

Awad, R. A., El-Shabrawy, S. A., Osman, S. G. & Saad, S. A. (2003) Chemical composition of flavoured processed cheese spreads with different fruit flavours. Egyptian Journal of Dairy Science, 31, 235–344

Стаття надійшла до редакції 6.04.2016

УДК 631.95:631.445.2

Качмар Н. В., к. с.–г. н., старший викладач, **Мазурак О. Т.**, к. т. н., доцент[©],
Жиліщич Ю. В., к. с.–г. н., в. о. доцента (notujka@mail.ru)
Львівський національний аграрний університет, м. Дубляни, Україна.

ОСОБЛИВОСТІ БІОЛОГІЧНОГО ПОГЛИНАННЯ СВИНЦЮ РОСЛИНАМИ ЯЧМЕНЮ ЯРОГО

У статті наведені результати досліджень щодо інтенсивності поглинання з ґрунту свинцю рослинами ячменю. Об'єктом дослідження були рослини ячменю ярого сорту Пеяс на різних стадіях розвитку. До темно–сірого опідзоленого ґрунту було внесено солі свинцю у вигляді $Pb(CH_3COO)_2$ у концентраціях: 32; 160 і 320 мг/кг ґрунту. Свинець є одним з важких металів, які потрапляють у навколишнє середовище в результаті антропогенної діяльності.

Встановлено, що вміст свинцю у ячмені зменшується таким чином: підземна фракція > вегетативна фракція фітомаси > генеративна фракція. Найінтенсивніше свинець поглинався ячменем у фазі цвітіння.

Ефект Pb та інших важких металів на рослини залежить не тільки від його форми, але також і від наявності і концентрації інших елементів і речовин, виду рослини і її стадії розвитку також важливі. Деякі ґрунтові умови, такі як рН, вміст кальцію, вміст органічних речовин, зокрема гумусу і т.д., відіграють вирішальну роль, регулюючи доступність Pb для рослин.

Ключові слова: свинець, ґрунт, ячмінь ярий, корені, вегетативна фітомаса, зерно, фаза сходів, фаза цвітіння, фаза повної стиглості, міграція, акумуляція.

УДК 631.95:631.445.2

Качмар Н. В., к. с.–х. н., старший преподаватель, **Мазурак О. Т.**, к. т. н., доцент,
Жилищич Ю. В., к. с.–х. н., и. о. доцента
Львовский национальный аграрный университет, г. Дубляны, Украина.

ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ПОГЛОЩЕНИЯ СВИНЦА РАСТЕНИЯМИ ЯЧМЕНЯ ЯРОВОГО

В статье приведены результаты исследований по интенсивности поглощения из почвы свинца растениями ячменя. Объектом исследования были растения ячменя ярового сорта Пеяс на разных стадиях развития. До темно–серой оподзоленной почвы были внесены соли свинца в виде $Pb(CH_3COO)_2$ в концентрациях: 32; 160 и 320 мг/кг. Свинец является одним из тяжелых металлов, которые попадают в окружающую среду в результате антропогенной деятельности.

Установлено, что содержание свинца в ячмене уменьшается следующим образом: подземная фракция > вегетативная фракция фитомассы > генеративная фракция. Интенсивно свинец поглощался ячменем в фазе цветения.

Эффект Pb и других тяжелых металлов на растения зависит не только от его формы, но также и от наличия и концентрации других элементов и веществ, вида растения и его стадии развития также важны. Некоторые почвенные условия, такие как рН, содержание кальция, содержание органических веществ, в частности гумуса и т.д., играют решающую роль, регулируя доступность Pb для растений.

Ключевые слова: свинец, почва, ячмень яровой, корни, вегетативная фитомасса, зерно, фаза сходов, фаза цветения, фаза полной спелости, миграция, аккумуляция.

UDC 631.95:631.445.2

Kachmar N., senior lecturer, **Mazurak O.**, associate professor.,
Zhylishchych Y. associate professor
Lviv National Agrarian University, Dubliany, Ukraine.

FEATURES OF LEAD ABSORPTION BY PLANTS OF SPRING BARLEY

The paper present result of research on the intensity of the absorption of lead from the soil by plants barley. The object of the study were plant spring barley varieties Peas in various stages of development. Lead was added to the soil (dark-grey podzolic) as a $Pb(CH_3COO)_2$ in the concentration of 32, 160 and 320 mg Pb^{+2} per kg of the soil. Lead is one of the heavy metals which occur in the environment as a result of antropogenic activities.

Established that the lead content in barley amended as follows: underground fraction > vegetative biomass fraction > generative fraction. Lead absorbed most intensive barley in the flowering stage.

The effect of Pb and other heavy metals on plants depends not only on its form, but also on the presence and concentration of other elements and substances, the plant species and its developmental stage are also important. Several soil conditions, such as the pH value, calcium level, content of organic substances, particularly humus etc., are decisive for the exchangeable and water soluble, available Pb for plants.

Key words: lead, soil, barley summer, roots, vegetative biomass fraction, grain, flowering stage, phase full ripeness, migration, accumulation.

Вступ. Однією з глобальних проблем людства є забезпечення якісними екологічно безпечними продуктами харчування. Забруднення ґрунтів важкими металами стало на заваді вирощування і заготівлі продовольчої сировини рослинного і тваринного походження для виготовлення високоякісної продукції. Добре розвинутий у минулих роках аграрний сектор у Львівській області залишив «небезпечний спадок» для сьогодення. Відомим є факт, що у фосфорних добривах міститься найбільша концентрація важких металів та інших токсикантів [1, 2, 3, 5].

У зв'язку з цим є гостра потреба вивчення та прогнозування наслідків забруднення ґрунтів металом, який належить до першого класу небезпеки, – свинцем. Незважаючи на те, що взаємодія важких металів із компонентами біосфери вивчається понад два десятиріччя, масштаби проблеми не зменшуються внаслідок тривалості їх дії і здатності до інтенсивного накопичення у системі «ґрунт–рослина».

Наявність у рослин адаптивного потенціалу до ряду чинників природного середовища є пов'язана з наявністю у них морфоанатомічних, фізіологічних, генетичних та біохімічних механізмів, які об'єднані в достатньо цілісну систему. Саме ці механізми відіграють основну роль при захисті рослинного організму в разі виникнення певного стресу [4, 6, 8].

Тому дослідження інтенсивності накопичення свинцю рослинами ячменю ярого, за різного рівня забруднення ним ґрунту, є актуальними і становлять значний науковий та практичний інтерес. Вибір як тест–культури ячменю ярого пов'язаний з тим, що в Україні посіви ячменю займають друге місце після пшениці та широко використовуються людиною [1, 4].

Мета і завдання дослідження. Метою дослідження було вивчення особливостей ячменю ярого щодо його стійкості в умовах імпактного забруднення свинцем у зоні західного Лісостепу України.

Для досягнення поставленої мети вирішувалось таке завдання:

– вивчити закономірність та інтенсивність нагромадження свинцю рослинами ячменю ярого за різних рівнів забруднення темно–сірого опідзоленого ґрунту.

Матеріали і методи. Дослідження інтенсивності біологічного поглинання свинцю рослинами ячменю ярого було проведено методом польових досліджень.

Як тест–культура вивчався ячмінь ярий (*Hordeum sativum distichum*), пивоварний сорт «Пеяс». Дослідження проводили на темно–сірому опідзоленому ґрунті.

Закладання та проведення польових досліджень проводили відповідно до загальноприйнятих методик. Площа однієї облікової ділянки становила 2 м². Ділянки розташовані рендомізовано, повторність п'ятиразова. Екотоксикологічна оцінка важкого металу проводилась в умовах імпактного забруднення, яке передбачає одноразове внесення поллютанта до досліджуваній ґрунт. Як забруднювач використовували солі Pb(CH₃COO)₂, які одноразово вносили окремо у ґрунт на глибину 0 – 20 см у кількостях 1; 5 і 10 ГДК валових форм [3, 6].

Ячмінь ярий був висіяний в штучно забруднений іонами свинцю ґрунт. Посів та вирощування тест-культури здійснювали відповідно до технології, яка рекомендована в даній зоні [4].

Досліджували інтенсивність поглинання свинцю рослинами ячменю у різні фази розвитку (фаза сходів, цвітіння та повної стиглості). Вміст поллютанта у рослині визначали у коренях, надземній масі та у зерні.

Вміст свинцю у зразках рослин (після мінералізації, в муфельній печі типу FCF 12 SP, за ГОСТ 26929–86) визначали за допомогою приладу С115М методом атомно-абсорбційної спектроскопії.

Інтенсивність біологічного поглинання свинцю оцінювали за допомогою коефіцієнта біологічного поглинання (КБП), який дорівнює відношенню вмісту елемента у золі рослин до його вмісту в ґрунті. Для оцінки якості зернової продукції за вмістом важкого металу використовували загальноприйняті ГДК.

Результати дослідження. У найбільшій мірі подальший ріст і розвиток рослини залежить від умов, які є у фазі сходів. На початку вегетації ячмінь характеризується швидким ростом і інтенсивним поглинанням речовин із ґрунту. Знання принципу розподілу поллютантів в органах і тканинах рослин дозволить вирішити проблему негативного впливу на них важких металів [4, 5, 6].

Вміст свинцю у загальній фітомасі (фаза сходів) контрольних рослин впродовж років дослідження коливався в межах 1,02 – 1,11 мг/кг абсолютно сухої речовини. Проте, як і у наступних фазах розвитку рослини, навіть незначне збільшення іонів металу у ґрунті (1 ГДК Pb²⁺) призводило до його збільшення у загальній фітомасі. Однак, значення залишалися нижчим за ГДК. У 1-й рік дослідження на цьому варіанті досліду вміст металу у рослині був більшим у два рази відносно контролю. З роками спостерігалось поступове зменшення свинцю у загальній фітомасі, і на 3-й рік цей показник знаходився на рівні контролю.

Додаткове внесення досліджуваного забруднювача у концентрації 160 мг/кг ґрунту (5 ГДК) стало причиною збільшення у загальній фітомасі свинцю до 13,76 мг/кг абсолютно сухої речовини, що у 13,49 рази вище за контроль. На 3-й рік досліджень цей показник знизився у три рази.

Зменшувався вміст металу у рослині з роками і на варіанті досліду 10 ГДК Pb²⁺, де концентрація свинцю в рослині у 1-й рік становила 23,10 мг/кг, у два наступні – 12,81 та 7,70 мг/кг абсолютно сухої речовини відповідно.

На перших етапах органогенезу умови життя рослини відіграють головну роль у подальшому її формуванні, так як рослина ще не може завдяки генетичним особливостям обмежувати негативний вплив навколишнього середовища [1, 7, 8].

Крім, показника абсолютного вмісту металу в рослині, використовують, для характеристики біогеохімічних особливостей накопичення рослинами важкого металу, коефіцієнт біологічного поглинання (КБП).

Так, у 1-й рік дослідження КБП свинцю ячменем був у 1,87 рази вищим на варіанті досліду 10 ГДК Pb²⁺ порівняно з контролем, а на 2-й і 3-й рік фактично не виявлено істотних відмінностей.

Як свідчать отримані дані, на всіх варіантах досліду свинцю найменше у зерні. Це вказує на здатність рослин ячменю завдяки наявності бар'єрів, які знаходяться на шляху транспорту свинцю, захищати свої генеративні органи.

У зв'язку з тим, що генеративні органи рослин володіють блокувальними властивостями щодо важких металів, вміст їх у зерні був найменшим, їх

транспортування відбувається у вегетативних органах (коріння, стебло) через провідну систему рослин – ксилему і флоему. В надземних органах рослин характер розподілу іонів свинцю визначається апопластним транспортом, і він нагромаджується у клітинних стінках епідерми та частково в елементах провідної системи, зокрема ксилемі.

Впродовж усього періоду дослідження на варіантах досліду 1 ГДК Pb^{2+} і на контрольних ділянках концентрація свинцю в зерні була нижчою за значення ГДК і становила для контролю 0,26 мг/кг абсолютно сухої речовини.

До 1,14 мг/кг абсолютно сухої речовини зростає концентрація свинцю у зерні у 1-й рік досліджень на варіанті забруднення ґрунту 5 ГДК Pb^{2+} , у наступні роки вміст металу у зерні знижувався, але не був меншим за значення ГДК. У зерні ячменю ярого, вирощеного на ґрунті із внесеною кількістю свинцю в дозі 10 ГДК, було виявлено найбільше перевищення значення ГДК, а саме: 1-й рік – у 4,3; 2-й рік – у 2,6; і 3-й рік – у 2,3 рази. В середньому на цьому варіанті концентрація даного металу в зерні перевищувала вміст його у контрольному зерні в 6 разів. Розподіл свинцю в ячмені має свої особливості, проте на всіх варіантах його вміст у зерні був нижчий, ніж у солоні, але й такий вміст здатний стати причиною онкологічних та легеневих хвороб [2, 3].

КБП свинцю для контрольного зерна залишався сталим впродовж двох вегетаційних періодів, а в останній рік дослідження помітне незначне зниження значення даного коефіцієнта. На інших варіантах досліду цей показник знаходився на рівні контролю протягом усіх років.

Порівняно із зерном вегетативна маса містила значно більшу кількість полутанта, від 0,51 до 4,24 мг/кг (із загальної кількості у фітомасі 2,0 – 51,91) у фазі цвітіння та 0,45 – 4,01 мг/кг (із загальної кількості у фітомасі 1,97 – 46,56) у фазі стиглості. Це пояснюється тим, що захисна роль коренів не безкінечна, а підвищення концентрації свинцю в ґрунтовому розчині веде до порушення функціонування фізіологічних бар'єрів та зміни характеру надходження свинцю в рослини з сиплазматичного на апоплазматичний [1, 7, 8].

З кожним наступним роком вміст свинцю у вегетативній масі ячменю знижувався. Концентрація свинцю у вегетативній масі на контролі (у фазі повної стиглості 1-й рік) у 7 разів була меншою порівняно з варіантом забруднення у дозі 10 ГДК Pb^{2+} , у 4,5 та 1,6 разів на варіантах забруднення 5 і 1 ГДК Pb^{2+} .

Так, у другий рік на варіанті 10 ГДК Pb^{2+} порівняно з першим роком концентрація забруднювача знизилася на 11,8 %, а у третій – на 31,5 %. На усіх варіантах досліду відмічена відсутність факту перевищення ГДК (5 мг/кг абсолютно сухої речовини) свинцю у вегетативній масі ячменю.

Вміст свинцю в надземній фітомасі та зерні ячменю, вирощеному на ділянках, де вміст забруднювача в ґрунті був невисокий (контроль та 1 ГДК Pb^{2+}), не перевищував поданого в іноземній літературі середнього вмісту металу, що становить 1 мг/кг сухої речовини рослини. Це пов'язано з тим, що метали, які потрапили в організм рослини, можуть бути нею виведені за допомогою кореневих виділень, в процесі транспірації і дихання [6, 7, 8].

КБП свинцю вегетативною масою ячменю ярого був вищим у фазі цвітіння. Найвищим значенням він характеризувався на контрольних ділянках.

Успішні експерименти В. Душенкова та Й. Раскіна (Ратгерський університет, Нью-Джерси, США) із етилендіамінтетраоцтовою кислотою дозволяють припустити, що рослини засвоюють малорозчинні сполуки важких металів у результаті того, що їх корені виділяють у ґрунт певні природні речовини – комплексоутворювачі. Наявність слизу у коренях, де відбувається інтенсивне зв'язування катіонів свинцю карбоксильними групами уронових кислот, є першим бар'єром, що обмежує проникнення важких металів у корінь. З іншого боку кореневі виділення можуть стати причиною зростання рухомості сполук важких металів, наприклад, фітосидерофори сприяють накопиченню в рослинах міді, цинку, марганцю. Не виключено, що за таким принципом відбувається і засвоєння свинцю рослиною [1, 6, 7, 8].

За нашими результатами дослідження, вміст свинцю в коренях становив від 1,48 до 47,67 мг/кг (загальна кількість у фітомасі 2,18 – 51,91 мг/кг) у фазі цвітіння та від 1,31 до 40,37 мг/кг абсолютно сухої речовини (загальна кількість у фітомасі 1,97 – 46,56 мг/кг) у фазі повної стиглості. Відповідно до підвищення його вмісту у ґрунті, збільшувалася і концентрація свинцю в коренях.

Концентрація свинцю на контрольному варіанті у фазі повної стиглості у 1-й рік досліджень в підземній фітомасі у 29,90 раза була меншою за кількість на варіанті забруднення 10 ГДК; у 14,41 раза на варіанті забруднення 5 ГДК і більше, як вдвічі, на варіанті забруднення 1 ГДК. З часом вміст поллютанта у підземній частині ячменю (на усіх варіантах, за винятком контролю, де концентрація фактично не змінювалася) зменшувався. Така закономірність спостерігалася під час кожної фази розвитку тест-культури.

У коренях за роки досліджень акумулювалося 83,47 % (10 ГДК Pb^{2+}), 80,83 % (5 ГДК Pb^{2+}), 68,30 % (1 ГДК Pb^{2+}) свинцю від усієї поглинутої його кількості цілою рослиною.

Високий відсотковий вміст важких металів у коренях може стати причиною зміни їх росту. Свинець здатний знижувати швидкість утворення клітин, що діляться в меристемі, і тим самим стає причиною пригнічення росту коренів.

КБП свинцю коренями рослини ячменю мав найвище значення на варіанті 5 ГДК Pb^{2+} . Значення КБП свинцю коренями знижувалося з часом.

Протягом трьох років проведення досліджень загальною фітомасою ячменю ярого було поглинуто 30,46 % (у 1 – й рік – 14,53 %, у 2 – й – 9,78 % і у 3 – й – 6,15 %) свинцю від початкової штучно внесеної у ґрунт його кількості (1 ГДК Pb^{2+}); 28,34 % (у 1 – й рік – 14,47 %, у 2 – й – 8,48 % і у 3 – й – 5,36 %) на варіанті забруднення ґрунту в дозі 5 ГДК Pb^{2+} та 28,33 % (у 1 – й рік – 14,55 %, у 2 – й – 8,26 % і у 3 – й – 5,51 %) в дозі 10 ГДК Pb^{2+} .

Вміст свинцю в рослині в значній мірі залежить і від кліматичних умов [2, 4]. Найбільша кількість опадів випала у 1-й рік дослідження, що доводить можливість інтенсивнішого вимивання металу з орного шару ґрунту, і тому можна припустити, що вміст свинцю міг бути ще вищим у різних органах рослини.

Висновки. Встановлено, що вміст свинцю у ячмені зменшується таким чином: підземна фракція > вегетативна фракція фітомаси > генеративна фракція.

Отримані дані щодо вмісту свинцю в коренях свідчать про низьку міграційну здатність даного металу в органах ячменю. Найінтенсивніше свинець поглинався ячменем у фазі цвітіння.

Отже, результати досліджень показують, що лише на варіанті досліду, де ґрунт забруднений в дозі 1 ГДК Pb^{2+} , можливо отримати безпечну продукцію ячменю ярого. Зерно з варіантів досліду, де ґрунт забруднений в дозі 5 і 10 ГДК Pb^{2+} характеризувалося кількаразовим перевищенням значення ГДК.

Перспективи подальших досліджень. Результати проведених досліджень мають практичне значення і можуть бути використані для забезпечення екологічної безпеки під час вирощування ячменю ярого на забруднених ґрунтах. На основі отриманих результатів встановлено рівні захисних бар'єрів ячменю ярого. Тому планується подальше проведення досліджень щодо інтенсивності міграції та акумуляції найбільш розповсюджених поллютантів в сільськогосподарських культурах.

Література

1. Андрейко Л. В. Фітотоксичні властивості свинцю та кадмію в системі «ґрунт–рослина» в умовах штучного забруднення ґрунту цими металами / Л. В. Андрейко, Т. М. Лозовицька // Матеріали наук.–практ. конф. молодих вчених. – К. : Ін-т агроекології УААН, 2007. – С. 97–99.
2. Важкі метали у ґрунтах та рослинах заплави ріки Тиса / В. Козловський, Н. Романюк, О. Терек [та ін.] // Вісник Львівського університету : екологія. – 2005. – № 40. – С. 35–50.
3. Довбиш Л. Л. Забруднення важкими металами дерново-підзолистих ґрунтів лісоаграрних ландшафтів Полісся : дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.–г. наук : 03.00.16 / Довбиш Лариса Леонідівна. – Житомир, 2002. – 152 с.

4. Лихочвор В. В. Рослинництво. Сучасні інтенсивні технології вирощування основних польових культур / В. В. Лихочвор, В. Ф. Петриченко. – Львів : Укр. технології, 2006. – 730 с.
5. Скопецька О. В. Комплексний еколого-фізіологічний аналіз міграції та нагромадження свинцю в агроecosystemах / О. В. Скопецька, О. І. Косик, М. М. Мусієнко // Физиология и биохимия культурных растений. – 2004. – Т. 36, № 1. – С. 27–35.
6. Metal accumulation by different plant species grown in contaminated media / [Alcantara A., Ginhaus A. M., Ojeda M. A. et al.] // Plant nutrition – Food security and sustainability of agro-ecosystems. – 2001. – P. 460–461.
7. Szatanik-Kloc A. Wpływ pH i stężenia wybranych metali ciężkich w glebie na ich zawartość w roślinach / A. Szatanik-Kloc // Acta Agrophysica 84. – 2004. – Vol. 4, № 1. – S. 177–183.
8. Szatanik-Kloc A. Effect of pb-stress of selected physicochemical surface properties of barley (*hordeum vulgare* L.) / A. Szatanik-Kloc, Z. Sokołowska, N. Hrebela // International agrophysics. A quarterly journal on physics in environmental and agricultural sciences. – Lublin, 2007. – Vol. 21, № 4. – P. 399–408.

References

- Andreiko, L. V. (2007). Fitotoksichni vlastyvyosti svyntsiu ta kadmiiu v systemi «grunt-roslyna» v umovakh shtuchnoho zabrudnennia gruntu tsymy metalamy / L. V. Andreiko, T. M. Lozovytska // Materialy nauk.-prakt. konf. molodykh vchenykh. – K.: In-t ahroekolohii UAAN, 97–99. (in Ukrainian).
- Kozlovskiy, V. (2005). Vazhki metaly u gruntakh ta roslynakh zaplavy riky Tysa / V. Kozlovskiy, N. Romaniuk, O. Terek [ta in.] // Visnyk Lvivskoho universytetu : ekolohiia. 40, 35–50. (in Ukrainian).
- Dovbysh, L. L. (2002). Zabrudnennia vazhkymy metalamy dernovo-pidzolystykh gruntiv lisoahhrnykh landshaftiv Polissia : dys. na zdobuttia nauk. stupenia kand. s.-h. nauk : 03.00.16 / Dovbysh Larysa Leonidivna. – Zhytomyr, 152. (in Ukrainian).
- Lykhochvor, V. V. (2006). Roslynnytstvo. Suchasni intensyvni tekhnolohii vyroshchuvannia osnovnykh polovykh kultur / V. V. Lykhochvor, V. F. Petrychenko. – Lviv : Ukr. tekhnolohii, 730 (in Ukrainian).
- Skopetska, O. V. (2004). Kompleksnyi ekoloho-fiziolohichniy analiz mihratsii ta nahromadzhennia svyntsiu v ahroecosystemakh / O. V. Skopetska, O. I. Kosyk, M. M. Musiienko // Fyzyolohiia y byokhymiya kulturnykh rastenyi. – T. 36, № 1. – S. 27–35. (in Ukrainian).
- Alcantara, A. (2001). Metal accumulation by different plant species grown in contaminated media / [Alcantara A., Ginhaus A. M., Ojeda M. A. et al.] // Plant nutrition – Food security and sustainability of agro-ecosystems. 460–461.
- Szatanik-Kloc, A. (2004). Wpływ pH i stężenia wybranych metali ciężkich w glebie na ich zawartość w roślinach / A. Szatanik-Kloc // Acta Agrophysica 84. – Vol. 4, № 1. – S. 177–183.
- Szatanik-Kloc, A. (2007). Effect of pb-stress of selected physicochemical surface properties of barley (*hordeum vulgare* L.) / A. Szatanik-Kloc, Z. Sokołowska, N. Hrebela // International agrophysics. A quarterly journal on physics in environmental and agricultural sciences. – Lublin, Vol. 21, № 4. – P. 399–408.

Стаття надійшла до редакції 26.03.2016

УДК 577.125:636.59

Кирилів Б. Я., к. с.-г. н., с. н. с., докторант ©
 Інститут біології тварин НААН, м. Львів, Україна

ВІКОВІ ТА ОРГАНО-ТКАНИННІ ОСОБЛИВОСТІ АКТИВНОСТІ ГІДРОЛІТИЧНИХ ЕНЗИМІВ ПЕРЕПЕЛІВ

У статті представлені результати дослідження активності травних ензимів у молодняку та дорослих перепелів породи «Фараон» у критичні періоди їх росту і розвитку (7-, 21- 42- і 72-доба), тобто у період повного розсмоктування жовточного мішочка, ювенільної линьки, статевого дозрівання і початку яйцекладки та на піку несучості.