Теоретичні проблеми методології балансового оцінювання кругообігу макроелементів живлення в системі «добри́во–ґрунт–рослина»

А.О. Христенко

Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського»,
Харків, Україна

ІНФОРМАЦІЯ	АНОТАЦІЯ
Отримано 22.06.2020 Отримано після доопрацювання 10.09.2020 Затверджено до публікації 15.09.2020 Доступно онлайн 05.11.2020	Стратегія діяльності, спрямованої на досягнення бездефіцитного балансу поживних речовин у землеробстві, потребує коригування з науковим обґрунтуванням і визначенням економічної доцільності. Метою досліджень є удосконалення теоретичних аспектів агрохімічної балансової оцінки кругообігу макроелементів живлення в системі «добри́во–ґрунт–рослина». Завданням було виявити нові закономірності формування балансу азоту, фосфору й калію і розробити базові моделі економічно обґрунтованого рівня балансу елементів живлення. Застосовували матеріали й методи: результати багаторічних досліджень у стаціонарному польовому досліді; аналіз, узагальнення і статистична обробка даних фондових і сучасних літературних матеріалів (частково об'єднаних в електронній базі даних); аналіз та узагальнення даних агрохімічної служби країни. Досліджували об'єкти: основні ґрунти України (об'єкт прямих досліджень – чорнозем типовий важкосуглинковий); моделі економічно обґрунтованого рівня балансу елементів живлення в системі «добри́во–ґрунт–рослина». Виявлено, що за систематичного внесення добрив (навіть в умовах від'ємного балансу поживних речовин) вміст рухомих сполук азоту, фосфору та калію в ґрунтах має тенденцію до підвищення. Це спонукало автора висловити припущення, що уявлення про суттєве погіршення трофічного стану ґрунтів в умовах від'ємного балансу поживних речовин є недостатньо теоретично обґрунтованим і дещо перебільшеним. У зв'язку з цим автор рекомендує з певною обережністю підходити до інтерпретації результатів розрахунків балансу. Розроблено математичні моделі та розраховано нормативи динаміки вмісту фосфору в ґрунтах України залежно від норми добрив і тривалості їх внесення. Встановлено й теоретично обґрунтовано, що за систематичного внесення навіть невеликих норм добрив, просте відтворення родючості ґрунтів досягається автоматично. Запропоновано базову модель економічно обґрунтованого рівня балансу елементів живлення для розширеного відтворення родючості ґрунтів. Параметри моделі можуть змінюватися залежно від кліматичних умов, ціни на добрива, набору культур, що вирощуються і рівня культури землеробства.
Ключові слова: баланс макроелементів; відтворення родючості; ґрунт; математичне моделювання; теоретичні аспекти	

E-mail: Khristenko53@gmail.com

Форма цитування: Христенко А.О. Теоретичні проблеми методології балансового оцінювання кругообігу макроелементів живлення в системі «добри́во–ґрунт–рослина». *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тем. наук. збірник. Вип. 90. Харків: ННЦ «ІГА ім. О.Н. Соколовського». 2020. С. 47-56. DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-05>

Список використаних джерел

1. Magen H. Balanced Crop Nutrition: Fertilizing for Crop and Food Quality. *Turk J Agric For*. 2008. 32 P. 183-193. URL: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/119781>
2. Баланс елементів живлення у зерно-бурякової сівозміні залежно від системи удобрення / Я.П. Цвей, В.В. Іваніна, Ю.М. Цейро [та ін.]. *Вісник аграрної науки*. 2012. №1. С. 33-37. URL: https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_01_2012.pdf
3. Лісовий М.В., Карацуба О.В., Слідченко О.І. Динаміка балансу поживних речовин у землеробстві України. // *Агрохімія і ґрунтознавство*. Міжвід. тематичн. наук. Спеціальний випуск. Книга 2. Харків: Стиль-Іздат, 2018. С.185-186.
4. Балюк С.А., Медведєв В.В. Чорнозем потребує більше мінеральних добрив. *Голос України* 01.03.2016. URL: <http://www.golos.com.ua/article/264888>.
5. Баланс гумусу і поживних речовин у ґрунтах України / А.С. Заришняк., С.А. Балюк, М.В. Лісовий, А.В. Комариста. *Вісник аграрної науки*. 2012. №1. С. 28-32.
6. Снакин В.В., Попов П.Д., Присяжная А.А., Хрисанов В.Р. Баланс питательных веществ в земледелии. Атлас почв РФ. Электронная версия Национального атласа почв Российской Федерации. 2011. URL: <https://soilatlas.ru/balans-pitatelnyh-veshchestv-v-zemledelii>.
7. Носко Б.С. Азотний режим ґрунтів і його трансформація в агроєкосистемах. Національний науковий центр «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського». Харків: КП «Міська друкарня», 2013. 130 с.
8. Носко Б.С. Фосфор у ґрунтах і землеробстві України. Харків: ФОП Бровин О.В., 2017. 476 с.
9. Носко Б.С. Антропогенна еволюція чорноземів. Харків: КП «Друкарня № 13», 2006. 240 с.
10. Прокошев В.В., Дерюгин И.П. Калий и калийные удобрения: практическое руководство. Москва: Ледум, 2000. 185 с.
11. Zarrabi M., Jalali M., Hajilouei Sh.M. Kinetics of non-exchangeable potassium release through malic acid and supplying power of some soils of lamadan province. *Iran. J. Agr. Sci*. 2007. V. 37. № 6. P. 1-4.
12. Zhou J.M., Huang P.M. Kinetics of potassium release from illite as influenced by different phosphates. *Geoderma*. 2007. V. 138. Iss. 3/4. P. 221-228. URL: <https://www.researchgate.net/publication/248167151>
13. Калийный режим чернозема типичного при его длительном сельскохозяйственном использовании в различных агроэкосистемах / В.И. Лазарев, Р.И. Лазарева, Б.С. Ильин, Н.Н. Боева]. *Агрохимия*. 2020. № 2. С. 14-19. URL: <https://sciencejournals.ru/view-issue/?j=agro&y=2020&v=0&n=2>
14. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / За ред. Б. С. Носка, Б.С. Пристера, М.В. Лободи. Київ: Урожай, 1994. 334 с.
15. Носко Б.С. Использование метода моделирования фонов при изучении агрохимических свойств почв. *Агрохимия*. 1981. №1. С.122-127.
16. Христенко А.А. Теоретические и практические аспекты оценки состояния и динамики азотных, фосфатных и калийных систем почв. Харьков: ФЛП Бровин А.В., 2019. 180 с.
17. Методика проведення агрохімічної паспортизації земель сільськогосподарського призначення: керівний нормативний документ / за ред. І.П. Яцука, С.А. Балюка. Вид. 2-е допов. Київ, 2019. 108 с.
18. Фрид А.С. Современное состояние моделирования в агрохимии. *Агрохимия*. 2004. № 1. С. 40-45.
19. Столяр В.М., Медведєва Л.С. Баланс поживних речовин в землеробстві. Довідник з агрохімічного та агроекологічного

стану ґрунтів України. Київ: Урожай, 1994. С. 95-99.

20. Медведєва Л.С. Баланс поживних речовин в землеробстві. Довідник працівника агрохімслужби. Київ: Урожай, 1991. С.41-48.

21. Трофимов С.Я., Седов С.Н. Функционирование почв в биогеоценозах: подходы к описанию и анализу. *Почвоведение*. 1997. № 6. С.770-778.

22. Лісовий М.В. Основні завдання агрохімічного забезпечення землеробства України. Агрохімія і ґрунтознавство: спец. випуск до VIII з'їзду УТГА. Житомир: Рута, 2010. Кн. I. С. 70–76.

23. Христенко А.А. Калийное состояние почв и эффективность удобрений. Харьков: ФЛП Бровин А.В., 2017. 120 с.

UDC 631.811

Theoretical problems of the methodology of balance assessment of the cycle of macroelements in the “fertilizer-soil-plant” system

A.O. Khristenko

National Scientific Center “Institute for Soil Science and Agrochemistry Research named after O.N. Sokolovsky”,
Kharkiv, Ukraine

ARTICLE INFO	ABSTRACT
Received 22.06.2020 Received in revised form 10.09.2020 Accepted 15.09.2019 Available online 05.11.2020	The strategy of activities aimed at achieving a deficit-free balance of nutrients in agriculture requires improvement, theoretical justification and determination of economic feasibility. The aim of the research is to improve the theoretical aspects of the balance assessment of the cycle of macroelements in the soil-plant system. The task was to identify new patterns of formation of the balance of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil-plant system and to develop basic models of economically justified level of balance of nutrients. Applied materials and methods: results of long-term research in stationary field experiment; analysis, generalization and statistical data processing of stock and modern literature materials (partially combined in an electronic database); analysis and generalization of data of the agrochemical service of the country. Researched objects: main soils of Ukraine (object of direct research-typical heavy loam chernozem); models of economically justified level of balance of nutrients in the soil-plant system. It is found that with the systematic application of fertilizers (even under the conditions of a negative balance of nutrients) the content of mobile compounds of nitrogen, phosphorus and potassium in the soil tends to increase. This led the author to suggest that the idea of a significant deterioration of the trophic state of soils in a negative balance of nutrients is not theoretically sound and somewhat exaggerated. In this regard, the author recommends approaching the interpretation of the results of balance calculations with some caution. Mathematical models are developed and standards for the dynamics of phosphorus content in the soils of Ukraine depending on the rate of fertilizers and the duration of their application are calculated. It is established and theoretically substantiated that with systematic application of even small doses of fertilizers, simple reproduction of soil fertility is achieved automatically. A basic model of economically justified level of nutrient balance for extended reproduction of soil fertility is proposed. The parameters of the model may vary depending on climatic conditions, fertilizer prices, the set of crops grown and the level of agricultural culture.
Keywords: fertility reproduction; macroelements balance; mathematical modeling; soil; theoretical aspects.	

E-mail: Khristenko53@gmail.com

Citing: Khristenko A.O. 2020. Theoretical problems of the methodology of balance assessment of the cycle of macroelements in the “fertilizer-soil-plant” system. *Agrochemistry and Soil Science*. Collected papers. No. 90. Kharkiv: NSC ISSAR, P. 47-56. (Ukr.). DOI: <https://doi.org/10.31073/acss90-05>.

References

1. Magen H. Balanced Crop Nutrition: Fertilizing for Crop and Food Quality. *Turk J Agric For*. 2008. 32. P. 183-193. URL: <https://dergipark.org.tr/en/download/article-file/119781>.
2. Tsvey Ya., Ivanina V., Tsebro Yu., Petrova Ye., Odrehovskiy A., Dubovy Yu., Klimchuk S. 2012. Balance of nutrients in grainbeet crop rotation depending on fertilizer system. *Bulletin of Agricultural Science*. №1. P. 33-37. (Ukr.). URL: https://agrovisnyk.com/oldpdf/visnyk_01_2012.pdf
3. Lisovyi M.V., Karatsyuba O.V., Slidenko O.I. 2018. Dynamics of nutrients balance in agriculture of Ukraine. // *Agrochemistry and Soil Science*. Special issue. Book 2. Kharkiv: Styl-Izdat. P.185-186. (Ukr.).
4. Baliuk S., Medvedev V. 2016. Chernozem needs more mineral fertilizers. *Voice of Ukraine*. 01.03.2016. URL: <http://www.golos.com.ua/article/264888>. (Ukr.).
5. Zaryshnjak A.S., Baliuk S.A., Lisovyi M.V., Komarysta F.V. 2012. Balance of humus and nutrients in the soils of Ukraine // *Bulletin of Agricultural Science*. № 1. P. 28-32. (Ukr.).
6. Snakin V.V., Popov P.D., Sworn A.A., Khrisanov V.R. 2011. The balance of nutrients in agriculture. Atlas of soils of the Russian Federation. Electronic version of the National Atlas of Soils of the Russian Federation. 2011. URL: <https://soilatlas.ru/balans-pitatelnyh-veshchestv-v-zemledelii>. (Rus.).
7. Nosko B.S. 2013. Nitrogen regime of soils and its transformation in agroecosystems. Kharkiv. 130 p. (Ukr.).
8. Nosko B.S. 2017. Phosphorus in soils and agriculture of Ukraine. Kharkiv. 476 p. (Ukr.).
9. Nosko B.S. 2016. Anthropogenous evolution of chernozems. Kharkiv. 240 p. (Ukr.).
10. Prokoshchev V.V., Deryugin I.P. 2000. Potassium and potash fertilizers: a practical guide. Moscow. 185 p. (Rus.).
11. Zarrabi M., Jalali M., Hajilouei Sh.M. 2007. Kinetics of non-exchangeable potassium release through malic acid and supplying power of some soils of lamadan province. *Iran. J. Agr. Sci.* 37. № 6. P. 1-4.
12. Zhou J.M., Huang P.M. Kinetics of potassium release from illite as influenced by different phosphates. *Geoderma*. 2007. V. 138. Iss. 3/4. P. 221-228. URL: <https://www.researchgate.net/publication/248167151>
13. Lazarev V.I., Lazareva R.I., Ilyin B.S., Boeva N.N. 2020. The potash regime of chernozem typical for its long-term agricultural use in various agroecosystems. *Agrokhimika*. 2020. No.2. P. 14-19. URL: <https://sciencejournals.ru/view-issue/?j=agro&y=2020&v=0&n=2> (Rus.).
14. Handbook for agrochemical and agroecological condition of soils of Ukraine. 1994. /ed. B. S. Nosko, B.S. Pryster, M.V. Loboda. Kyiv: Urozhaj. 334 p. (Ukr.).

15. Nosko B.S. 1981. Using the method of background modeling in studying the agrochemical properties of soils. *Agrokhimia*. No. 1. P. 122-127 (Rus.).
16. Khristenko A.A. 2019. Theoretical and practical aspects of assessing the state and dynamics of nitrogen, phosphate and potassium systems of soils. Kharkiv. 180 p. (Rus.).
17. Methods of agrochemical certification on agricultural lands: guidance document. 2019. Ed. I.P. Yatsuk, S.A. Baliuk. Iss. 2nd. Kyiv. 108 p. (Ukr.).
18. Frid A.S. 2004. The current state of modeling in agrochemistry. *Agrokhimia*. No. 1. P. 40–45. (Rus.).
19. Stoliar V.M., Medvedeva L.S. 1994. The balance of nutrients in agriculture. Handbook of agrochemical and agroecological conditions of soils of Ukraine. Kyiv: Urozhaj. P. 95-99. (Ukr.).
20. Medvedeva L.S. 1991. The balance of nutrients in agriculture. Directory of the employee of agrochemical service. Kyiv: Urozhaj. P. 41-48. (Ukr.).
21. Trofimov S.Ya., Sedov S.N. 1997. Functioning of soils in biogeocenoses: approaches to description and analysis. *Soil science*. No. 6. P. 770-778. (Rus.).
22. Lisovyi M.V. 2010. The main tasks of agrochemical support of agriculture in Ukraine. *Agrochemistry and Soil science: spec. vypusk do VIII z'zdu UTGA*. Kn. I. Zhytomyr. P. 70–76. (Ukr.).
23. Khristenko A.A. 2017. Potash condition of soils and the effectiveness of fertilizers. Kharkiv. 120 p. (Rus.).

УДК 631.811

Теоретические проблемы методологии балансовой оценки кругооборота макроэлементов питания в системе «удобрение-почва-растение»

А.О. Христенко

**Национальный научный центр «Институт почвоведения и агрохимии имени А.Н.Соколовского»,
Харьков, Украина
E-mail: Khristenko53@gmail.com.**

Стратегия деятельности, по достижению бездефицитного баланса питательных веществ в земледелии, нуждается в корректировке с теоретическим обоснованием и определением экономической целесообразности. Целью исследований было усовершенствование теоретических аспектов балансовой оценки кругооборота макроэлементов питания в системе «удобрение-почва-растение». Задачей было выявить новые закономерности формирования баланса азота, фосфора и калия и разработать базовые модели экономически обоснованного уровня баланса элементов питания. Использованные материалы и методы: результаты многолетних исследований в стационарном полевом опыте; анализ, обобщение и статистическая обработка данных фондовых (архивных) и современных литературных материалов (частично объединенных в базе данных); анализ и обобщение данных агрохимической службы страны. Объекты исследования: основные почвы Украины (объект прямых полевых исследований – чернозем типичный тяжелосуглинистый); модели экономически обоснованного уровня баланса элементов питания в системе «удобрение-почва-растение». Установили, что при систематическом внесении удобрений (даже при условии отрицательного баланса питательных веществ) содержание подвижных соединений азота, фосфора и калия в почвах имеет тенденцию к повышению. Это позволило автору высказать предположение, что представление о существенном ухудшении трофического состояния почв можно считать теоретически недостаточно обоснованным и несколько преувеличенным. В связи с этим автор рекомендует с определенной долей осторожности подходить к интерпретации результатов расчета агрохимического баланса. Разработаны математические модели и рассчитаны нормативы динамики содержания фосфора в почвах Украины в зависимости от норм и длительности удобрения. Установлено и теоретически обосновано, что при систематическом внесении даже небольших доз удобрений, простое воспроизводство плодородия почвы достигается автоматически. Предложена базовая модель экономически обоснованного уровня баланса элементов питания для расширенного воспроизводства плодородия почв. Параметры модели могут меняться в зависимости от климатических условий, цены на удобрения, набора выращиваемых растений и уровня культуры земледелия.

Ключевые слова: баланс макроэлементов; воспроизводство плодородия; математическое моделирование; почва; теоретические аспекты.