

УДК: 633.11:632.15 (477.4+292.485)

**ЗМІНА ВМІСТУ ВАЖКИХ
МЕТАЛІВ У ЗЕРНІ ПШЕНИЦІ
ОЗИМОЇ ТА БОРОШНІ В
УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ
ПРАВОБЕРЕЖНОГО**

Л.А. ЯКОВЕЦЬ, асистент
О.В. ВАТАМАНЮК, асистент
Вінницький національний аграрний
університет

У статті наведено дані щодо забруднення важкими металами зерна пшениці озимої, яке вирощене в умовах інтенсивного землеробства. Досліджено зниження вмісту важких металів при розмелюванні зерна пшениці озимої на різні фракції борошна: вищого татунку, першого татунку, другого татунку та висівки.

За результатами проведених досліджень встановлено, що розмелювання зерна пшениці озимої на різні фракції борошна дозволяє зменшити вміст свинцю у борошні вищого татунку на 71,8%, першого татунку – на 51,5%, другого – на 47,6%, але водночас збільшити у висівках – на 61,6%, порівняно із вмістом свинцю у зерні; вміст кадмію у борошні вищого татунку зменшується на 75,0%, першого татунку – на 50,0%, другого – 25,0%, але збільшується у висівках на 60,0%, порівняно із вмістом кадмію у зерні; вміст міді у борошні вищого татунку на 72,0% менший, першого татунку – на 52,0%, другого – на 47,4%, але водночас вищий у висівках на 50,7%, порівняно із вмістом міді у зерні; вміст цинку у борошні вищого татунку зменшується – на 95,9%, першого татунку – на 54,6%, другого – на 51,7%, але водночас збільшується у висівках на 68,2%, порівняно із вмістом цинку у зерні пшениці озимої.

Ключові слова: зерно, пшениця озима, борошно, забруднення, важкі метали.

Табл. 1. Літ. 12.

Постановка проблеми. Пшениця – одне з основних джерел енергії для людей на Землі. Значення її безперервно зростає, адже вона є корисною і економічно вигідною продовольчою культурою, яку можливо вирощувати в досить широких і різноманітних умовах [1].

У світі виробляють і споживають значну кількість борошна, особливо пшеничного. Пшеничне борошно – важливий продукт світової торгівлі, має велике значення у харчуванні людини. На сьогоднішній день велика увага приділяється якості та розширенню асортименту продукції, бо саме від цього залежить успішне просування товару на споживчому ринку та його здатність конкурувати з аналогічними товарами інших виробників. Не менш важливе значення має і той факт, що завдання борошномельної промисловості дещо

переорієнтовано: важливо створювати продукт, який би не тільки міг прохарчувати людину, але й був би максимально корисним та якісним для споживача. Тобто проблема якості зерна та борошна як ніколи є актуальною [2].

Безпеку харчових продуктів і продовольчої сировини відносять до основних чинників, що визначають здоров'я населення України і збереження його генофонду. Понад 70% усіх забруднювачів надходять в організм людини з продуктами харчування. Результати контролю якості продуктів харчування свідчать про високі рівні забруднення продуктів токсичними хімічними сполуками, біологічними агентами і мікроорганізмами. У цілому по Україні від 1,5 до 10% проб харчових продуктів містять важкі метали, у тому числі свинець, кадмій, мідь, цинк, з них від 2,5 до 5,0% у концентраціях, що перевищують гранично допустимі [3].

Важкі метали потрапляють в середовище проживання людини в результаті не тільки природних процесів, але і, головним чином, внаслідок інтенсивного розвитку промисловості, нераціонального використання природних ресурсів, сільського господарства та урбанізації життя суспільства [3, 4].

Потрапляючи у живі організми, важкі метали накопичуються у певних тканинах. Досягаючи певної концентрації в організмі, вони починають свій згубний вплив. Зокрема, вступаючи у взаємодію з тіоловими групами різних макромолекул організму, відбувається їх блокування, що в подальшому призводить до втрати протеїнами багатьох реакцій та порушення обміну речовин. У крові важкі метали з'єднуються з альбумінами, що сприяє підвищенню їх доступності клітинам організму [3-5].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За результатами досліджень О.П. Ткачука [6]; С.Ф. Разанова [7] Забруднення важкими металами зернової продукції є надзвичайно важливою та актуальною проблемою сьогодення. Серед усього різноманіття важких металів найбільші обсяги їх надходження із засобами хімізації припадають на свинець, кадмій, мідь та цинк.

М.М. Мусієнко, Т.В. Паршикова, Л.М. Бацманова [8] вказують, що важкі метали, які надходять в організм людини можуть викликати низку метаболічних порушень, переважно окислювально-відновних процесів. Хімічні сполуки металів із різними компонентами клітини можуть спричинити пошкодження мембран, а також пригнічення активності різних ферментів.

А.А. Дубініна, І.Ф. Овчиннікова, В.О. Петрів [3], М.М. Мусієнко, Т.В. Паршикова, Л.М. Бацманова [8] зазначають, що свинець є небезпечним токсикантом глобального значення. При пероральному надходженні свинець, у залежності від сполуки, в якій знаходиться, засвоюється дорослими на 10,0%, а дітьми – на 20,0%. Максимально допустима доза для організму людини повинна бути в межах 0,0004...0,005 мг/кг. У разі інтоксикації свинцем у

організмі людини можуть відзначатися як загальні, так і специфічні порушення, які виражають в нефрологічних та енцефалопатичних змінах.

М.М. Мусієнко, Т.В. Паршикова, Л.М. Бацманова [8] вказують, що кадмій належить до токсикантів, що має високу здатність акумулюватися в тканинах. Період виведення цього металу з організму становить 13-40 років, при цьому смертельна доза для організму людини складає 150 мг/кг. Основним джерелом забруднення ґрунту кадмієм є промислові, стічні води, а також застосування мінеральних добрив, пестицидів у сільському господарстві.

За результатами досліджень А.А. Дубініна, І.Ф. Овчиннікова, В.О. Петрів [3], М.М. Мусієнко, Т.В. Паршикова, Л.М. Бацманова [8] мідь як біомікроелемент бере участь у тканинному диханні та кровотворенні. При надходженні з їжею в кишківнику всмоктуються близько 30 % міді. У людини одноразова доза 10...20 мг/кг маси тіла викликає нудоту, блювоту та інші симптоми інтоксикації міддю. Добове споживання елемента може становити не більше 0,5 мг/кг (до 30 мг/кг у раціоні) при нормальному вмісті в їжі молібдену і цинку, фізіологічних антагоністів міді.

Цинк стимулює поділ клітин і загоєння уражених тканин, але в той же час сприяє і утворенню ракових клітин. Серцево-судинні захворювання можуть розвиватися через порушення рівноваги вмісту цинку в організмі. Для харчових продуктів рекомендовані такі допустимі величини вмісту цинку: м'яса – до 20 мг/кг, напоїв – до 5 мг/кг, фруктів та овочів – до 100 мг/кг [3, 9, 10].

Інтенсивна хімізація технологічних процесів вирощування пшениці озимої зумовлює внесення високих норм мінеральних добрив, пестицидів. Ці засоби сприяють накопиченню у зерні та борошні важких металів [11].

Борошно – продукт, який одержують у результаті розмелу на порошок зерен хлібних злаків або насіння бобових культур. Воно є важливою складовою нашого щоденного раціону, адже широко застосовується в кулінарії, хлібопекарській, макаронній та інших галузях харчової промисловості [11].

Найбільше в Україні виготовляють пшеничного борошна із зерна м'якої або м'якої з домішками твердої пшениці. Виробляють таке борошно вищого, першого, другого ґатунку та висівки [12].

Важливою технологічною операцією виготовлення борошна є помел зерна. Він буває разовий і повторний. У першому випадку борошно отримують одноразовим пропусканням зерна через розмелювальну машину. Однак товарне борошно у такий спосіб не виготовляють. При повторному помелі борошно отримують багаторазовим і послідовним пропусканням зерна і його частин через розмелювальні машини [11].

Метою досліджень було встановити зниження вмісту важких металів при розмелюванні зерна пшениці озимої на різні фракції борошна: вищий ґатунок, перший ґатунок, другий ґатунок, висівки.

Методика досліджень. Дослідження проводили упродовж 2016-2018 рр. із зерном пшениці озимої, вирощеним в умовах інтенсивного землеробства та борошном отриманим із цього зерна в умовах Лісостепу правобережного.

Лабораторні аналізи зерна та борошна проводили в сертифікованій Науково-вимірювальній агрохімічній лабораторії Вінницького національного аграрного університету, де визначали вміст важких металів шляхом розмелювання зерна пшениці озимої на різні фракції борошна: вищого гатунку, першого гатунку, другого гатунку та висівки.

Виклад основного матеріалу. За даними ГОСТу 30178-96 гранично допустима концентрація важких металів у зерні пшениці озимій становить: свинець – 0,5 мг/кг, кадмій – 0,1 мг/кг, мідь – 10,0 мг/кг, цинк – 50,0 мг/кг. При вмісті свинцю у зерні пшениці озимої 1,03 мг/кг, що становить 2,1 гранично допустимої концентрації вміст свинцю у висівках склав 2,68 мг/кг, що становить 5,4 гранично допустимої концентрації та більше на 61,6%, ніж його вміст у зерні. У борошні другого гатунку вміст свинцю, порівняно із зерном менший на 47,6% і склав 0,54 мг/кг, що відповідає 1,1 гранично допустимої концентрації. У борошні першого гатунку вміст свинцю менший, порівняно із зерном пшениці озимої на 51,5% і становив 0,50 мг/кг, що відповідає гранично допустимій концентрації. Борошно вищого гатунку мало вміст свинцю 0,29 мг/кг, що на 71,8% менше, ніж у зерні і складало 0,6 гранично допустимої концентрації. Отже, при вмісті свинцю у зерні пшениці озимої 2,1 гранично допустимої концентрації, для продовольчих потреб можна використовувати без обмежень борошно вищого гатунку або з певними обмеженнями борошно першого гатунку (табл. 1).

Таблиця 1

**Вміст важких металів у зерні пшениці озимої та борошні з неї, мг/кг
(усереднені дані господарств, 2016-2018 рр.)**

Зерно та його борошно-мельна продукція	Pb		Cd		Cu		Zn	
	ГДК	фак. вміст	ГДК	фак. вміст	ГДК	фак. вміст	ГДК	фак. вміст
Зерно пшениці озимої	0,5	1,03±0,1	0,1	0,04±0,01	10,0	17,44±0,5	50,0	26,50±1,6
Висівки		2,68±0,2		0,10±0,2		35,34±1,4		83,20±1,9
Борошно другого гатунку		0,54±0,02		0,03±0,01		9,18±1,0		12,80±1,2
Борошно першого гатунку		0,50±0,02		0,02±0,01		8,38±1,0		12,05±1,1
Борошно вищого гатунку		0,29±0,01		0,01±0,01		4,89±0,9		1,09±0,2

Джерело: сформовано на основі власних досліджень

При вмісті кадмію у зерні пшениці озимої 0,04 мг/кг, що становить 0,4 гранично допустимої концентрації, його вміст у висівках склав 0,10 мг/кг,

що становить 1,0 гранично допустимої концентрації та більше на 60,0%, ніж у зерні. У борошні другого гатунку вміст кадмію, порівняно із зерном менший на 25,0% і склав 0,03 мг/кг, що відповідає 0,3 гранично допустимої концентрації. У борошні першого гатунку вміст кадмію менший, порівняно із зерном пшениці озимої на 50,0% і становив 0,02 мг/кг, що відповідає 0,2 гранично допустимої концентрації. Борошно вищого гатунку мало вміст кадмію 0,01 мг/кг, що на 75,0% менше, ніж у зерні, що відповідає 0,1 гранично допустимої концентрації. Отже, при вмісті кадмію у зерні пшениці озимої 0,4 гранично допустимої концентрації, для продовольчих потреб можна використовувати без обмежень борошно другого, першого та вищого гатунку, а висівки – з певними обмеженнями.

При вмісті міді у зерні пшениці озимої 17,44 мг/кг, що у 1,7 рази більше гранично допустимої концентрації (ГДК), вміст міді у висівках склав 35,34 мг/кг, що у 3,5 рази більше ГДК та на 50,7% більше, ніж у зерні. У борошні другого гатунку вміст міді, порівняно із зерном менший на 47,4% і склав 9,18 мг/кг, що відповідає 0,9 ГДК. У борошні першого гатунку вміст міді менший, порівняно із зерном пшениці озимої на 52,0% і становив 8,38 мг/кг, що відповідає 0,8 ГДК. Борошно вищого гатунку мало вміст міді 4,89 мг/кг, що на 72,0% менше, ніж у зерні, що відповідає 0,5 ГДК. Отже, при вмісті міді у зерні пшениці озимої 1,7 ГДК, для продовольчих потреб можна використовувати без обмежень борошно другого, першого та вищого гатунку.

При вмісті цинку у зерні пшениці озимої 26,5 мг/кг, що у 1,9 разів менше ГДК, вміст цинку у висівках склав 83,2 мг/кг, що у 1,7 рази більше ГДК. У борошні другого гатунку вміст цинку, порівняно із зерном менший на 51,7% і склав 12,80 мг/кг, що відповідає 0,3 ГДК. У борошні першого гатунку вміст цинку менший порівняно із зерном пшениці озимої на 54,6% і становив 12,05 мг/кг, що відповідає 0,2 ГДК. Борошно вищого гатунку мало вміст цинку 1,09 мг/кг, що на 95,9% менше, ніж у зерні, що відповідає 0,02 ГДК. Отже, при вмісті цинку у зерні пшениці озимої 0,5 ГДК, для продовольчих потреб можна використовувати без обмежень борошно другого, першого та вищого гатунку, але заборонено використовувати висівки.

На основі проведених досліджень простежується тенденція до зниження вмісту важких металів у борошні пшениці озимої у послідовності: 2 гатунок – 1 гатунок – вищий гатунок, але зростання вмісту важких металів у висівках. Можливими причинами істотного підвищення вмісту важких металів у висівках є більше їх концентрування на периферії насінини, зокрема на оболонці. А оскільки висівки представлені переважно оболонками зернівки, то саме у них суттєво зростає вміст важких металів. Найнижчий вміст важких металів у борошні вищого гатунку, порівняно з борошном другого гатунку

зумовлений відвіюванням крупніших фракцій борошна, а з ними і пилу важких металів у фракції борошна нижчої якості.

Висновки і перспективи подальших досліджень. Отже, розмелювання зерна пшениці озимої на різні фракції борошна дозволяє зменшити вміст свинцю у борошні вищого ґатунку на 71,8%, першого ґатунку – 51,5%, другого – 47,6%, але водночас збільшити у висівках на 61,6%, порівняно із вмістом свинцю у зерні; вміст кадмію у борошні вищого ґатунку зменшується на 75,0%, першого ґатунку – 50,0%, другого – 25,0%, але збільшується у висівках на 60,0%, порівняно із вмістом кадмію у зерні; вміст міді у борошні вищого ґатунку на 72,0% менший, першого ґатунку – 52,0%, другого – 47,4%, але водночас вищий у висівках на 50,7%, порівняно із вмістом міді у зерні; вміст цинку у борошні вищого ґатунку зменшується на 95,9%, першого ґатунку – 54,6%, другого – 51,7%, але водночас збільшується у висівках на 68,2%, порівняно із вмістом цинку у зерні пшениці озимої.

Список використаної літератури

1. Кочмарський В.С. Зерно України. Миронівський край. 2011. № 85. С. 2-7.
2. Дейниченко Г.В., Колісниченко Т.О. Дослідження процесу ферментативного гідролізу білка борошняних формованих виробів. Обладнання та технології харчових виробництв. *Збірник наукових праць. Донецьк: ДонДУЕТ, 2003. Вип. 9. С. 168-172.*
3. Дубініна А.А., Овчиннікова І.Ф., Петрів В.О. Визначення вмісту важких металів у виноградному вині «Кагор» вітчизняного виробництва. *Прогресивні техніка та технології харчових виробництв ресторанного господарства і торгівлі. 2012. Вип. 1 (15). С. 224-229.*
4. Дубініна А.А. Товарознавчі аспекти підвищення безпеки харчових продуктів: монографія. Харків: ХДУХТ, 2005. 176 с.
5. Бабій В.Ф. Канцерогенний ризик забруднення навколишнього середовища пріоритетними хімічними сполуками та заходи первинної профілактики: автореф. дис. ... на здобуття наук. ступеня д-ра мед. наук. спеціальність.: 14.02.01. Київ., 2004. 37 с.
6. Ткачук О.П. Вплив концентрації свинцю на зміну еколого-агрохімічних показників ґрунту. *Збірник наукових праць ВНАУ. Сільське господарство та лісівництво. Вінниця, 2016. №3. С. 217-225.*
7. Разанов С.Ф. Зниження важких металів в рослинах та живих організмах. *Збірник наукових праць ВНАУ. 2012. №2. С. 75-79.*
8. Мусієнко М.М., Паршикова Т.В., Бацманова Л.М. Фізіологія рослин. Підручник. Вінниця: Нова Книга, 2006. 416 с.
9. Єгорова Т.М. Еколого-геохімічні процеси міграції цинку в агроландшафтах України. *Агроекологічний журнал. 2014. №3. С. 14-22.*

10. Важкі метали – хімічне забруднення навколишнього середовища. URL: <http://www.ecomoscow.ru/modules/smartsection>.

11. Разанов С.Ф., Ткачук О.П. Інтенсивна хімізація землеробства – як передумова забруднення зернової продукції важкими металами. *Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва*. 2017. № 1 (134). С. 66–71.

12. Подпрятков Г.І., Ящук Н.О. Що формує хлібопекарську придатність борошна. *Продовольча індустрія АПК*. 2012. №2, частина 1. С. 70-72.

Список використаної літератури у транслітерації/References

1. Kochmarsky V. S. (2011). Zerno Ukrayiny [*Grain of Ukraine*]. Myronivskyy kraу. 85. [in Ukrainian].

2. Deynichenko G.V., Kolysnychenko T.O. (2003). Doslidzhennya protsesu fermentatyvnoho hidrolizu bilka boroshnyanykh formovanykh vyrobiv. Obladnannya ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv [*Investigation of the process of fermentative hydrolysis of protein of flour molded products. Equipment and technology of food production*]. Zbirnyk naukovykh prats DonDUET – Collection of scientific works DonDUET. Issue 9. 168-172. [in Ukrainian].

3. Dubin A.A., Ovchinnikova I.F., Petriv V.O. (2012). Vyznachennya vmistu vazhkykh metaliv u vynohradnomu vyni «Kahor» vitchyznyanoho vyrobnytstva. [*Determination of the content of heavy metals in the grape wine "Cahors" of domestic production.*]. Prohresyvni tekhnika ta tekhnolohiyi kharchovykh vyrobnytstv restorannoho hospodarstva i torhivli – Progressive technology and technologies of food production of restaurant industry and trade. Issue 1 (15). 224-229. [in Ukrainian].

4. Dubinina A. A. (2005). Tovaroznavchi aspekty pidvyshchennya bezpeky kharchovykh produktiv [*Commodity-related aspects of increasing the safety of food products*]: monograph. Kharkiv: KhDUHT. 176. [in Ukrainian].

5. Babiy V. F. (2004). Kantserohennyu ryzyk zabrudnennya navkolyshn'oho seredovyscha priorytetnyimi khimichnymi spolukamy ta zakhody pervynnoyi profilaktyky [*Carcinogenic risk of pollution of the environment by priority chemical compounds and measures of primary prevention*]: avtoref. dys. ... na zdobuttya nauk. stupenya d-ra med. nauk. specialnist.: 14.02.01. Kyiv. [in Ukrainian].

6. Tkachuk O.P. (2016). Vplyv kontsentratsiyi svyntsyu na zminu ekolohohrokhimichnykh pokaznykiv hruntu [*Influence of lead concentration on change of ecological and agrochemical indices of soil*]. Zbirnyk naukovykh prats VNAU. Silske gospodarstvo ta lisivnytstvo – Collection of scientific works. Agriculture and forestry. 3. 217-225. [in Ukrainian].

7. Razanov S.F. (2012). Znyzhennya vazhkykh metaliv v roslynakh ta zhyvykh orhanizmach [*Reduction of heavy metals in plants and living organisms*]. Zbirnyk naukovykh prats VNAU. 2. 75-79. [in Ukrainian].

8. Musienko M.M., Parshikova T.V., Batsmanova L.M. (2006). Fiziolohiya roslyn [*Plant physiology*]. Textbook. Vinnitsa: The New Book. [in Ukrainian].

9. Yegorova T.M. (2014). Ekolooho-heokhimichni protsesy mihratsiyi tsynku v ahrolandshaftakh Ukrayiny [*Ecological and geochemical processes of zinc migration in agrolandscapes of Ukraine*]. *Ahrekolohichnyy zhurnal – Agrologological journal*. 3. 14-22. [in Ukrainian].

10. Heavy metals – chemical pollution of the environment. URL: <http://www.ecomoscow.ru/modules/smartsection>.

11. Razanov S.F., Tkachuk O.P. (2017). Intensyvna khimizatsiya zemlerobstva – yak peredumova zabrudnennya zernovoyi produktsiyi vazhkymy metalamy [*Intensive chemistry of agriculture – as a precondition for contamination of grain products by heavy metals*]. *Tekhnolohiya vyrobnytstva i pererobky produktsiyi tvarynnystva – Technology of production and processing of livestock products*. 1 (134). 66-71. [in Ukrainian].

12. Podpryatov G.I., Yashchuk N.O. (2012). Shcho formuye khlibopekarku prydatnist boroshna [*That forms the baking quality of flour*]. *Prodovolcha industriya APK – Food industry of agroindustrial complex*. 2. part 1. 70-72. [in Ukrainian].

АННОТАЦИЯ **ИЗМЕНЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ЗЕРНЕ** **ПШЕНИЦЫ ОЗИМОЙ И МУКИ В УСЛОВИЯХ ЛЕСОСТЕПИ** **ПРАВОБЕРЕЖНОЙ**

В статье приведены данные по загрязнению тяжелыми металлами зерна озимой пшеницы, которое выращено в условиях интенсивного земледелия. Исследовано снижение содержания тяжелых металлов при размоле зерна озимой пшеницы на различные фракции муки: высшего сорта, первого сорта, второго сорта и отруби. По результатам проведенных исследований установлено, что размол зерна озимой пшеницы на различные фракции муки позволяет уменьшить содержание свинца в муке высшего сорта на 71,8%, первого сорта – 51,5%, второго – 47,6%, но одновременно увеличить в отрубях на 61,6% по сравнению с содержанием свинца в зерне; содержание кадмия в муке высшего сорта уменьшается на 75,0%, первого сорта на 50,0%, второго – 25,0%, но увеличивается в отрубях на 60,0% по сравнению с содержанием кадмия в зерне; содержание меди в муке высшего сорта на 72,0% меньше, первого сорта – 52,0%, второго – 47,4%, но в то же время выше в отрубях на 50,7% по сравнению с содержанием меди в зерне; содержание цинка в муке высшего сорта уменьшается на 95,9%, первого сорта – 54,6%, второго – 51,7%, но одновременно увеличивается в отрубях на 68,2% по сравнению с содержанием цинка в зерне пшеницы озимой.

Ключевые слова: зерно, пшеница озимая, муку, загрязнение, тяжелые металлы.

Табл. 1. Лит. 12.

ANNOTATION
**CHANGES OF HEAVY METAL CONTENTS IN WINTER WHEAT
GRAIN AND FLOUR OF VARIOUS FRACTIONS IN THE CONDITIONS OF
THE RIGHT-BANK FOREST-STEPPE**

Data on pollution by heavy metals of grain of a winter wheat which is grown up in the conditions of intensive agriculture are provided in article. The decrease in the content of heavy metals during the grinding of winter wheat grain into different flour fractions: higher grade, first grade, second grade and bran were investigated.

According to the results of the research, it was found that grinding of winter wheat grain into different flour fractions allows to reduce the content of lead in flour of higher grade by 71,8%, the first grade – 51,5%, the second – 47,6%, but at the same time increase in bran – 61,6%, in comparison with the content of lead in grain; the content of cadmium in flour of a higher grade decreases by 75,0%, the first grade – 50,0%, the second – 25,0%, but increases by 60,0% in bran, compared to the content of cadmium in grain; the content of copper in flour of higher grade is 72,0% lower, the first grade – 52,0%, the second – 47,4%, but at the same time higher in bran than by the content of copper in grain; the content of zinc in flour of higher grade decreases by 95,9%, the first grade – 54,6%, the second – 51,7%, but at the same time increasing by 68,2% in bran, compared to the zinc content in winter wheat grain .

Keywords: grain, winter wheat, flour, pollution, heavy metals.

Tabl. 1. Lit. 12.

Інформація про авторів

Яковець Людмила Анатоліївна – асистент, кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Вінницького національного аграрного університету, (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e.mail: ludmila28334@gmail.com).

Ватаманюк Ольга Володимирівна – асистент, кафедри ботаніки, генетики та захисту рослин Вінницького національного аграрного університету, (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3. e.mail: vatamanykolga@gmail.com).

Яковець Людмила Анатоліївна – асистент, кафедри ботаніки, генетики и защиты растений Винницкого национального аграрного университета, (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3 e.mail: ludmila28334@gmail.com).

Ватаманюк Ольга Владимировна – асистент, кафедри ботаніки, генетики и защиты растений Винницкого национального аграрного университета, (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3 e.mail: vatamanykolga@gmail.com).

Yakovets Liudmyla Anatoliivna – Assistant of the Department of Botany, Genetics and Plant Protection, Vinnytsia National Agrarian University, (21008, Vinnytsia, Soniachna Str. 3 e.mail: ludmila28334@gmail.com).

Vatamaniuk Olha Volodymyrivna – Assistant of the Department of Botany, Genetics and Plant Protection, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsya, Soniachna Str. 3, e.mail: vatamanykolga@gmail.com).