

**V. I. Filon, Dr. Sci. (Agric.), Professor**

**E. F. Chechuy, Assistant Professor**

**Ya. I. Georgica, Assistant**

**I. M. Chernushenko, S. V. Prykazyuk, I. E. Rummyantseva, Postgraduate**

**A. V. Maksimenko, Graduate Student**

*Харківський національний аграрний університет імені В. В. Докучаєва*

### **SOME ASPECTS OF FUNCTIONAL DIAGNOSTICAL OF PLANTS MINERAL NUTRIENTS**

*The shot of mistake that mostly arise up during realization of functional diagnostics of mineral feed of plants, are brought, advantages of the last before other methods estimation of provision of plants nourishing elements are shown.*

*There is the shown role of stressors factors in-process photosynthetic vehicle of plants. In particular cited data from influence of смєкопіє (drought, herbicide loading) and adaptogenes (KAS, selenite of natrium) on phptosynthetic activity of chloroplusts.*

*It is set. that one of powerful stress for sowing of furious wheat there is a drought. The photosyntetic activity of chloroplusts here goes down almost twice. On the whole a furious wheat on a control variant lacks nitrogen, coniferous forest, zinc, manganese and to the iodine. Such picture is characteristic for ear grain-crops, however a producibility of results is subzero.*

*The signup of sowing of KAS is stabilized work of activity chloroplasts (presents them a 6-10 mind. odes.), takes off the deficit of nitrogen and strengthens the lack of the coniferous forest, zincum manganum and to the molybdenum. The treatment of sowing has positive influence selenite of natrium on a nitric exchange at the plants of wheat.*

*In additoin on herbicide is alpha – decamby comes forward as typical stressors for plants without regard to that behaves to the narrowly specialized herbicides that must not influence on grain-crops. Emphasized in relation to pointlessness of realization of functional diagnostics of mineral feed of plants at the subzero values of the last.*

**Keywords:** *functional diagnostics, stress factors, antidepressants.*

УДК 631.547:631.81

**В. И. Филон, д-р с.-х. наук, профессор****Е. Ф. Чечуй, доцент****Я. И. Георгиця, ассистент****И. М. Чернушенко, С. В. Приказюк, И. Е. Румянцева, аспиранты****А. В. Максименко, магистр***Харьковский национальный аграрный университет им. В. В. Докучаева***НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ  
ДИАГНОСТИКИ МИНЕРАЛЬНОГО ПИТАНИЯ РАСТЕНИЙ**

*Приведены ошибки, наиболее часто возникающие при проведении функциональной диагностики минерального питания растений и описаны. преимущества последней перед другими методами оценки обеспеченности растений питательными элементами. Показана роль стресс-факторов в работе фотосинтетического аппарата растений. В частности, приведены данные по влиянию стрессоров (засуха, гербицидная нагрузка) и адаптогенов (КАС, селенит натрия) на фотосинтетическую активность хлоропластов. Сделан акцент про проведения функциональной диагностики минерального питания растений при низких значениях последней.*

**Ключевые слова:** функциональная диагностика, стресс-факторы, антидепрессанты.

УДК 631.547:631.81

**В. І. Філон, д-р с.-г. наук, професор****О. Ф. Чечуй, доцент****Я. І. Георгиця, ассистент****І. М. Чернушенко, С. В. Приказюк, І. Є. Румянцева, аспіранти****А. В. Максименко, магістр***Харківський національний аграрний університет імені В.В.Докучаєва***ДЕЯКІ АСПЕКТИ ВИКОРИСТАННЯ ФУНКЦІОНАЛЬНОЇ  
ДІАГНОСТИКИ МІНЕРАЛЬНОГО ЖИВЛЕННЯ РОСЛИН**

*Наведено помилки, що найчастіше виникають під час проведення функціональної діагностики мінерального живлення рослин та описано переваги останньої перед іншими методами оцінки забезпеченості рослин поживними елементами. Показано роль стрес-чинників у роботі*

фотосинтетичного апарату рослин. Зокрема, наведено дані з впливу стресорів (посуха, гербіциде навантаження) та адаптогенів (КАС, селеніт натрію) на фотосинтетичну активність хлоропластів. Зроблено наголос щодо недоцільності проведення функціональної діагностики мінерального живлення рослин при низьких значеннях останньої.

**Ключові слова:** функціональна діагностика, стрес-чинники, антидепресанти.

**Вступ.** Отримання високих і стабільних урожаїв сільськогосподарських культур стає можливим лише за умов оптимального живлення рослин. При цьому оптимальним повинно бути живлення не тільки NPK, а всіма макро- і мікроелементами. Як засвідчили дослідження (Філон В. І., 2012), одностороннє внесення азотних добрив дозволяє отримувати високі врожаї зернових культур протягом декількох років. Далі настає розбалансування мікроелементного живлення рослин, що явно знижує ефект від внесеного азоту. Дійсно, самі по собі мікроелементи дають незначний приріст урожаю (Фатєєв А. І., 2012). Разом з тим нестача того чи іншого мікроелемента, наприклад, цинку може суттєво знизити врожайність зернових культур. Завчасне усунення дефіциту одного або декількох мікроелементів є пріоритетом і однією з переваг функціональної діагностики живлення рослин. Слід зазначити, що остання враховує погодні умови, агротехніку, особливості кожного поля, а також сорту і гібриду, що на ньому вирощуються. Усе це сприяє тому, що саме функціональна діагностика завойовує все більше прихильників серед агрономів як у нашій країні, так і за її межами. Правда існують і скептики, яких цікавить: на скільки широко вона використовується за кордоном і чому саме вона нині набула такого поширення. Як відомо, патент на функціональну діагностику з'явився ще у 1982 р. Поява її була підготовлена всім ходом попередніх агрохімічних досліджень. В основу вказаної діагностики було покладено фундаментальні праці британського вченого Роберта Хілла, який показав, що виділені з рослин хлоропласти при освітленні точно так само виділяють кисень, як і у живій рослині. Це дає змогу визначати фотосинтетичну активність виділених із рослин хлоропластів, а отже, прослідковувати вплив зовнішніх чинників (зокрема й стресорів) на процеси фотосинтезу. Далі ця методика була органічно поєднана з методикою обприскування або ін'єкцій. Існуючі у радянські часи методи діагностики мінерального живлення рослин загалом задовольняли практиків оскільки контролю і регулюванню підлягали тільки азот, фосфор і калій. При цьому максимальні врожаї, на які розраховували агрономи, не перевищували 50 ц/га. На 80-ті роки у країнах Західної Європи контролювали надходження в рослини близько 10 елементів. Звичайно, що існуюча листовая діагностика вже не влаштувала запит виробників оскільки вона потребувала значних витрат ресурсів і часу. Потрібна була нова методика оцінки мінерального живлення рослин, місце якої зайняла функціональна діагностика. Поширенню її сприяли два добре відомі чинники: поява мікродобрив у хелатній формі, що дозволяє вносити їх «по листку» і впровадження широкозахватної техніки для внесення засобів захисту рослин і рідких добрив.

Ну і нарешті, не менш важливим питанням, на якому ми хотіли б зупинитися у цьому повідомленні, є причини і чинники, що можуть призводити до отримання хибних результатів у ході проведення функціональної діагностики. Однією з таких причин є порушення методики проведення аналізу: наприклад, відбирання рослинних проб до початку відновлення вегетації озимих культур, коли фотосинтетична активність хлоропластів є дуже низькою (2-5). У низці випадків відбирання рослинних зразків проводять після десятої години ранку, коли на полі стоїть спекотна погода, а накопичені у ранкові часи вуглеводи блокують роботу хлоропластів. У таких випадках (низької фотосинтетичної діяльності хлоропластів) роботи з проведення діагностики живлення рослин слід перенести на наступний день. Причиною низької фотосинтетичної діяльності хлоропластів може стати великий проміжок часу між відбором зразків і проведенням аналізу. Нерідко трапляються випадки, коли аналітики забувають перемішувати суспензію перед набором її дозатором або набирають ін'єкцію різних мікроелементів одним і тим самим наконечником. Нагадаємо, що в разі промивання останніх адсорбовані залишки мікроелементів на них все-таки залишаються, а вплив їх може проявлятися навіть за досить низьких концентрацій. Причиною низької фотосинтетичної активності хлоропластів може стати посуха. Остання призводить до закриття продихів і гальмування фотосинтезу. Проведення діагностики в такі часи призводить до нестабільних показань. Не слід забувати й про такі досить потужні стресори, як токсичність пестицидів і гербіцидів навантаження. У ряді випадків пригнічений стан посівів видно навіть неозброєним оком. Якщо відомо, що посіви нещодавно оброблялися пестицидами, то проведення функціональної діагностики слід відкласти до хоча б часткового їх відновлення.

Паралельно з удосконаленням функціональної діагностики в останні роки активізувалися наукові дослідження та розробка засобів, що сприяють адаптації сільськогосподарських рослин до нових умов вирощування, на які впливають біотичні (патогени) та абіотичні (різкі зміни температури, посуха, токсичність пестицидів, гербіцидів навантаження) стрес-чинники. Одним із перспективних напрямів в цьому аспекті є застосування в рослинництві препаратів фітогормональної дії, мікроелементів, зокрема, селену (Кабата-Пендіас А., 1988). Те, що селен (Se) є типовим мікроелементом, що було доведено ще у 1957 р. (Блинохватов А. Ф., 2001). Есенціальність селену пояснюється тим, що цей елемент в органічній формі входить до таких селеновмісних ферментів рослин, як глутатіонпероксидаза, глутатіонредуктаза, гліцеринредуктаза, глутатіонтрансфераза (Голубкина Н. А., 2004). У більшій мірі цей мікроелемент локалізований у білкових молекулах. Крім того, селен міститься в рослинах у неорганічній формі: селенід (2-), елементарний селен (Se 0), тіоселенат (Se 2+), селеніт (Se 4+), селенат (Se 6+), а також у складі проміжних газоподібних сполук селенового обміну у ґрунті: диметилселенід, диметилселенон, диметилсульфід, метанселенон (Chasteen T. G., 2003).

Як засвідчили дослідження, вміст селену у ґрунтах і рослинах у більшості випадків є недостатнім для нормальної життєдіяльності людини і тварин (Попенко Е. С., 2015). Селенодефіцитними вважаються ґрунти з вмістом селену менш як 0,6 мг/кг. Доведено, що селен необхідний рослинам у малих дозах (0,05-0,1 мг/кг) і токсичний – у великих (2-5 мг/кг). За оптимальних

концентрацій селен сприяє збільшенню вмісту фотосинтетичних пігментів, зокрема, хлорофілу, виконує стреспротекторну, антиоксидантну роль, підвищує вміст білка в органах рослин. Надходження селену в рослини залежить від умов навколишнього середовища та прийомів агротехніки. Так, наприклад, є дані що селен має спільні хімічні властивості із сіркою, тому внесення сірки з мінеральними добривами перешкоджає надходженню селену в рослини і таким чином загострює дефіцит цього мікроелемента (Серегина І. І., 2002). Для агрохіміків селен є цікавим з боку використання його як адаптогену до несприятливих умов зовнішнього середовища.

**Об'єкти і методи досліджень.** Із 2016 р. на кафедрі агрохімії розпочато серію досліджень щодо впливу стресорів на фотосинтетичну активність хлоропластів і надходження поживних елементів у рослини. Дослідження проводили за допомогою портативної лабораторії «Агровектор ПФ-014». Схема досліду включала адаптогени (КАС, селеніт натрію) і стресори (посуха, гербіцидне навантаження). Культура – пшениця яра сорту Чадо, гербіцид – альфа-дикамба.

Обробку посівів проводили у фазу кушіння та фазу виходу в трубку шляхом обприскування рослин розчинами: гербіциду альфа-дикамба (0,3 %), КАС (1:5), селеніту натрію (0,0003 %).

**Результати та обговорення.** На рис. 1 показано результати функціональної діагностики посівів пшениці ярої на контрольному варіанті. Вони свідчать, що одним із потужних стресорів для посівів ярої пшениці є посуха. Фотосинтетична активність хлоропластів при цьому знижується майже вдвічі. Загалом яра пшениця на контрольному варіанті зазнає нестачі азоту, бору, цинку, мангану та йоду. Така картина є характерною для зернових колосових культур, проте відтворюваність результатів є низькою. Так, нестачу азоту і цинку було зафіксовано під час першого і другого вимірів, проте дефіцит бору та мангану було виявлено тільки під час другого виміру (2.06.17 р.).

Підживлення посівів КАС (1:5) стабілізує роботу хлоропластів (фотосинтетична активність їх становить 6 – 10 ум. од.), знімає дефіцит азоту і посилює нестачу бору, цинку, мангану та молібдену (рис. 2). Причиною вказаного явища виступає активізація ростових процесів. Як правило, зернові культури потребують внесення вказаних мікроелементів (за винятком молібдену) на ґрунтах з нейтральною реакцією середовища.

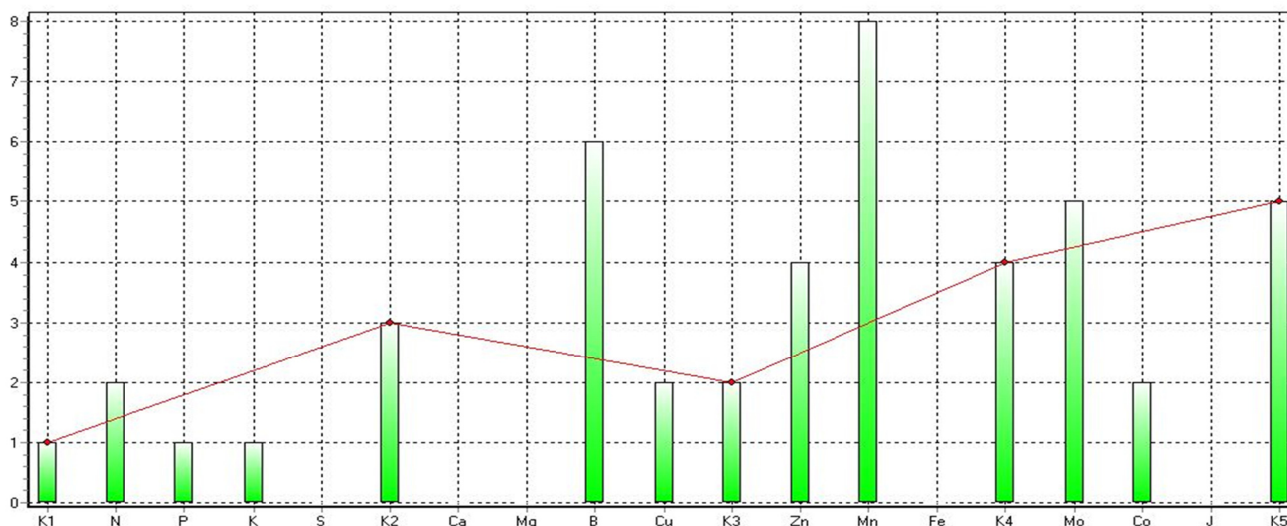
Як свідчать наші дані щодо обробки посівів пшениці селенітом натрію, останній не знімає нестачі азоту в умовах експерименту. Проте в науковій літературі існують дані щодо підвищення вмісту азоту в листі та колосі пшениці, оброблених селенітом натрію у більш пізніх стадіях вегетації (Вихрева В. А., 2001; Барабанов В. А., 2004). Відомо, що азот входить до складу найважливіших біологічних сполук у рослині: амінокислот, білків, пуринових та піримідинових основ, нуклеотидів, нуклеїнових кислот, хлорофілу, рослинних гормонів, алкалоїдів, аміноцукрів. Проте в нашому дослідженні виявлено явне зменшення вмісту молібдену, що може свідчить про активізацію азотного обміну в рослинах. Також показана нестача йоду на варіанті з внесенням селену є характерною для чорноземів типових Харківської області. Загалом селеніт натрію проявляє позитивний вплив на фотосинтетичну

активність хлоропластів.

Внесення гербіциду альфа-дикамба виступає типовим стресором для рослин незважаючи на те, що він належить до вузько спеціалізованих гербіцидів, які не повинні впливати на зернові культури. Відповідно, що причиною такої дії альфа-декамба є знову ж таки посуха.



а)



б)

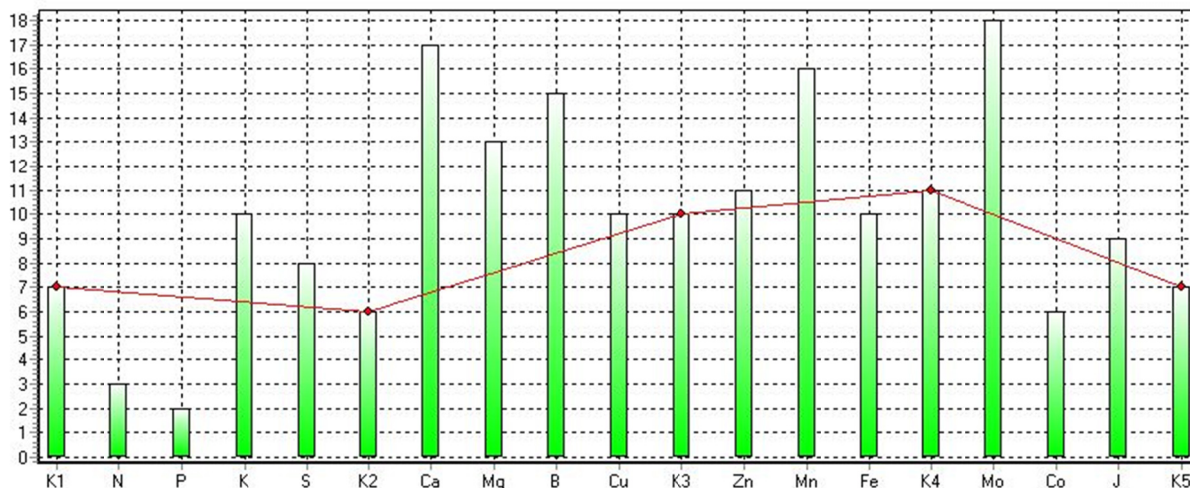
**Рис. 1. Результати функціональної діагностики посівів пшениці ярої на контрольному варіанті: а) 10.05.17 р. до початку посухи; б) 2.06.17 р. під час посухи.**

По осі абсцис – макро- і мікроелементи, забезпеченість якими визначається.

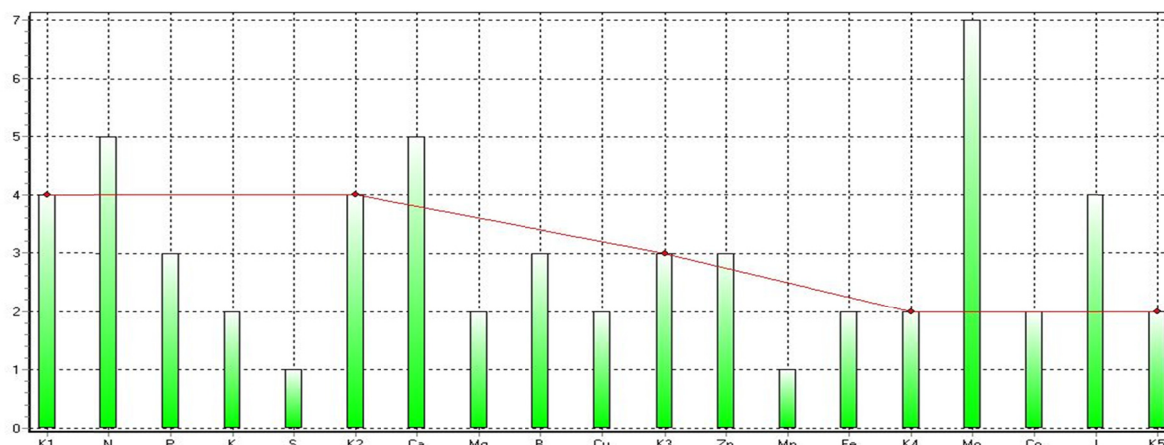
Червона лінія вказує на рівень активності хлоропластів без ін'єкції поживних елементів. Вище червоної лінії – існує потреба у внесенні поживного елементу, нижче – ні

**Висновки.** Одним із потужних стресорів для посівів ярої пшениці є посуха. Фотосинтетична активність хлоропластів при цьому знижується майже вдвічі. Загалом яра пшениця на контрольному варіанті зазнає нестачі азоту, бору, цинку, мангану та йоду. Така картина є характерною для зернових колосових культур, проте відтворюваність результатів є низькою.

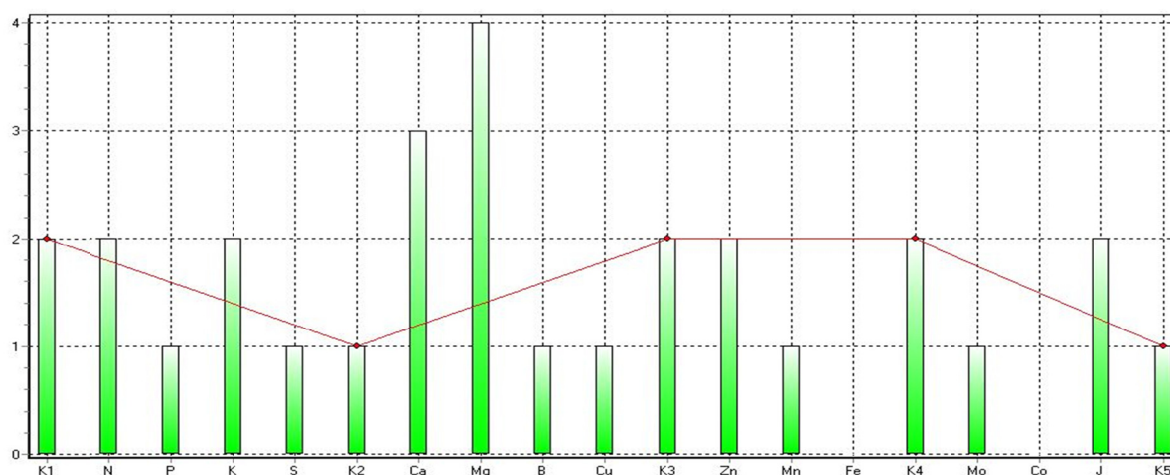




а)



б)



в)

**Рис. 2. Результати функціональної діагностики посівів пшениці ярої, що зазнали впливу гербіциду і адаптогенів: а) КАС; б) селеніт натрію; в) альфа-дикамба. По осі абсцис – макро і мікроелементи, забезпеченість якими визначається. Червона лінія вказує на рівень активності хлоропластів без ін'єкції поживних елементів.**

**Вище червоної лінії – існує потреба у внесенні поживного елемента, нижче – ні**

Підживлення посівів КАС (1:5) стабілізує роботу хлоропластів (фотосинтетична активність їх становить 6-10 ум. од.), знімає дефіцит азоту і посилює нестачу бору, цинку, мангану та молібдену. Звичайно, що обробка посівів селенітом натрію не знімає дефіцит азоту, проте явно загострює нестачу молібдену, що свідчить про активізацію азотного обміну в рослинах. Нестача йоду на варіанті з внесенням селену є характерною для чорноземів типових Харківської області.

Внесення гербіциду альфа-дикамба виступає типовим стресором для рослин. Вірогідно, що причиною такої дії альфа-дикамба є знову ж таки посуха.

### СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ / REFERENCES

**Філон В. І.** Аналіз ефективності застосування мінеральних добрив під озиму пше-ницю в господарствах Богодухівського району Харківської області / В. І. Філон, І. В. Філон // Вісник ХНАУ. – 2012. – № 3. – С. 95–99.

*Filon V. I., Filon I. V., 2012, "Analysis of the efficiency of mineral fertilizers application under winter conditions on farms of Bogodukhivskiy district of Kharkiv region", Visnyk KhNAU, № 3, pp. 95–99.*

**Фатєєв А. І.** Оптимізація мікроелементного живлення сільськогосподарських культур: посіб. / А. І. Фатєєв. – Х.: ННЦ Інститут імені О. Н. Соколовського, 2012. – 178 с.

*Fateev A. I., 2012, "Optimization of micronutrient nutrition of agricultural crops: manual", Kharkiv, NSC Institute of the name of O. N. Sokolovsky, 178 p.*

**Кабата-Пендіас А.** Мікроелементи в почвах и растениях / А. Кабата-Пендіас, Х. Пендіас. – М.: Наука, 1988. – 439 с.

*Kabata-Pendias A., Pendias H., "Microelements in soils and plants", Moscow, Nauka, 439 p.*

**Блинохватов А. Ф.** Селен в биосфере / А. Ф. Блинохватов. – Пенза: РИО ПГСХА, 2001. – 324 с.

*Blinokhvatov A. F., 2001, "Selen in the biosphere", Penza, RIO PSPA, 324 p.*

**Голубкина Н. А.** Перспективы использования селенобогатенных растений / Н. А. Голубкина // Микроэлементы в медицине. – 2004. – № 6. – С. 36–39.

*Golubkina N. A., 2004, "Prospects for the use of selenium-rich plants", Microelements in medicine, № 6, pp. 36–39.*

**Chasteen T. G., Beutley R., 2003, "Biomethylation of selenium: microorganiozm anf plants", Chem. Reviews, Vol. 103, pp. 1–24.**

**Попенко Е. С.** Особливості розподілу селену у рослинності різних кліматичних зон / Е. С. Попенко // Пошукова та екологічна геохімія. – 2015. – № 1 (16). – С. 23–26.

*Popenko E. S., 2015, "Peculiarities of distribution of selenium in the vegetation of various climatic zones", Search and ecological geochemistry, № 1 (16), pp. 23–26.*

**Серегина И. И.** Биологическая роль селена в растениях / И. И. Серегина, И. Т. Ниловская // Агрохимия. – 2002. – № 10. – С. 76–85.

*Seregina I. I., Nilovskaya I. T., 2002, "Biological role of selenium in plants", Agrochemistry, № 10, pp. 76–85.*

**Вихрева В. А.** Адаптогенная роль селена в высших растениях / В. А. Вихрева, В. Н. Хрянин, В. К. Гинс и др. // Вестник Башкирского ун-та. – 2001. – № 2. – С. 65–66.

*Vikhreva V. A., Khryanin V. N., Hins V. K. et al., 2001, "Adaptogenic role of selenium in higher plants", Bulletin of the Bashkir University, № 2, pp. 65–66.*

**Барабанов В. А.** Биологические функции, метаболизм и механизмы действия селена / В. А. Барабанов // Успехи современной биологии. – 2004. – Т. 124. – С. 157–168.

*Barabanov V. A., 2004, "Biological functions, metabolism and mechanisms of action of selenium", Successes of modern biology, Vol. 124, pp. 157–168.*