

УДК 911:504.5:546.3

А. Н. НЕКОС, д-р геогр.наук, проф., **О. В. МАЛЬЧУК**

*Харківський національний університет імені В.Н.Каразіна
майдан Свободи, 4, Харків, 61022, Україна*

ОСОБЛИВОСТІ КОНЦЕНТРАЦІЇ ВАЖКИХ МЕТАЛІВ У ВИНОГРАДІ ТА ПРОДУКТАХ ЙОГО ПЕРЕРОБКИ

Розглянуто проблему безпеки продуктів харчування рослинного походження. Наведені результати дослідження концентрації важких металів у винограді, виноградному соці та домашньому виноградному вині, визначено особливості їх акумуляції та міграції у продуктах харчування.

Ключові слова: важкі метали, виноград, виноградний сік, домашнє вино, продукти харчування рослинного походження

Nekos A. N, Malchuk O. V. FEATURES OF OF HEAVY METALS CONCENTRATION IN GRAPES AND ITS PRODUCTS

The problem of safety of plant foodstuffs is considered in the article. Results on the analysis of heavy metals concentration are given for vine, vine juice and home wine, the features of their accumulation and migration in plant foodstuffs are identified.

Keywords: heavy metals, grapes, grape juice, home wine, plant foodstuff

Некос А. Н., Мальчук О. В. ОСОБЕННОСТИ КОНЦЕНТРАЦИИ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВИНОГРАДЕ И ПРОДУКТАХ ЕГО ПЕРЕРАБОТКИ

Рассмотрена проблема безопасности продуктов питания растительного происхождения. Приведены результаты исследования концентрации тяжелых металлов в винограде, виноградном соке и домашнем виноградном вине, определены особенности их аккумуляции и миграции в продуктах питания.

Ключевые слова: тяжелые металлы, виноград, виноградный сок, домашнее вино, продукты питания растительного происхождения

Вступ

Постановка проблеми. У сучасних умовах життя проблема безпеки та якості продуктів харчування є однією з головних умов збереження здоров'я та життя людини. Проблема безпеки продуктів харчування - складна та комплексна і вимагає чисельних зусиль для її вирішення, як з боку науковців, так і з боку виробників, санітарно-епідеміологічних служб, державних органів і, нарешті, споживачів.

Несприятлива сучасна екологічна ситуація в Україні веде до забруднення питної води, повітряного басейну, ґрунтів і, як наслідок, – харчових продуктів. Харчові продукти є не тільки основою різноманітного харчування, а й інколи можуть стати причиною тяжких захворювань [1]. Ураження людей шкідливими речовинами трофічним шляхом становить 80% випадків проникнення в організм чужорідних речовин, тому тема екологічної безпеки продуктів харчування на сьогодні є достатньо актуальною.

Одним з головних показників якості продуктів харчування є вміст у них різних забруднюючих речовин, зокрема важких металів (ВМ). До важких металів відносять більше 40 металів періодичної системи Д. І. Менделєєва з атомною масою понад 50 атомних одиниць. За класифікацією Н. Ф. Реймерса, важкими слід вважати метали з щільністю більше 8 г/см³ [10]. Деякі з цих елементів необхідні для нормальної життєдіяльності людини. У більшості випадків важко провести чітку межу між біологічно необхідними і шкідливими для здоров'я людини речовинами. При цьому величезну роль відіграє концентрація мікроелемента, що надходить в організм людини. При підвищенні оптимального рівня концентрації важкого металу в організмі починається процес інтоксикації [2].

Рослинна продукція, яку вирощують на приватних присадибних ділянках, може бути екологічно небезпечною та містити велику кількість шкідливих речовин, зокрема важкі метали [4]. Виноград є дуже

поширеною культурою вирощування на приватних присадибних ділянках та фермерських господарствах. Його вирощують, як і для власного споживання, так і на продаж, вживають у свіжому або засушеному вигляді, з нього варять компоти, джеми, варення, роблять соки та домашні вина.

Виноград здавна відомий людству своїми лікувальними та профілактичними властивостями. У харчовому, дієтичному і лікувальному відношенні - сік винограду є одним з найцінніших. Ягоди містять величезну кількість корисних речовин, таких як, пектин, фолієва кислота, органічні кислоти (яблучна, шавлева, лимонна, винна); сахароза, глюкоза, фруктоза; вітаміни: Е, А, Н, С, РР, представники групи В; бета-каротин, мінеральні речовини: йод, залізо, цинк, фосфор, кальцій, магній. Важливо, щоб виноград та продукти його переробки приносили саме користь, а не шкоду для здоров'я людини.

Мета роботи: визначення особливостей концентрації важких металів у винограді та продуктах його переробки.

Стан вивчення питання. З продуктами харчування в організм людини надходить близько 70 важких металів, з яких майже всі належать до мікроелементів. Найтоксичнішими вважаються ртуть, свинець, олово, мідь, нікель, берилій, селен, кадмій, вісмут тощо. Але деякі з цих металів у малих дозах життєво необхідні, бо беруть участь у різних формах метаболізму, переносі, синтезі речовин, входять до складу ферментів, вітамінів, різних тканин організму. В концентраціях, вищих від грани-

чно допустимих, важкі метали стають шкідливими [5].

Важкі метали можуть викликати як гострі, так і хронічні отруєння, віддалені наслідки, у випадках споживання людиною продуктів, забруднених ними. Із них найбільше значення мають свинець, кадмій, миш'як та ртуть. Ці токсичні речовини мають канцерогенний, мутагенний та тератогенний вплив на організм людини [3].

Якість харчової продукції рослинного походження турбує фахівців різних напрямів наукових досліджень від ґрунтознавців до дієтологів. Рослинну продукцію людина вивчає дуже давно, ставлячи перед собою вирішення різних питань. Великий перелік сучасних науковців (Б. Б. Полинов, Л. Г. Раменський, А. Г. Ісаченко, Г. М. Мільков, О. І. Перельман, А. П. Виноградов, В. В. Добровольський, В. Б. Ільїн, С. А. Балюк, А. І. Фатєєв, В. В. Медведєв, Л. П. Малишева, О. Ю. Дмитрук, І. М. Волошин та ін.), які тим або іншим чином вирішують питання, які стосуються проблем екологічно безпечного харчування людини [6].

Однак, у наукових джерелах майже не зустрічається або не значна кількість опублікованих результатів досліджень, що стосуються акумуляції важких металів у плодово-ягідній продукції, а саме винограді та продуктах його переробки (виноградний сік, домашнє вино). Також практично не зустрічаються у наукових публікаціях результатів досліджень хімічного складу решток ягідної продукції при виробництві виноградного, бо значна кількість ВМ сконцентрована саме у рештках (макусі).

Результати досліджень

Польові та лабораторні дослідження проводились протягом 2011-2014рр. Аналітичні дослідження плодово-ягідної продукції, а саме винограду та продуктів його переробки (виноградний сік, домашнє вино) щодо визначення концентрації в них важких металів (ВМ) проводились згідно з атестованими методиками в навчально – дослідній лабораторії аналітичних екологічних досліджень екологічного факультету ХНУ імені В. Н. Каразіна на атомно-абсорбційному спектрофотометрі ААС-115ПК, який відзначається чутливістю та селективністю, що забезпечує високу точність результатів. В ході дослідження визначалася концентрація 5 важких металів (Fe, Mn, Zn,

Cu, Cd) в зразках винограду, виноградного соку та домашнього виноградного вина.

Відібиралися зразки винограду сортів «Молдова» та «Мускат», що вирощений в Україні і придбаний на ринку та «Ред Глоб» і «Вікторія», імпортований з Італії і придбаний в супермаркеті. З представлених сортів винограду в результаті термічної обробки отримано виноградний сік, і у процесі віджимання винограду відбувається поділ вихідного матеріалу на виноградний сік і макуху. Важкі метали, що містяться у винограді, розподіляються між двома продуктами віджимання: соком і макухою. У таблицях 1 і 2 наведені результати хімічних аналізів визначення концентрацій важких металів у винограді і соку.

Таблиця 1

Концентрація важких металів у зразках ягід винограду, мг/кг

Важкі метали	«Молдова» (Україна),	«Мускат» (Україна),	«Ред Глоб» (Італія),	«Вікторія» (Італія),	ГДК мг/кг [11]
Fe	7,1	6,5	7,9	10,2	15,0
Mn	2,9	1,3	1,1	4,4	-
Zn	1,8	1,4	2,3	0,8	10,0
Cu	2,1	1,5	1,0	2,5	5,0
Cd	0,1	0,1	0,04	0,06	0,03

З порівняння концентрацій ВМ з ГДК визначено, що перевищення є тільки за Cd. Перевищення за Cd в 3,3 рази спостерігається в зразках винограду сортів «Молдова», «Мускат», а в зразках «Ред Глоб» і «Вікторія» в 1,3 і 2 рази відповідно. У зразку винограду «Вікторія» виявлені найбільші концентрації за Fe, Mn і Cu. Так, за Fe в порівнянні із зразками винограду «Ред Глоб»,

«Мускат» і «Молдова», концентрація вище в 1,3, 1,7 і 1,4 рази відповідно; за Mn – в 4, 3,4 і 1,5 рази; за Cu – в 2,5, 1,7 і 1,2 рази. Найбільші концентрації Cd – 0,1 мг/кг містяться у зразках винограду «Молдова» та «Мускат», що вище, ніж в зразках винограду «Ред Глоб» (в 2,5 рази) і «Вікторія» (в 1,7 рази).

Таблиця 2

Концентрація важких металів у зразках виноградного соку, мг/л

Важкі метали	«Молдова» (Україна)	«Мускат» (Україна)	«Ред Глоб» (Італія)	«Вікторія» (Італія)	ГДК сок, мг/л
Fe	1,1	0,95	1,5	2,0	15,0
Mn	0,4	0,2	0,6	0,8	-
Zn	0,85	0,5	1,0	1,4	10,0
Cu	0,3	0,2	0,1	0,2	5,0
Cd	0,06	0,06	0,02	0,01	0,03

Для того, щоб співставити результати хіміко-аналітичних вимірювань для ягід та соку, тобто привести ці значення до розмірності мг/кг, досить розділити зазначені у табл.1 показники на щільність виноградно-

го соку. Відповідно до наведених даних [12] приймаємо щільність виноградного соку 1,055. Отримані результати відображені в табл. 3

Таблиця 3

Концентрація важких металів у зразках виноградного соку, мг/кг

Важкі метали	Сок з винограду «Молдова» (Україна)	Сок з винограду «Мускат» (Україна)	Сок з винограду «Ред Глоб» (Італія)	Сок з винограду «Вікторія» (Італія)	ГДК соку, мг/кг
Fe	1,04	0,90	1,42	1,89	14,22
Mn	0,38	0,19	0,57	0,76	-
Zn	0,81	0,47	0,95	1,33	9,48
Cu	0,28	0,19	0,095	0,19	4,74
Cd	0,057	0,057	0,019	0,019	0,028

Результати дослідження представлені в табл. 3 показують, що концентрація ВМ перевищує ГДК [11] тільки за Cd – в 2 рази в двох зразках виноградного соку з сортів винограду «Молдова» та «Мускат». Найбільші концентрації Fe, Mn і Zn містяться у

зразку соку з винограду сорту «Вікторія», що вище, ніж в зразках соку з винограду сорту «Ред Глоб», «Мускат» і «Молдова», за Fe – в 1,3, 2,1 і 1,8 разів; за Mn – в 1,3, 4 і 2 рази; за Zn – в 1,4, 2,8 і 1,6 рази відповідно (рис. 1).

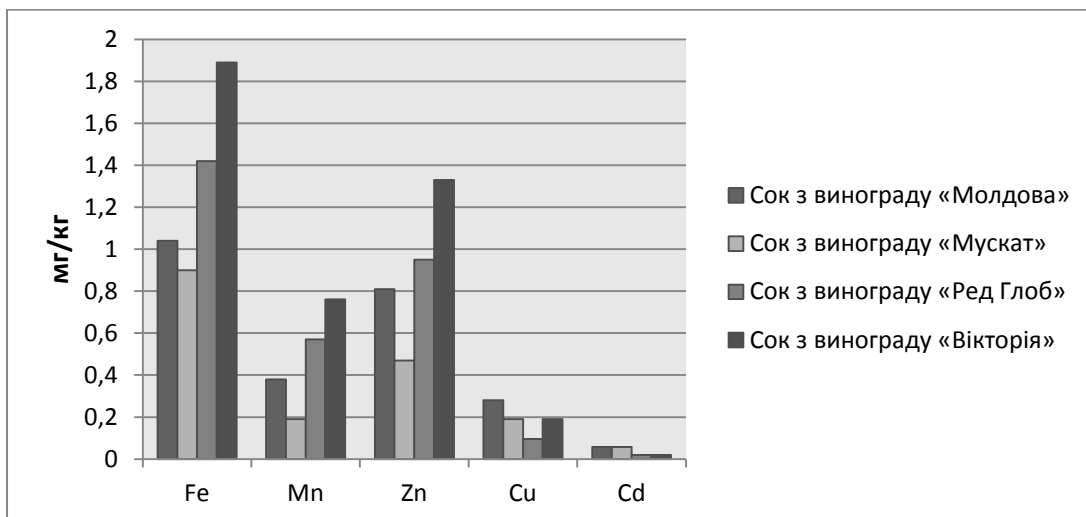


Рис.1 – Концентрація ВМ у виноградному соку

Порівнюючи дані, що відображені у табл.1 та табл.3, можна визначити, що концентрація ВМ у винограді в більшості ви-

падків істотно вища за концентрацію у виноградному соку. Розрахункові показники перевищення представлені у табл. 4.

Таблиця 4
Показники перевищення концентрації важких металів у зразках ягід винограду по відношенню до виноградного соку

Важкі метали	«Молдова» (Україна)	«Мускат» (Україна)	«Ред Глоб» (Італія)	«Вікторія» (Італія)
Fe	6,8	7,2	5,6	5,4
Mn	7,6	6,9	1,9	5,8
Zn	2,2	2,9	2,4	0,6
Cu	7,4	7,9	10,6	13,9
Cd	1,8	1,8	2,1	6,3

Отримані показники залежать від багатьох факторів і, в першу чергу, від сорту винограду, його стиглості, ступеня віджимання тощо. Для Fe і Cu високі показники характерні для всіх чотирьох сортів винограду. Для значень Mn, Zn і Cd спостерігається великий розкид показників між сортами. Для італійського сорту Вікторія показники співвідношення концентрацій Zn у винограді і в соку виявилися менше одиниці. Це може означати, що Zn в цьому сорті винограду міститься переважно в розчинному вигляді і не накопичується в тканинах рослин. Так, концентрація Fe по всіх сортах винограду вище приблизно в 5-7 разів за концентрацію у виноградному соку, Mn – в 2-7 рази, Zn – в 2-2,5 рази, Cu – в 7-13 разів і Cd – в 2-6 разів. Таким чином, термічна обробка свіжої плодово-ягідної продукції з одного боку значно знижує концентрацію мікроелементів у виноградному соку, з ін-

шого – знижуються показники корисних речовин, особливо органічних кислот та вітаміна С.

Оскільки концентрація ВМ в соку опинилася у більшості випадків істотно нижче, ніж у винограді, то можна зробити висновок, що ВМ в результаті віджимання залишаються в макусі. Обчислимо концентрацію ВМ в макусі.

Позначимо:

M_0 – маса винограду (кг),

M_1 – маса мокухи (кг),

M_2 – маса соку (кг),

C_0 – концентрація ВМ у винограді (мг/кг),

C_1 – концентрація ВМ у макусі (мг/кг),

C_2 – концентрація ВМ у соку (мг/кг).

Очевидно, що

$$M_0 = M_1 + M_2$$

$$C_0 M_0 = C_1 M_1 + C_2 M_2$$

Слід зазначити, що перерозподіл важких металів між соком і макухою істотно залежить від ступеня віджимання. Ступінь віджимання D визначимо як відношення маси соку до маси винограду [12]:

$$D = \frac{M_2}{M_0}$$

Концентрація BM у макусі тоді може бути виражена як:

$$C_1 = \frac{C_0 - DC_2}{1 - D}$$

У проведених експериментах завдяки технології, що використовувалася для виготовлення соку, ступінь віджимання прийнята 0,5. Подальші розрахунки надали можливість визначити концентрацію BM у макусі й показники співвідношення в макусі і соку для кожного сорту винограду та різних ступенів віджимання (табл.5).

Таблиця 5

Співвідношення концентрації BM у ягодах, соку та макусі при різному ступені віджимання (сорт винограду «Молдова»)

Важкі метали	C_0	C_2	$D=0,4$		$D=0,5$		$D=0,6$	
			C_1	C_1/C_2	C_1	C_1/C_2	C_1	C_1/C_2
Fe	7,1	1,043	11,14	10,68	13,16	12,62	16,19	15,52
Mn	2,9	0,38	4,59	12,08	5,42	14,30	6,68	17,62
Zn	1,8	0,81	2,46	3,057	2,80	3,47	3,29	4,09
Cu	2,1	0,29	3,31	11,64	3,92	13,77	4,82	16,96
Cd	0,1	0,05	0,13	2,26	0,14	2,52	0,17	2,90

Аналогічні розрахунки при визначенні концентрації BM проведені у ягодах, соку та макусі сортів винограду «Мускат»,

«Ред Глоб» та «Вікторія». Отримані розрахунки концентрації BM у макусі зображені на рис. 2.

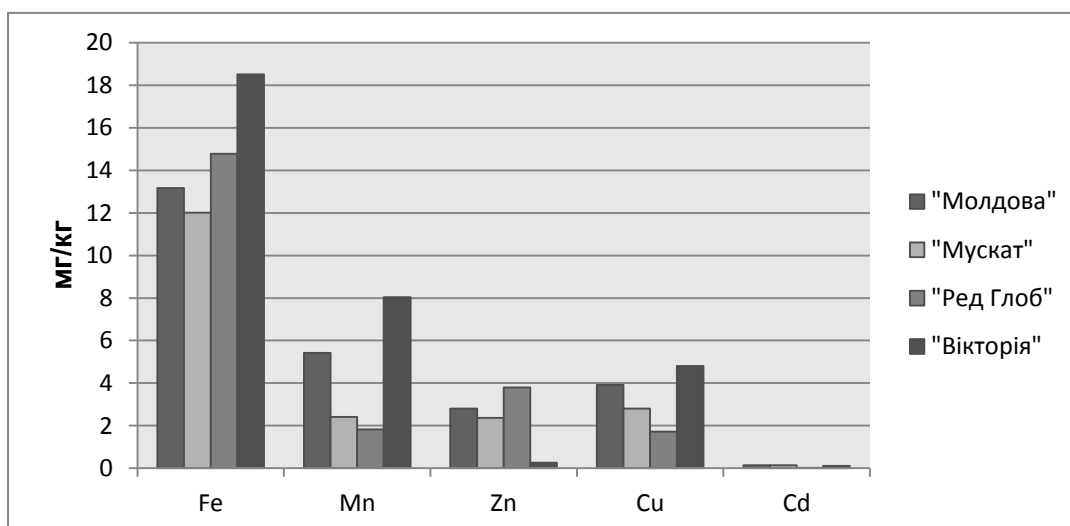


Рис. 2 – Концентрація BM у макусі

Отримані результати досліджень концентрацій BM у макусі показують, що найбільші показники по Fe, Mn та Cu має сорт винограду «Вікторія» – 18,5 мг/кг, 8,04 мг/кг та 4,81мг/кг, відповідно. Найвища концентрація за Zn спостерігається у сорті винограду «Ред Глоб» – 3,8 мг/кг, що в 14 разів вище, ніж у сорті «Вікторія». Концентрація Cd у сортах винограду «Молдова»,

«Мускат» та «Вікторія» майже однакова, коливаючись в межах 0,11-0,14 мг/кг та вища за сорт «Ред Глоб» в 5,5-7 разів.

Залежність концентрації BM від ступеня віджимання можна простежити на прикладі концентрації Fe у сорті винограду «Молдова» (рис.3) та Zn у сорті «Ред Глоб» (рис.4).

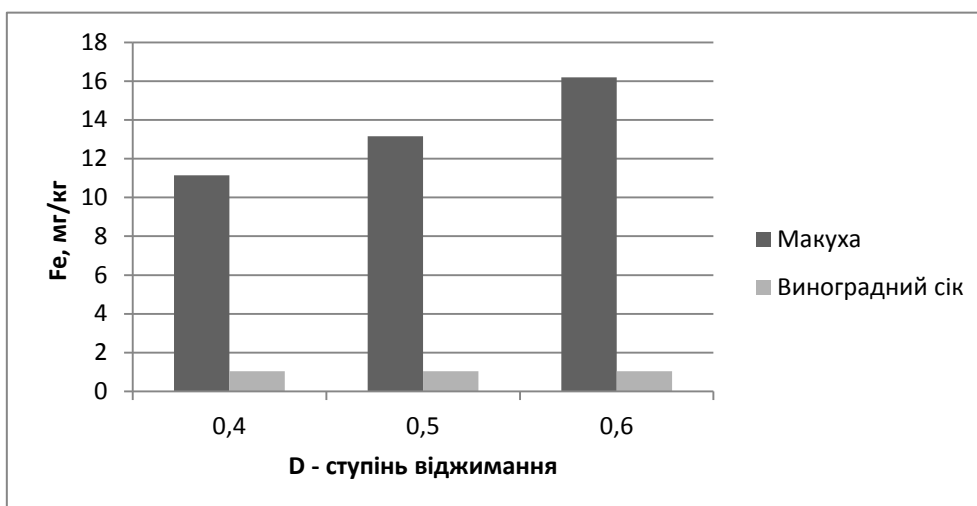


Рис. 3 – Залежність концентрації Fe від ступеня віджимання (сорт винограду «Молдова»)

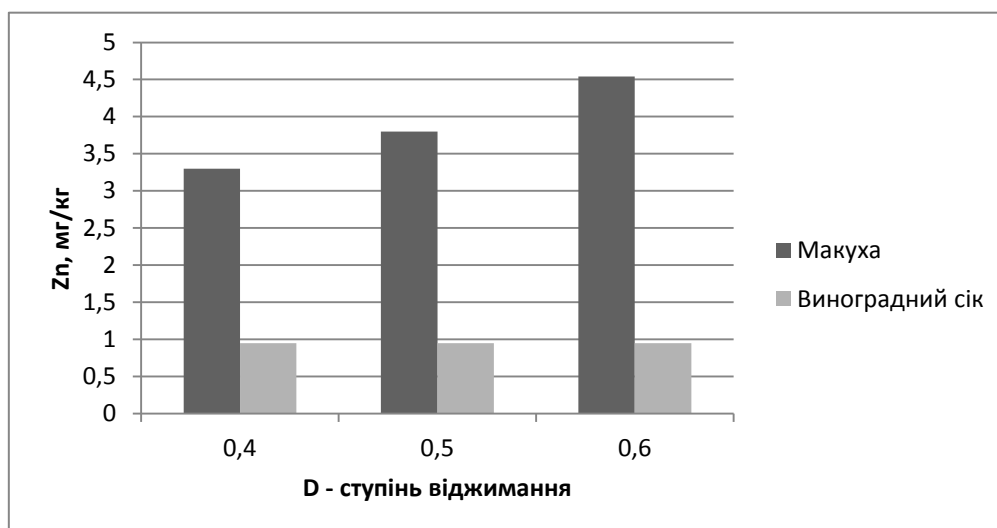


Рис.4 – Залежність концентрації Zn від ступеня віджимання (сорт винограду «Ред Глоб»)

На прикладах, які зображені на рис.3, рис.4, чітко простежується пряма залежність концентрації ВМ від ступеня віджимання. Чим більше ступінь віджимання, тим вище концентрація ВМ у макусі. З підвищенням ступеня віджимання концентрація ВМ збільшується приблизно в 1,2 рази.

Розрахунки показали, що в цілому концентрація ВМ у всіх сортах винограду у макусі значно вище, ніж у соку. Так за Fe цей показник коливається від 9,76 (Вікторія) до 14,15 (Ред Глоб) (табл. 5); за Mn від 4,80 (Ред Глоб) до 14,3 (Молдова), за Zn 0,21 (Вікторія) до 4,91 (Мускат); за Cu від 6,03 (Ред Глоб) до 25,38 (Вікторія) та за Cd від 0,41 (Ред Глоб) до 11,66 (Вікторія). Так, можна побачити, що сорти Ред Глоб та Вік

торія майже у всіх випадках мають найбільші або найменші показники.

Також під час досліджень було визначено концентрацію мікроелементів у зразках домашнього вина виготовленого з різних сортів винограду, вирощеного в Україні на території Криму та Харківської області.

Кримське домашнє вино виготовлене з таких сортів винограду, як Аліготе, Португизер (Опорто) і Крона. Виноград був зібраний в с. Сонячна Долина Судакського району у Криму. Сприятливі кліматичні умови даного регіону дозволяють вирощувати виноград різних термінів дозрівання. Також досліджувалися зразки вина, виготовленого у домашніх умовах з винограду

сорту Ізабелла, вирощеного на території Харківської області (Дергачівському та Харківському районах).

Зразок №1 представлений домашнім вином, виготовленим з двох сортів винограду Португизер (Опорто) і Крона - с. Сонячна Долина, Крим, 2012р.

Зразок №2 представлений домашнім вином, виготовленим із сорту винограду Аліготе - с. Сонячна Долина, Крим, 2013р.

Зразок №3 представлений домашнім вином, виготовленим із сорту винограду Ізабелла - Дергачівський район Харківської області, 2012 р.

Зразок №4 представлений домашнім вином, виготовленим із сорту винограду Ізабелла - Харківський район Харківської області, 2010 р.

Результати досліджень наведені в таблиці 6.

Таблиця 6

Концентрація важких металів у зразках домашнього вина, мг/л

Важкі метали	Зразок №1	Зразок №2	Зразок №3	Зразок №4	ГДК [7]
Fe	0,46	0,4	0,28	0,38	15,0
Mn	0,39	0,48	0,44	0,26	-
Zn	0,04	0,1	0,2	0,11	10,0
Cu	0,11	0,1	0,2	0,09	5,0
Cd	0	0,004	0	0	0,05

Результати проведених досліджень показують, що концентрація таких ВМ, як Fe, Mn, Zn, Cu і Cd у зразках домашнього вина не перевищують ГДК у відповідності з нормативними документами [11]

Вважається, що у вина з більш тривалою витримкою поліпшуються його смакові якості. Вино набуває більш насичений і виражений смак і аромат. Що ж до змісту ВМ, то на прикладі досліджуваних вин помітна різниця між молодими і більш витриманими винами. Так, кримські вина 2012 (зразок №1) і 2013 рр. (зразок №2) відрізняються

за концентрації важких металів: молоде вино по Mn (в 1,23 рази), Zn (в 2,5 рази) і Cd (на 0,004) має показники вищі, ніж більш витримане вино (рис. 5). Концентрація Cu в цих двох зразках відрізняється незначно. Така ж тенденція спостерігається і в зразках домашнього вина, виготовленого із сорту Ізабелла (Харківська обл.). Зразок домашнього вина 2012 (зразок №3) по концентрації ВМ також має показники вищі, ніж зразок домашнього вина 2010 (зразок №4) за Mn в 1,69 разу, за Zn в 1,81 і по Cu в 2,22. Cd в двох зразках не виявлено.

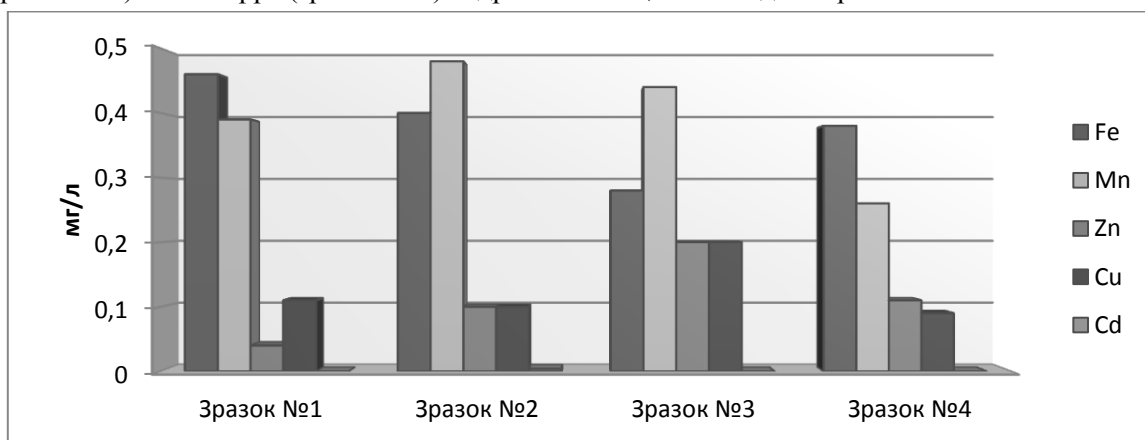


Рис. 5 – Концентрація важких металів у зразках домашнього вина

На наступному етапі досліджень був визначений сумарний показник концентрації ВМ, який чітко корелює різницю з віком вина. З досліджуваного виноградного вина найменший сумарний показник концентрації ВМ має зразок №4 (2010 р) – 0,84, у свою чергу у зразка №3 (2012 р) він стано-

вить - 1,12, що в 1,3 рази більше. Сумарні показники концентрації ВМ в кримських винах також підтверджують наявність різниці між молодими і більш витриманими винами. Так у зразку №1 (2012 р) він становить - 1, у зразку №2 (2013 р) - 1,08, отже, в 1,08 разів більше.

Висновки

Дослідження винограду та виноградного соку щодо вмісту в них важких металів, показали, що концентрація ВМ в зразках винограду значно вище, ніж в зразках виноградного соку в 5-7 разів за Fe, в 2-7 рази за Mn, в 2-2,5 рази за Zn, в 7-13 разів за Cu та в 2-6 разів за Cd. У виноградному соку спостерігається тенденція зниження концентрацій ВМ. В зразках винограду перевищення значень ГДК спостерігається тільки за Cd в 3,3 рази в зразках винограду сортів «Молдова», «Мускат», а в зразках «Ред Глоб» і «Вікторія» в 1,3 і 2 рази, відповідно; у зразках виноградного соку – тільки виготовленому з сортів «Мускат» та

«Молдова» перевищення ГДК по Cd приблизно в 2 рази.

Концентрація ВМ у всіх сортах винограду у макусі приблизно в 10-25 разів вище ніж у соку. Так, за Cd цей показник коливається від 0,41 (Ред Глоб) до 11,66 (Вікторія), за Fe від 9,76 (Вікторія) до 14,15 (Ред Глоб).

Для домашнього вина з винограду більш тривалої витримки поліпшуються не тільки його смакові якості, а й спостерігається зниження концентрацій важких металів. Щодо безпечності домашнього вина, то в жодному зразку не виявлено перевищення значень ГДК за важкими металами.

Література

1. Димань Т. М. Екотрофологія. Основи екологічно безпечного харчування/Т. М. Димань, М. М. Барановський, Г. О. Білявський // Навчальний посібник / За наук. ред. Т.М.Димань. – К.: Лібра, 2006. –304 с.
2. Дубініна А. А. Токсичні речовини у харчових продуктах та методи їх визначення / А. А. Дубініна, Л. П. Малюк, Г. А. Селютіна: Підручник. – К.: ВД «Професіонал», 2007. –384 с.
3. Микитюк О. М. Екологічна безпека харчування людини / О. М. Микитюк, Ю. Д. Бойчук, І. А. Іонов: Навчальний посібник – Х.: ХНПУ, 2007. – 180с.
4. Мальчук О. В. Экологическая безопасность продуктов питания растительного происхождения (на примере исследования винограда)/ О. В. Мальчук, А. Н. Некос. // Екологія – шляхи гармонізації відносин природи та суспільства. Збірник тез IV Міжвузівської науково-практичної конференції. – Умань: УНУ садівництва, 2014. – С. 42–45.
5. Мальчук О. В. Особливості концентрації важких металів в плодово-ягідній продукції / О. В. Мальчук // Екологія, неоекологія, охорона навколишнього середовища та збалансоване природокористування. Матеріали III Міжнародної наукової конференції студентів, аспірантів та молодих вчених. – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2014. – С. 99-101.

6. Некос А. Н. Проблеми екологічної безпеки продуктів харчування рослинного походження / А. Н. Некос // Людина і довкілля. Проблеми неоекологія, 2009. – № 1(12). С. 56-61.

7. Некос А. Н. Теоретические основы влияния экологически опасных продуктов питания растительного происхождения на здоровье человека/ А. Н. Некос, В. В. Васильевский //Людина і довкілля. Проблеми неоекологія, 2007. – Вип. 9. – С. 29-37.

8. Некос А. Н. Екологія людини: Підручник / А. Н. Некос, Л. О.Багрова, М. О. Клименко – Х.: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2007. – 336 с.

9. Пономарьов П. Х. Безпека харчових продуктів та продовольчої сировини Навчальний посібник / П. Х. Пономарьов, І.В. Сирохман – К.: Лібра, 1999. – 272 с.

10. Реймерс Н. Ф. Природопользование: Словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 668 с.

11. СанПиН 42-123-4089-86 Предельно допустимые концентрации тяжелых металлов и мышьяка в продовольственном сырье и пищевых продуктах.

12. Шобингер У.(ред) Фруктовые и овощные соки: научные основы и технологии/ пер. с нем./ – СПб: Профессия, 2004. – 640 с.,ил.

Надійшла до редколегії 5.04.2015