікаторів трав'янистих угруповань дає змогу уявити,

наскільки глибоким є зв'язок між вологозабезпеченістю території та накопиченням наземної фітомаси.

Для кореляційного аналізу було використано ряд даних за фракціями надземної фітомаси за період з 1983 по 2012 рр. для зональних та інтразональних рослинних угруповань екологічного елементу «плакор» ділянки «Стара».

Для зональних рослинних угруповань плакору (вододілу) домінантними видами є щільнодернинні злаки *Stipa ucrainica* P. Smirn., *Festuca valesiaca* Gaudin, *Koeleria cristata* (L.) Pers. Номенклатурні назви рослин відповідають чеклісту судинних рослин України [22]. Фітоценотична приуроченість видів рослин встановлена за останнім флористичним зведенням для території природного ядра заповідника [8].

Відбір зразків проводився методом укусів у розпал вегетації рослин-ефікаторів, що припадав на травень–червень, за уніфікованою методикою [7; 8]. Відібрану методом укусів фітомасу (сумарну масу живої і мертвої органічної речовини рослинного походження) розділяли на: біомасу (живу органічну речовину рослинного походження) та мортмасу (мертву органічну речовину рослинного походження) (основні терміни подано за Л. Є. Родіним [7]). Проби зважували у повітряно-сухому стані. Аналіз багаторічної динаміки показників фітомаси та мортмаси проводили за наявними даними [3] та оприлюдненими в «Літописі природи» (1983–1995) і наукових звітах заповідника (1996–2010 рр.). До аналізу залучені власні дані О. Гофман (2011–2012 рр.). Показники кількості опадів та інші кліматичні показники надані метеорологічною станцією «Асканія-Нова».

Отримані дані статистично проаналізовано, під час аналізу був підтверджено нормальний розподіл, тому кореляційний аналіз проводили з використанням показника кореляції рангів за Пірсоном. Для підтвердження нормального розподілу було використано тест Колмогорова–Смірнова. Були проаналізовані дані чистої первинної продукції (ЧПП) і мортмаси за періоди 1983–2012 рр. Статистичне дослідження масиву даних проводили за допомогою програмних пакетів SPSS 16.0 та Microsoft Excel 2013.

Шари ГІС було створено на основі регресійного рівняння моделі та відкритих даних BIOCLIM [11; 21]. BIOCLIM – набір відкритих шарів, у форматі GeoTIFF, які являють собою середні місячні значення температури повітря та кількості опадів і похідні від них параметри. Біокліматичні дані дають змогу візуалізувати у середовищі ГІС річні тренди (середня річна температура,

річна сумарна кількість опадів) та лімітуючі екологічні фактори (температура найхолоднішого та найтеплішого, найсухішого та найвологішого місяці або кварталу тощо). Джерелом шарів став масив кліматичних даних світової мережі метеостанцій та показники за 1960–1990 рр. Використовувалися дані, де масив складався хоча б із 10 років спостережень. Загалом для інтерполяції було використано 47 554 локації для значень кількості опадів, 24 542 локації для значень середньої температури та 14 835 – для показників максимальних і мінімальних температур [8]. На основі наявних даних було змодельовано майбутні значення біокліматичних параметрів, на основі математичних моделей global climate model (GCM), які використовували дані СМІР5 (IPCC Fifth Assessment). Дані представлені із роздільною здатністю 10 мін, 5 мін, 2,5 мін, 30 с. Для цього дослідження було використано біокліматичні шари з роздільною здатністю 30 с [21]. Прогнозні моделі охоплюють період до 2050 р. (середні значення для 2014–2060 рр.) та 2070 (середні значення для прогнозів 2061–2080 рр.) та представляють чотири сценарії збільшення концентрації парникових газів (Representative Concentration Pathways (RCPs)) [16], заявлених у 5 звіті IPCC від 2014 р. Назви цих сценаріїв – RCP2.6, RCP4.5, RCP6 та RCP8.5, які відповідають можливій зміні рівня радіаційного впливу (різниця між вхідною та вихідною енергією випромінювання в кліматичній системі) до 2100 р. (+2.6, +4.5, +6.0 та +8.5 Вт/м²) (рис. 1, [22]).

За основу прогнозних шарів ГІС було взято біокліматичні параметри, створені за допомогою

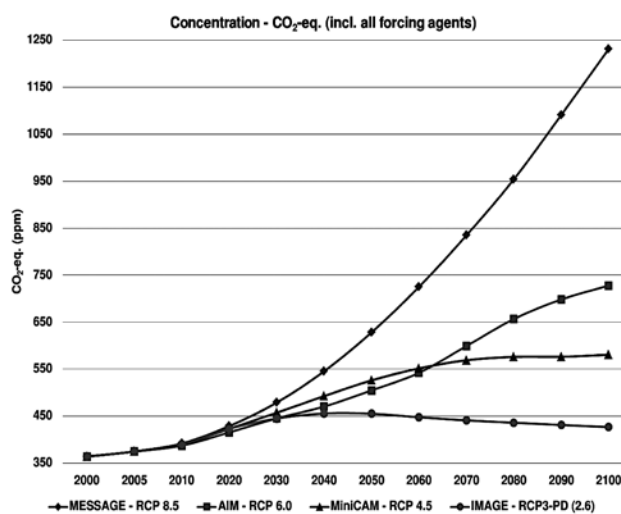


Рис. 1. Сценарії IPCC: RCP2.6, RCP4.5, RCP6 та RCP8.5, які відповідають можливій зміні рівня радіаційного впливу (різниця між вхідною та вихідною енергією випромінювання в кліматичній системі) до 2100 р. (+2.6, +4.5, +6.0 та +8.5 Вт/м²) [22]

математичної моделі NorESM1-M (The Norwegian Earth System Model) [11]. Сімейство математичних моделей NorESM базується на алгоритмі Community Climate System Model version 4 (CCSM4) [17], створеної Корпорацією університетів для атмосферних досліджень, та відмінної через зміни алгоритмів співвідношення схем взаємодії хімічного складу–аерозолів–хмарності–сонячної радіації. Аналіз та опис алгоритмів моделі представлені у дослідженнях Т. Іверсена та ін. (2013) [11].

Результати та обговорення

Для визначення сили впливу показників кількості опадів на біопродукційні процеси було проведено дослідження залежності показників ЧПП та мортмаси ділянки «Стара» БЗ «Асканія-Нова» від сумарної річної кількості опадів і сумарної кількості опадів за ОЗВП. Під час статистичного аналізу було отримано результати, які підтверджують гіпотезу про те, що показник сумарної кількості опадів ОЗВП, які передували вегетаційному піку, сильніше впливає на продуктивність і процеси накопичення мортмаси, ніж сумарна річна кількість опадів. Зокрема, показник кількості опадів за ОЗВП має кращий кореляційний зв'язок із показником сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період (табл. 1).

На рис. 2 представлено розподіл залежності сухої речовини мортмаси та біомаси від сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період, який передував сезону вегетації. Як бачимо,

Таблиця 1. Показник детермінації між значеннями ОЗВП, сумарної річної кількості опадів та мортмаси і біомаси дослідної ділянки «Стара», БЗ «Асканія-Нова» ($p = 0,05$)

Показник	Характер залежності	Сумарна кількість ОЗВП	Сумарна кількість опадів за рік
Мортмаса	лінійна	$R^2 = 0.4072$	$R^2 = 0.1268$
	експоненціальна	$R^2 = 0.4608^*$	$R^2 = 0.1767$
	логарифмічна	$R^2 = 0.389$	$R^2 = 0.1086$
	квадратична	$R^2 = 0.4072$	$R^2 = 0.145$
	степенева	$R^2 = 0.4244$	$R^2 = 0.1457$
Чиста первинна продукція	лінійна	$R^2 = 0.262$	$R^2 = 0.047$
	експоненціальна	$R^2 = 0.2862$	$R^2 = 0.0542$
	логарифмічна	$R^2 = 0.3334$	$R^2 = 0.0435$
	квадратична	$R^2 = 0.4741$	$R^2 = 0.0482$
	степенева	$R^2 = 0.3578$	$R^2 = 0.0505$

* Курсивом виділено найбільші коефіцієнти детермінації.

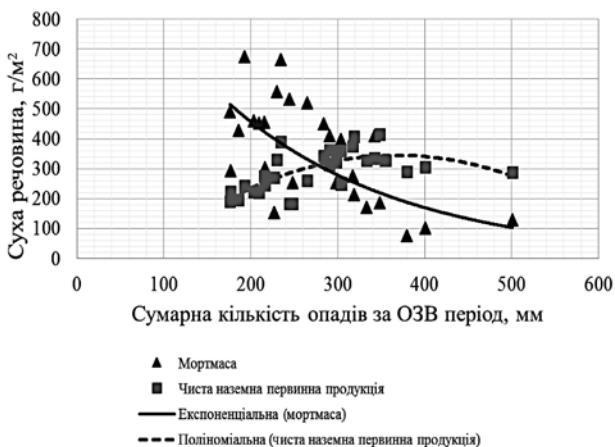


Рис. 2. Розподіл залежностей сухої речовини мортмаси та біомаси від сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період, який передував сезону вегетації

залежність мортмаси та біомаси має нелінійний характер, причому вони відрізняються характером нелінійної залежності цих параметрів. Так, мортмаса має експоненціальний характер залежності, біомаса – квадратичний характер. Загалом для цих параметрів простежується така тенденція: при зменшенні кількості опадів (180–230 мм опадів за ОЗВП) зменшується показник чистої наземної продуктивності рослинних угруповань, тоді як показники мортмаси зростають. На рівні 250–300 мм опадів за ОЗВП розташована умовна зона оптимуму для співвідношення цих параметрів, в якій чиста наземна продуктивність умовно дорівнює показнику мортмаси.

Залежність показника сухої речовини мортмаси від кількості опадів за ОЗВП відтворено на рис. 3. Характер залежності має експоненці-

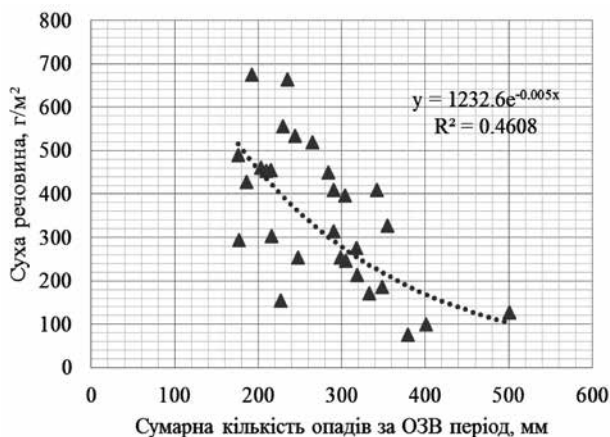


Рис. 3. Модель залежності сухої речовини мортмаси від сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період

альний характер і може бути представлений регресійним рівнянням:

$$Y = 1232.6e^{-0.005X}$$

де Y – показник сухої речовини мортмаси елементу «плакор» ділянки «Стара», $г/м^2$; X – значення сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період елементу «плакор» ділянки «Стара», мм.

Залежність показника сухої речовини чистої наземної первинної продуктивності від кількості опадів за ОЗВП зображено на рис. 4. Характер залежності має квадратичний характер і може бути представлений регресійним рівнянням:

$$y = -0.0039x^2 + 2.8866x - 185.9,$$

де y – показник сухої речовини чистої наземної первинної продуктивності елементу «плакор» ділянки «Стара», $г/м^2$; x – значення сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період, елементу «плакор» ділянки «Стара», мм.

Для створення прогнозних шарів показника чистої первинної продуктивності степових екосистем було використано прогнозовані біокліматичні показники сумарної річної кількості опадів (BIO12) та сумарної кількості опадів за найтепліший період (BIO18), (13), на основі яких було розраховано у програмному середовищі SAGA, за допомогою інструменту Grid Calculate, шари значень сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період (ОЗВП) для чотирьох вищенаведених сценаріїв RCP, за такою формулою:

$$ОЗВП = BIO12 - BIO18.$$

Використовуючи отримані значення ОЗВП для RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6 та RCP 8.5 і розраховану регресійну модель залежності ЧПП і мортмаси від сумарної кількості ОЗВП, за допомогою Grid Calculate було розраховано прогнозовані значення ЧПП та мортмаси дослідної ділянки «Стара»

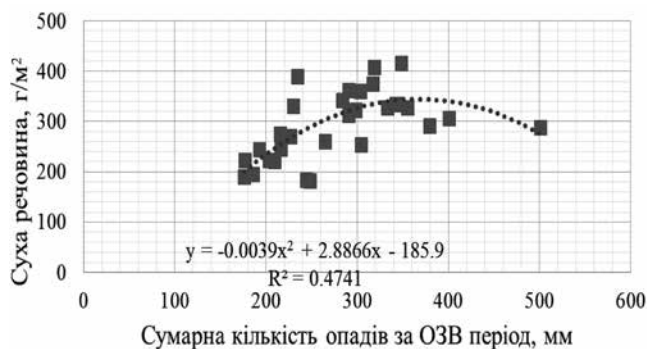


Рис. 4. Модель залежності сухої речовини біомаси (ЧПП) від сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період

Таблиця 2. Прогнозовані значення ЧПП і мортмаси дослідної ділянки «Стара» БЗ «Асканія-Нова» для можливих сценаріїв, наведених у звіті IPCC

Тип даних	ОЗВП, мм (середнє)	Первинна продукція, $г/м^2$ (середнє)	Мортмаса, $г/м^2$ (середнє)
Середнє за 1983–2012	278.92	291.88	351.3
Змодельовані дані, на основі моделі NorESM1-M			
RCP 2.6	277.79	315.016206	307.3327505
RCP 4.5	302	330.1576	272.2936388
RCP 6.0	296	326.8312	280.5862147
RCP 8.5	280	316.588	303.9554178

БЗ «Асканія-Нова» для можливих сценаріїв, наведених у звіті IPCC (табл. 2).

Висновки

1. Показники ЧПП і мортмаси ділянки «Стара» БЗ «Асканія-Нова» мають кращий кореляційний зв'язок із показником сумарної кількості опадів за осінньо-зимово-весняний період, який передував вегетаційному піку, ніж із показником сумарної кількості опадів за рік.
2. Характер залежності показника чистої первинної продуктивності рослинних угруповань ділянки «Стара» БЗ «Асканія-Нова» від сумарної кількості опадів за ОЗВП має нелінійний характер (квадратичний характер кривої).
3. Характер залежності показника мортмаси рослинних угруповань ділянки «Стара» БЗ «Асканія-Нова» від сумарної кількості опадів за ОЗВП має нелінійний характер (експоненціальний характер кривої).
4. Залежність ЧПП та мортмаси рослинних угруповань від кількості опадів за ОЗВП має умовну точку перетину – в межах 250–300 мм опадів за ОЗВП, що може свідчити про те, що такі умови атмосферних опадів сприяють приблизно однаковій кількості наземної біомаси та мортмаси в цій сухостеповій екосистемі.
5. Згідно з даними кліматичної моделі NorESM1-M, при збільшенні різниці між вхідною та вихідною енергією випромінювання в кліматичній системі кількість опадів за ОЗВП збільшуватиметься, а потім поступово зменшуватиметься (є гіпотеза про наявність нелінійного характеру зв'язку між цими параметрами, який потребує перевірки). При цьому зі збільшенням середньої кількості опадів за ОЗВП

поступове збільшення середньої продуктивності призведе до зменшення середньої кількості мортмаси, тоді як зменшення об'ємів продуктивності може зумовити протилежні процеси.

6. Існує потреба у додатковому вивченні та розробці альтернативних кліматичних прогностичних моделей для більш точного дослідження цих процесів за допомогою ширшого спектра верифікованих алгоритмів.

Список літератури

1. Бабич А. Д. Степной оазис Аскания-Нова. Характеристика природных условий района / А. Д. Бабич. – Х. : Изд-во Харьк. гос. ун-та, 1960. – 203 с.
2. Быстрицкая Т. Л. Почвы и первичная биологическая продуктивность степей Приазовья (на примере заповедника «Хомутовская степь») / Т. Л. Быстрицкая, В. В. Осычнюк // Институт агрохимии и почвоведения АН СССР. – М. : [б. и.], 1975. – 112 с.
3. Веденьков Е. П. Классификация растительности заповедной степи «Аскания-Нова» / Е. П. Веденьков // Науч.-тех. бюл. УНИИЖ «Аскания-Нова». – Херсон, 1977. – Ч. 2. – С. 36–40.
4. Географічна енциклопедія України : в 3 т. / [під ред. О. М. Маринич]. – К. : Українська енциклопедія, 1989. – Т. 1. – 416 с.
5. Летопись природы Биосферного заповедника «Аскания-Нова» / Украинский орден Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт животноводства степных районов им. М. Ф. Иванова «Аскания-Нова». – Аскания-Нова, 1983. – Т. 1. – 261 с.
6. Раменский Л. Г. Учёт и описание растительности (на основе проективного метода) : избранные работы / Л. Г. Раменский. – Л., 1971. – С. 57–100.
7. Родин Л. Е. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах / Л. Е. Родин, Н. П. Ремезов, Н. И. Базилевич. – Л. : Наука, 1968. – 143 с.
8. Шаповал В. В. Флора судинних рослин асканійського степу / В. В. Шаповал. – Асканія-Нова : ФОП Андреев О. В., 2012. – 195 с.
9. Bazilevich N. I. Conceptual balance models of natural and seminatural ecosystems of the Central Chernozem Biosphere Reserve / N. I. Bazilevich, T. G. Gilmanov // Conservation, Science and Society (Natural Resources Research XXI, Vol. 2) UNESCO-UNEP. – 1984. – P. 347–350.
10. Bentsen M. The Norwegian Earth System Model, NorESM1-M – Part 1: Description and basic evaluation of the physical climate / M. Bentsen, I. Bethke, J. B. Debernard, T. Iversen, A. Kirkevåg, Ø. Seland, H. Drange, C. Roelandt, I. A. Seierstad, C. Hoose, J. E. Kristjánsson // Geosci. Model. – 2013. – Dev., 6. – P. 687–720.
11. Bioclim [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.worldclim.org/bioclim>. – Title from the screen.
12. Clarke L. Scenarios of Greenhouse Gas Emissions and Atmospheric Concentrations. Sub-report 2.1A of Synthesis and Assessment Product 2.1 by the U.S. Climate Change Science Program and the Subcommittee on Global Change Research / L. Clarke, J. Edmonds, H. Jacoby, H. Pitcher, J. Reilly, R. Richels // Department of Energy, Office of Biological & Environmental Research, Washington, DC., USA. – 2007. – P. 154.
13. CMIP5 [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.worldclim.org/CMIP5>. – Title from the screen.
14. Collins M. The New Concentration Driven RCP Scenarios, and their Extensions / M. Collins // Chapter 12: Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility, IPCC AR5 WG1. – 2013. – P. 1045–1047.
15. Downscaling [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.worldclim.org/downscaling>. – Title from the screen.
16. Gent P. R. The Community Climate System Model version 4 / P. R. Gent, G. Danabasoglu, L. Donner, M. Holland, E. Hunke, S. Jayne, D. Lawrence, R. Neale, P. Rasch, M. Vertenstein, P. Worley, Z. L. Yang, M. Zhang // Journal of Climate. American Meteorological Society. – 2011. – Vol. 24. – P. 4973–4991.
17. Hijmans R. J. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas / R. J. Hijmans, S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones and A. Jarvis // International Journal of Climatology. – 2005. – Vol. 25. – P. 1965–1978.
18. Hijioka Y. Global GHG emissions scenarios under GHG concentration stabilization targets / Y. Hijioka, Y. Matsuoka, H. Nishimoto, M. Masui, and M. Kainuma // Journal of Global Environmental Engineering. – 2008. – Vol. 13. – P. 97–108.
19. IPCC. Climate Change 1995: The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. – 1996. – P. 572.
20. Methods [Electronic resource]. – Mode of access: <http://www.worldclim.org/methods>. – Title from the screen.
21. Moss R. Towards New Scenarios for Analysis of Emissions, Climate Change, Impacts, and Response Strategies / R. Moss, M. Babiker, S. Brinkman, E. Calvo, T. Carter, J. Edmonds, I. Elgizouli, S. Emori, L. Erda, K. Hibbard, R. Jones, M. Kainuma, J. Kelleher, J. F. Lamarque, M. Manning, B. Matthews, J. Meehl, L. Meyer, J. Mitchell, N. Nakicenovic, B. O'Neill, R. Pichs, K. Riahi, S. Rose, P. Runci, R. Stouffer, D. Vuuren, J. Weyant, T. Wilbanks, J. P. Ypersele, M. Zurek // Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change, 2008. – P. 132.
22. Mosyakin S. L. Vascular plants of Ukraine: a nomenclatural Checklist / S. L. Mosyakin, M. M. Fedoronchuk; ed. S. L. Mosyakin. – Kiev : M. G. Kholodny Institute of Botany, 1999. – 346 p.
23. Ojima D. S. Modeling the effects of climatic and CO2 changes on grassland storage of soil C / D. S. Ojima, W. J. Parton, D. S. Schimel, J. M. O. Scurlock, T. G. F. Kittel // Water, Air and Soil Pollution, 70. – 1993. – P. 643–657.
24. RCP Database (version 2.0) [Electronic resource]. – Mode of access: <http://tntcat.iiasa.ac.at/RcpDb/dsd?Action=htmlpage&page=welcome>. – Title from the screen.
25. Riahi K. Scenarios of long-term socio-economic and environmental development under climate stabilization / K. Riahi, A. Gruebler, N. Nakicenovic // Technological Forecasting and Social Change 74. – 2007. – Vol. 7. – P. 887–935.
26. Sims P. L. The structure and function of ten western North American grasslands. II. Intra-seasonal dynamics in primary producer compartments / P. L. Sims, J. S. Singh // Journal of Ecology. – 1978. – Vol. 66. – P. 547–572.
27. Van Vuuren D. Stabilizing greenhouse gas concentrations at low levels: an assessment of reduction strategies and costs / D. M. V. Vuuren, M. D. Elzen, P. Lucas, B. Eickhout, B. Strengers, B. V. Ruijven, S. Wonink, R. V. Houdt // Climatic Change. – 2007.
28. Weyant J. Report of 2.6 Versus 2.9 Watts/m2 RCPP Evaluation Panel / J. Weyant, C. Azar, M. Kainuma, J. Kejun, N. Nakicenovic, P. R. Shukla, E. Rovere, G. Yohe. – Geneva, Switzerland: IPCC Secretariat, 2009.

O. Belyakov, O. Gofman, I. Vyshenska

NET PRIMARY PRODUCTION AND MORTMASS MODELLING BASED ON DATA FROM STUDY OF PLACE “STARA”, BIOSPHERE RESERVE OF “ASKANIA-NOVA”

This article is related to the mathematical modelling of net primary production (NPP) and plants mortmass of the steppe communities in the Biosphere Reserve of “Askania Nova”, Kherson region, Ukraine. The dominant coenosis species are densely caespitose grasses *Stipa ucrainica* P. Smirn., *Festuca valesiaca* Gaudin, and *Koeleria cristata* (L.) Pers. The authors statistically analyzed the biomass and mortmass experimental data for the period from 1983 to 2012. Also, the correlation and regression analyses were provided for NPP and mortmass data base (“plakor” study plot, “Stara” study place, BR “Askania-Nova”) and the index of sum precipitation for the autumn-winter-spring period (AWSP). Regression models were built for mortmass and NPP and used for GIS-layers calculations for the analyses of future climate scenarios. To create predictive layers of the net primary productivity of steppe ecosystems, we used projected bioclimatic indices of total annual precipitation (BIO12) and total precipitation for the warmest period (BIO18), in the software environment SAGA, for the four scenarios presented in IPCC Report (RCP 2.6, RCP 4.5, RCP 6, and RCP 8.5). The highest correlation between aboveground biomass (NPP) and precipitation in the prior to sampling AWSP period had a non-linear character (the quadratic curve character) and was shown to be bigger than correlation with the mean annual precipitation. The same trend was observed for the mortmass accumulation with exponential character of the curve. The study shows a necessity of additional investigation and development of alternative climate forecasting models for adequate description of these processes in dry steppe communities using a wider range of verified algorithms.

Keywords: biosphere reserve, net primary productivity aboveground biomass, mortmass, correlation analysis, BIOCLIM, IPCC.

Матеріал надійшов 21.03.2016

УДК 581.9

Норенко К. М.

МЕЖІ АРЕАЛУ *ELAEOAGNUS ANGUSTIFOLIA* L. НА ПРАВОБЕРЕЖЖІ УКРАЇНИ

Маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia* L.) – це інвазійний вид, який поширився на території України. Протягом польового сезону 2015 р. були визначені північна та західна межі поширення виду. Було встановлено специфічні особливості, які характеризують пріоритети маслинки вузьколистої відповідно до рельєфу, конкуренції, гідрологічного режиму. Результати аналізу є важливими для визначення основних сприятливих факторів для успішної адаптації виду і прогнозу його потенційного подальшого поширення.

Ключові слова: інвазійний вид, *Elaeagnus angustifolia*, ареал, прогноз поширення.

Вступ

Інвазійні види своєю присутністю на вторинних ареалах зумовлюють раптові зміни структури екосистем та їхніх функцій. Глобальне поширення інвазійних видів є причиною гомогенізації

біорізноманіття. Чужорідні види, витісняючи місцеві, виходячи на рівень домінантів, формують флористично збіднені ценози, що порушує стійкість екосистем, їхню резистентність до несприятливих умов, екологічний баланс. Не кожен адвентивний