

УДК 581.5:633.11:633.16:546.47/49

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.43>

АКУМУЛЯЦІЯ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ І ВАЖКИХ МЕТАЛІВ РОСЛИНАМИ ОЗИМИХ КОЛОСОВИХ КУЛЬТУР

Капустіна Г.А. – к.с.-г.н.,

заступник директора з наукової роботи,

Одеська філія

ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

Фірсова В.В. – провідний фахівець відділу науково-аналітичного забезпечення,

Одеська філія

ДУ «Інститут охорони ґрунтів України»

Бурикiна С.І. – к.с.-г.н.,

завiдувач науково-технологiчного вiддiлу агрохiмiї,

ґрунтознавства та органiчного виробництва,

Одеська державна сiльськогосподарська дослiдна станцiя

Нацiональної академiї аграрних наук України

У статті наведені результати, які є продовженням роботи, що розпочата у 2019 році на полях дослідного господарства «Южний» Біляївського району Одеської області. У 2020 році матеріалом досліджень були пшениця озима сорту «Куйальник» (попередник – ріпак озимий) та озимий ячмінь сорту «Дев'ятий вал» (попередник – соняшник). В окремих частинах рослин визначали вміст мангану, цинку, кобальту, міді та токсичних елементів – Cd і Pb – у фази колосіння та фізіологічної стиглості. Вивчали розподіл елементів залежно від концентрації доступної форми цих елементів в орному шарі моніторингових ділянок (№ 1, № 2). Ділянка № 1 розташована в рівнинній частині полів, ділянка № 2 – впродовж мікробоводи, по якій іде природний стік води. В орному шарі другої ділянки вміст Zn, Cu, Co, Cd та Pb (амонійно-ацетатний буфер) на 35,5–77,1% вищий, а Mn – на 21,6% нижчий, ніж на ділянці № 1.

Результатом досліджень стали такі висновки та пропозиції:

– накопичення мікроелементів і важких металів в окремих частинах рослин озимих колосових культур мають відмінності залежно від виду культури і забезпеченості ґрунту рухою формою (амонійно-ацетатний буфер) цих елементів;

– на цьому етапі досліджень не виявлено достовірного зв'язку між надходженням елементів, зокрема цинку, в рослини озимих культур та запасами вологи в ґрунті дослідних ділянок ($r=0,24$);

– показана наявність оберненого зв'язку вище середнього ступеня між вмістом Zn та Cd в ґрунті та їх надходження в структурні елементи ячменю і пшениці ($r = -0,62$);

– рослини пшениці озимої порівняно з озимим ячменем мають тенденцію до більшого накопичення кадмію в зерні – на 64,4%, соломі – на 33,3% та коренях – на 6,8%;

– у соломі пшениці озимої вміст Pb на 20,0% менше за соломі ячменю, а його концентрація в зерні пшениці та коренях перевищувала ячмінь на 29,2% та 22,7%;

– концентрація мангану в зерні пшениці вища за зерно ячменю на 3,88 мг/кг, або на 24,4%, а цинку – практично однакова (різниця становить менше 5%); вміст Co в зерні ячменю майже вдвічі перевищує цей показник для пшениці, а міді – на 47,2%;

– для встановлення особливостей і закономірностей процесу надходження металів у сільськогосподарські культури необхідні довготривалі спостереження в розрізі сівозміни загалом, технології вирощування та погодних умов конкретної зони.

Ключові слова: пшениця, ячмінь, важкі метали, токсичні елементи.

Kapustina G.A., Firsova V.V., Burykina S.I. Accumulation trace elements and heavy metals by plants winter ear crops

The article presents the results that are a continuation of the work started in 2019 in the fields of the Yuzhny experimental farm of the Belyaevsky district of the Odessa region. In 2020, the research materials were winter wheat of the Kuyalnik variety (winter rape as a forecrop)

and winter barley of the *Deviaty Val* variety (sunflower as a forecrop). In some parts of the plants, the content of manganese, zinc, cobalt, copper and toxic elements – Cd and Pb – was determined during the earing and physiological ripeness phases. The distribution of elements was studied as a function of the concentration of the available form of these elements in the arable layer of monitoring sites (No. 1, No. 2). Plot No. 1 is located in the flat part of the fields, Plot No. 2 – along the microvalley, along which there is a natural flow of water. In the arable layer of the second site, the content of Zn, Cu, Co, Cd and Pb (ammonium acetate buffer) is 35.5–77.1% higher, and MN is 21.6% lower than Site No. 1.

The research resulted in the following conclusions and suggestions:

– accumulation of trace elements and heavy metals in certain parts of plants of winter spike crops differ depending on the type of crop and the availability of the soil with a mobile form (ammonium-acetate buffer) of these elements;

– at this stage of research, there was no reliable relationship between the intake of elements, in particular zinc, in winter crop plants and moisture reserves in the soil of experimental sites ($r=0.24$);

– the presence of an above-average inverse relationship between the content of Zn and Cd in the soil and their entry into the structural elements of barley and wheat is shown ($r = -0.62$);

– winter wheat plants in comparison with winter barley tend to accumulate more cadmium in grain – by 64.4%, straw-by 33.3% and roots-by 6.8%;

– in winter wheat straw, the PB content is 20.0% less than in barley straw, and its concentration in wheat grain and roots exceeded barley by 29.2% and 22.7%;

– the concentration of manganese in wheat grain is higher than barley grain by 3.88 mg / kg or 24.4%, and zinc is almost the same (the difference is less than 5%); The Co content in barley grain is almost twice as high as for wheat, and copper-by 47.2%;

– to establish the features and regularities of the process of metal entry into agricultural crops, long-term observations are necessary in the context of crop rotation in general, cultivation technologies and weather conditions of a particular zone.

Key words: wheat, barley, heavy metals, toxic elements.

Постановка проблеми. Більшу частину раціону людини становлять крупни та хлібобулочні вироби, сировиною для яких є зернові культури. Злаки, такі як ячмінь та пшениця, були невід’ємною частиною раціону людей протягом тисячоліть. Пшениця (*Triticum spp.*) використовується для виробництва борошна та квашеного хліба, тортів, печива, локшини, макаронних виробів, біопалива тощо [1]. Ячмінь належить до видів трав *Hordeum vulgare*. Він широко використовується для виробництва алкогольних напоїв і як основний інгредієнт тибетської кухні; вважається здоровою їжею для зменшення ваги; харчові волокна в ячмені знижують ризик серцево-судинних захворювань, рівень поганого холестерину в крові та ризик розвитку діабету і раку товстої кишки [2, с. 169].

Оскільки накопичення важких та токсичних металів в організмі людини йде в основному через їжу, то очевидна важливість вивчення закономірностей їх поглинання та накопичення сільськогосподарськими культурами в конкретних ґрунтово-кліматичних умовах та розподіл цих елементів за структурними частинами рослин.

Одеська область входить до складу степових регіонів, які виробляють більшу частину злаків високої якості і де до 1992 року всі сільгоспкультури вирощувалися за інтенсивними технологіями, що передбачало внесення високих норм мінеральних добрив та засобів захисту. Потреба екологічного контролю за вмістом важких металів у ланці «ґрунт – рослина» визначається і сучасним процесом нарощування обсягів використання пестицидів та мінеральних добрив, появою площ локального забруднення, зумовлених не техногенним навантаженням, а особливостями рельєфу та наявністю стоків [3, с. 28].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За свідченням Т.Ф. Яковішевої [4, с. 95], толерантність сільськогосподарських культур стосовно Zn, Cd та Pb змінюється в ряду «просо > озимі зернові > горох > ярі зернові», і внесення

мінеральних добрив у дозі $N_{90}P_{90}K_{60}$ сприяє накопиченню важких металів під час вирощування цих культур на чорноземах звичайних мало гумусних. За висновками інших дослідників, систематичне застосування мінеральних добрив у сівозміні, зокрема під час зрошення, практично не вплинуло на вміст важких металів у ґрунті порівняно з неудобрюваним фоном, але вміст кадмію в зерні твердої пшениці перевищив ГДК [5, с. 35]. Надходження важких металів у зерно пшениці озимої залежить не лише від тривалості застосування добрив, але й від їх виду. Так, систематичне застосування органічних та органо-мінеральних добрив у польовій сівозміні зменшувало в зерні пшениці озимої вміст Mn, Cu, Co Cd та Pb, а вміст Zn підвищувався за тривалого внесення органічних добрив [6, с. 9]. Вивчення мікроелементного складу зерна озимої та ярової пшениць у різних за екологічними умовами зонах привело учених до висновку, що підвищення концентрації важких металів у ґрунтах не завжди супроводжується ростом їх вмісту в зерні, і це потребує подальшого вивчення [7, с. 92].

Велике значення має вивчення закономірностей накопичення мікроелементів і важких металів не тільки в зерні злаків, але й за органами рослин, оскільки діють захисні механізми на межі «корені – стебло – листя – зерно». Як показали дослідження, на розподіл полютантів впливає тип ґрунту [8, с. 48], еколого-токсикологічна ситуація [9, с. 36], технологія вирощування [10, с. 68], вид і ступінь забруднення та фаза розвитку культури [11, с. 51].

Мета роботи – визначити особливості накопичення металів в органах озимої пшениці та ячменю під час вирощування на чорноземах південних за наявності локального забруднення.

Виклад основного матеріалу. Дослідження є продовженням сумісної роботи науковців Одеської ДСДС та Одеської філії «Держґрунтохорона», що розпочата у 2019 році на полях дослідного господарства «Южний» Біляївського району Одеської області. Матеріал і методи докладно описані у попередній статті [3, с. 27]. Слід лише зазначити, що у 2020 році матеріалом досліджень були такі культури, як пшениця озима сорту «Куяльник» (попередник – ріпак озимий) та озимий ячмінь сорту «Дев'ятий вал» (попередник – соняшник). В окремих частинах рослин визначали вміст мангану, цинку, кобальту, міді та токсичних елементів – Cd і Pb – у фази колосіння та фізіологічної стиглості. Крім того, вивчали розподіл елементів залежно від концентрації доступної форми цих елементів в орному шарі моніторингових ділянок (№ 1, № 2). Ділянка № 1 розташована в рівнинній частині полів, ділянка № 2 – впродовж мікробовпадини, по якій йде природний стік води. Встановлено, що в орному шарі другої ділянки вміст Zn, Cu, Co, Cd та Pb (амонійно-ацетатний буфер) на 35,5–77,1% вищий, а Mn – на 21,6% нижчий за ділянку № 1 [3, с. 30].

Аналіз результатів вмісту металів в органах рослин фази колосіння показав незначну мінливість цинку (пшениця), кадмію та свинцю; варіабельність інших елементів здебільшого коливалася в межах середньої (від 10% до 20%), і тільки коливання концентрацій Mn (листя пшениці), Co (коріння ячменю) та Cu (колос пшениці) перевищувало межу 20% (24,5–28,6%), тобто була значною. Варіабельність вмісту в рослинах озимих культур мікро- та токсичних елементів – наслідок нерівномірного розподілу концентрацій цих елементів в ґрунті, мінливість яких перевищувала 20%.

Розподіл елементів за органами озимої пшениці та ячменю у фазу колосіння наведено на рис. 1. Звертає на себе увагу, що концентрація практично всіх елементів у коренях пшениці озимої вища за їх вміст в інших частинах рослини

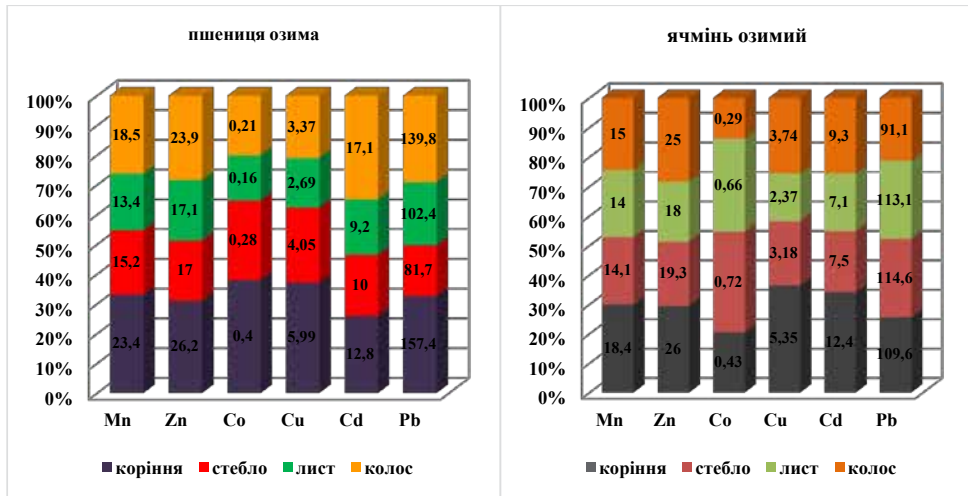


Рис. 1. Вміст металів у різних органах рослин пшениці озимої та ячменю озимого у фазі колосіння (Mn, Zn, Co, Cu – мг/кг; Cd, Pb – мкг/кг)

за виключенням вмісту кадмію в колосі, що в 1,3 раза перевищував його вміст у коренях, і ця тенденція збереглася і до фази фізіологічної стиглості (рис. 3), де вміст Cd у зерні пшениці перевищив корені у 1,17 раза. Це може свідчити про низький рівень бар'єру рослин пшениці озимої щодо кадмію на межі «стебло – лист – колос (зерно)».

Для рослин ячменю озимого у фазі колосіння та фізіологічної стиглості характерне перевищення вмісту кобальту (1,5–1,7 раза) та свинцю (від 3,2 до 5,9%) у листостебловій масі порівняно з їх концентрацією в коренях, але вміст цих елементів у колосі та зерні нижчий, ніж у коренів і стебла з листям. Останнє свідчить про таке: у ячменю озимого рівень бар'єру на межі «листочкостеблова маса – колос

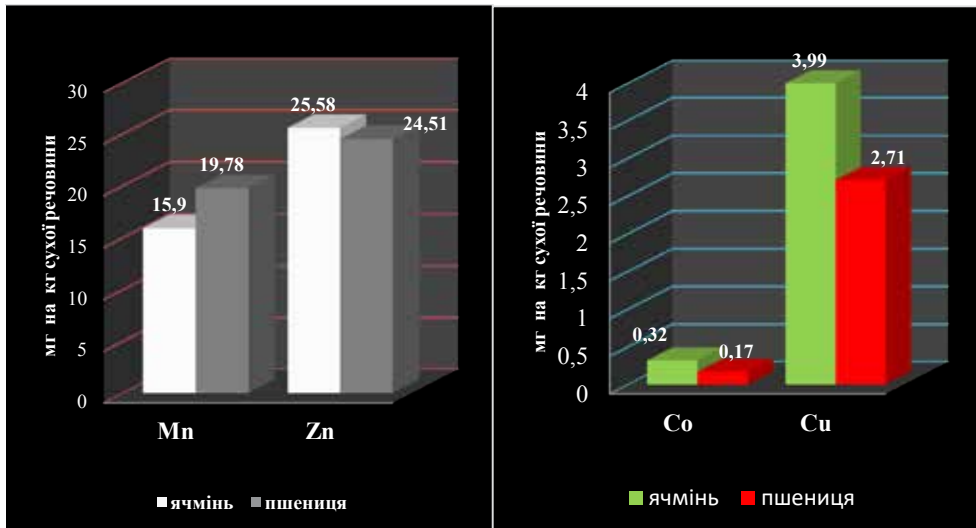


Рис. 2. Вміст мікроелементів у зерні озимих колосових культур

(зерно)» вищий за «корені – листостеблова маса», що стримує надходження полутантів в основну продукцію.

Визначено, що концентрація мангану в зерні пшениці вища, ніж у зерні ячменю, на 3,88 мг/кг, або на 24,4%, а цинку – практично однакова (різниця становить менше 5%). Однак вміст Со в зерні ячменю майже вдвічі перевищує цей показник для пшениці, а міді – на 47,2% (рис. 2).

Кадмій та свинець відносяться до важких металів першого класу небезпеки, і тому контроль за їх вмістом в основній продукції має особливе значення. Результати наших спостережень показали, що концентрація цих елементів у зерні ячменю та пшениці не перевищувала значень ГДК, але за рівнем накопичення між культурами були суттєві відмінності.

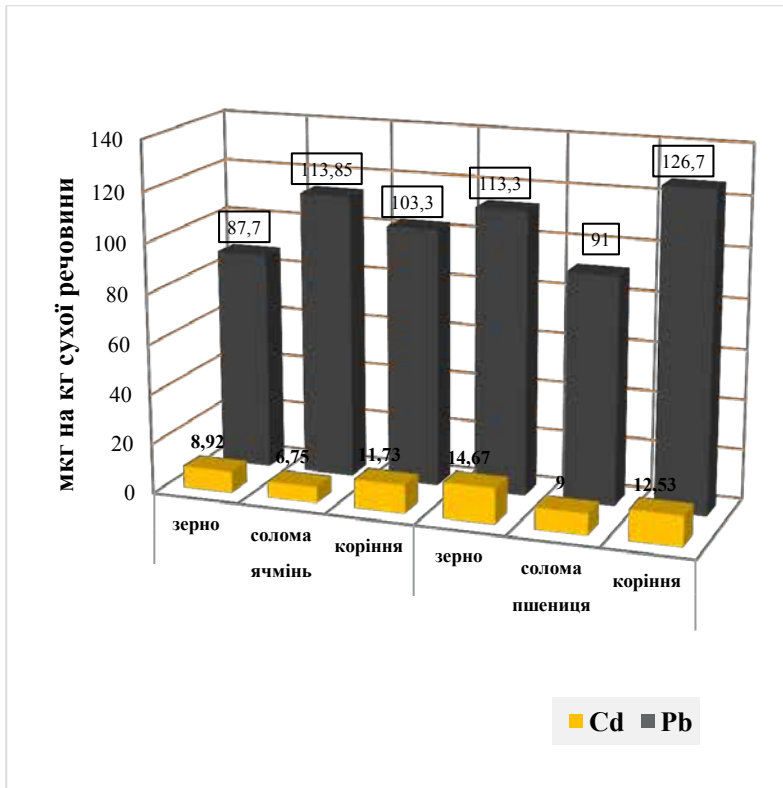


Рис. 3. Вміст токсичних металів у зерні, соломі та коренях озимих колосових культур

Вміст кадмію в зерні, соломі та коренях пшениці озимої вищий, ніж у ячменю озимого, на 64,4%, 33,3% та 6,8% відповідно (рис. 3). Свинець у соломі пшениці озимої накопичувався на 20,0% менше за соломку ячменю, але його концентрація в зерні пшениці та коренях перевищувала ячмінь на 29,2% та 22,7%.

Відомо, що кадмій є хімічним аналогом цинку. Його концентрація в зерні та в інших органах озимих культур у тисячі раз менша від цинку, але він здатен заміщати цинк у цинковмісних ферментах, порушуючи фізіологічні процеси в рослинах, і через харчові ланцюги акумулюватися в органах людини і тварин. Тому контроль за вмістом кадмію в рослинах та його співвідношення з цинком треба

дуже ретельно контролювати. Кореляційно-регресійний аналіз усієї матриці даних показав наявність оберненого зв'язку вище середнього ступеня між вмістом Zn та Cd у ґрунті та їх надходження в структурні елементи ячменю і пшениці ($r = -0,62$).

Концентрація металів у частинах рослин при господарській стиглості залежала від рівня забезпеченості орного шару чорнозему південного цими елементами, і не завжди підвищений вміст у рослинному зразку того чи іншого елемента відповідав більш високій його концентрації в ґрунтовому розчині. Нариклад, вміст Co, Cu, Pb (листя пшениці); Pb – в стеблах; Cu, Pb – в зерні та Mn, Zn в коренях пшениці, вирощеної на другій ділянці, суттєво нижчий за показники рослин із першої ділянки, хоча концентрація цих елементів (окрім мангану) в ґрунті другої ділянки була висока і підвищена, а в першій – помірна.

Таблиця 1

Вміст металів в органах пшениці та ячменю при вирощуванні на ділянках різної забезпеченості

№ ділянки	Mn		Zn		Co		Cu		Cd		Pb	
	мг на кг сухої речовини								мкг на кг сухої речовини			
	я	п	я	п	я	п	я	п	я	п	я	п
Лист												
1	10,4	12,7	18,1	14,8	0,56	0,15	2,51	2,61	6,9	8,5	115,7	124,0
2	11,8*	12,4	19,3	19,6*	0,72	0,12*	1,98*	1,97*	6,2	8,5	121,7	94,0*
НСР ₀₉₅	0,7	0,7	1,7	1,5	0,17	0,01	0,47	0,31	1,0	1,0	6,4	10,0
Стебло												
1	11,0	11,1	20,3	18,5	0,65	0,22	3,01	3,76	7,4	9,3	118,5	78,0
2	11,4	19,2*	20,1	17,8	0,74*	0,26*	3,40	3,48	6,4*	9,3	99,6*	69,0*
НСР ₀₉₅	1,2	1,6	0,8	1,4	0,07	0,03	0,47	0,81	0,8	0,1	17,6	24,0
Зерно												
1	15,3	19,3	22,5	24,2	0,28	0,18	4,1	3,10	8,8	14,3	87,0	120,0
2	16,5*	20,3	28,6*	24,9	0,35*	0,16	3,9	2,31*	9,1	15,0	88,5	106,7*
НСР ₀₉₅	0,8	1,6	3,4	1,1	0,06	0,02	0,3	0,37	0,3	1,3	6,7	6,5
Корені												
1	15,5	22,3	21,3	25,9	0,44	0,34	5,7	4,84	11,9	10,3	115,0	120,0
2	14,6	20,2*	25,5*	21,1*	0,38	0,30	4,1*	5,3	11,6	14,7*	91,6*	133,3*
НСР ₀₉₅	1,7	1,3	3,0	1,3	0,12	0,03	0,7	1,52	0,3	0,8	6,8	6,5
ГДК	44,0		50,0		1,0		10,0		30		500	

Примітка: «я» – ячмінь; «п» – пшениця; «*» – різниця суттєва

Для рослин ячменю з другої ділянки спостерігалось суттєве зростання Mn в листі, Co – в стеблах, Mn, Zn, Co – в зерні та Zn – у корені, а достовірне зменшення в листі – вмісту міді, в стеблах – кадмію та свинцю і в коренях – міді та свинцю.

Аналогічні дані були отримані й С.В. Пугасвим [7, с. 92]. Водночас дослідженнями Н.Г. Гайдукової на чорноземі вилугуваному [12] показано, що ступінь рухомості елементів у ґрунті та ступінь їх доступності для рослин – не зовсім однакові поняття. Якщо в першому випадку елементи в її досліді розташовувались в такому порядку: Cd > Mn > Co > Pb > Zn > Cu, то ступінь їх потенційної доступності для рослин озимих культур мала дещо іншу послідовність: Zn > Mn > Pb > Co > Cu.

Є свідчення, що надходження цинку в рослини зернових колосових культур залежить від вологозабезпеченості [13]. У нашому випадку рослини другої ділянки знаходилися в більш комфортних умовах щодо вологи, оскільки було присутнє підживлення ґрунту стічними водами, але не було виявлено достовірного зв'язку між надходженням цинку в рослини озимих культур та запасами вологи в ґрунті дослідних ділянок ($r = 0,24$).

Загалом концентрація металів у зерні ячменю і пшениці не перевищувала значень ГДК. Але, оскільки існує вірогідність зростання вмісту досліджуваних металів у ґрунті ділянки, що розташована впродовж стоку, то необхідний постійний контроль за їх вмістом в продукції з метою її раціонального використання в процесі технологічної переробки чи використання як корму для худоби.

Висновки. За отриманими результатами можна відзначити:

– накопичення мікроелементів і важких металів в окремих частинах рослин озимих колосових культур мають відмінності залежно від виду культури і забезпеченості ґрунту рухомою формою (амонійно-ацетатний буфер) цих елементів;

– на цьому етапі досліджень не виявлено достовірного зв'язку між надходженням елементів, зокрема цинку, в рослини озимих культур та запасами вологи в ґрунті дослідних ділянок ($r = 0,24$);

– показана наявність оберненого зв'язку вище середнього ступеня між вмістом Zn та Cd в ґрунті та їх надходження в структурні елементи ячменю і пшениці ($r = -0,62$);

– рослини пшениці озимої порівняно з озимим ячменем мають тенденцію до більшого накопичення кадмію в зерні – на 64,4%, соломі – на 33,3% та коренях – на 6,8%;

– у соломі пшениці озимої вміст Pb на 20,0% менший за солому ячменю, а його концентрація в зерні пшениці та коренях перевищувала ячмінь на 29,2% та 22,7%;

– концентрація мангану в зерні пшениці вища за зерно ячменю на 3,88 мг/кг, або на 24,4%, а цинку – практично однакова (різниця складає менш за 5%); вміст Co в зерні ячменю майже вдвічі перевищує це показник для пшениці, а міді – на 47,2%;

– для встановлення особливостей і закономірностей процесу надходження металів у сільськогосподарські культури необхідні довготривалі спостереження в розрізі сівозміни загалом, технологій вирощування та погодних умов конкретної зони.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Різниця між пшеницею та ячменем. URL: <https://uk.strephonsays.com/difference-between-wheat-and-barley>.

2. Dai F., Nevo E., Wu D., Comadran J., Zhou M., Qiu L., Chen Z., Beiles A. Tibet is one of the Centers of domestication of cultivated barley. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2012. 109 (42). С. 169.

3. Бурикiна С.І., Капустiна Г.А., Ямкова Н.А. Просторова варiабельнiсть вiмiсту важких металiв у чорноземi пiвденному в межах одного поля. *Таврiйський науковий вiсник*. 2020. Вип. 112. С. 25–31.

4. Яковишина Т.Ф. Толерантнiсть сiльськогосподарських культур до токсичної дiї важких металiв. *Вiсник ДАЕУ*. 2008. №1 (22). С. 87–95.

5. Гамаюнова В.В., Пiдручна О.В., Куц Г.М. Важкi метали в тривало зрошуваному темно-каштановому ґрунті та рослинах. *Таврiйський науковий вiсник*. 2000. Вип. 16. С. 29–36.

6. Господаренко Г.М., Мартинюк А.Т., Черно О.Д., Любич В.В. Екотоксикологiчне оцiнювання зерна пшеницi озимої за тривалого (з 1965р.) застосування

добрив у польовій сівозміні. Вісник дніпропетровського державного аграрно-економічного університету. 2017. № 4. С. 5–11.

7. Пугаев С.В. Содержание тяжелых металлов в зерне озимой и яровой пшеницы, произрастающей в разных экологических условиях. *Вестник Мордовского университета*. 2013. № 3–4. С. 89–93.

8. Котова Т.В. Содержание тяжелых металлов в зерновых культурах в зависимости от типа почвы. *Вестник Краснодарского ГАУ*. 2008. № 6. С. 46–48.

9. Просяникова О.И., Клевлина Т.П., Сладкова Т.В. Качество и безопасность зерна ярового ячменя в Кемеровской области. *Вестник Алтайского государственного аграрного университета*. 2010. № 9 (71). С. 34–37.

10. Давидюк Г.В., Олійник К.М., Клименко І.І. Вплив технологій вирощування на вміст важких металів у рослинах пшениці озимої. *Агроекологічний журнал*. 2019. № 3. С. 62–70.

11. Горін М.О., Ольховський Г.Ф. Особливості споживання озимою пшеницею цинку, кадмію та інших елементів на чорноземі типовому. *Сучасне ґрунтознавство: наукові проблеми та методологія викладання*: зб. матеріалів науково-практичної конф., присвяченої 90-річчю кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів імені проф. М.К. Шикіули. Київ, 2012. С. 49–53.

12. Гайдукова Н.Г. Взаимосвязь различных форм соединений тяжелых металлов в пахотном слое почвы и накопление их в зерне озимых культур. *Научный журнал Куб ГАУ*. 2015. № 111 (07). URL: <http://ej.kubagro.ru/2015/07/pdf/42.pdf>

13. Минкина Т.М., Манджиева С.С., Богданова А.М., Чаплыгин В.А., Бауэр Т.В., Бурачевская М.В., Маштыкова Л.Ю., Громакова Н.В., Сушкова С.Н. Поступление цинка и свинца в ячмень из загрязненной почвы. *Живые и биокосные системы*. 2016. № 17. URL: <http://www.jbks.ru/archive/issue-17/article-3>.

УДК 597.374

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.118.44>

СУЧАСНИЙ СТАН ІХТІОФАУНИ ШАЦЬКОГО ПООЗЕР'Я

Мисковець І.Я. – к. геогр. н., доцент,
доцент кафедри екології та агрономії,
Луцький національний технічний університет

Коробчук Л.І. – к. пед. н., доцент,
доцент кафедри екології та агрономії,
Луцький національний технічний університет

У роботі проаналізовано сучасний стан іхтіофауни Шацького поозер'я в умовах інтенсивного рибогосподарського використання (промислового рибальства), а також окреслено біологічні особливості риб і тенденції їхнього розвитку, виявлено фактори, що впливають на запаси промислових риб, обґрунтовано систему заходів для відтворення, збереження та збільшення чисельності живих рибних ресурсів.

На основі узагальнення результатів багаторічних досліджень визначено та проаналізовано основні чинники впливу на структурно-функціональні показники іхтіофауни Шацького поозер'я з точки зору динаміки біологічного різноманіття та формування кількісних і якісних показників сировинної бази промислу.

Оцінено роль окремих складників іхтіокомплексу Шацького поозер'я у формуванні структурних характеристик іхтіофауни в рамках реалізації концепції багатовидового рибальства. Визначено стан іхтіофауни: видовий склад, чисельність молоді риб, розмірно-вікова характеристика та особливості динаміки кількісних і якісних показників