

УДК 636.2:636.087.7:637.12

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2022.127.25>

ВПЛИВ КОМПЛЕКСОНАТІВ МІКРОЕЛЕМЕНТІВ CU, ZN, MN НА ПЕРЕХІД ^{137}CSi ^{90}SR ІЗ РАЦІОНУ В МОЛОКО КОРІВ

Біденко В.М. – к.с.-г.н., доцент,

Поліський національний університет

Лавринюк О.О. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття,

Поліський національний університет

Борщенко В.В. – д.с.-г.н., доцент,

професор кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття,

Поліський національний університет

Мамченко В.Ю. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття,

Поліський національний університет

Дослідження були присвячені вивченню впливу комплексонатів мікроелементів Cu, Zn, Mn на перехід ^{137}CSi ^{90}SR із раціону в молоко корів в умовах 2-ї зони за радіоактивним забрудненням ^{137}Cs у результаті аварії на ЧАЕС.

До складу раціонів корів у квітні та на початку травня місяця входили корми, які були заготовлені на зиму з окультурених угідь, а в період випасання корів, переважно пасовищна трава заплавлених луків, концентровані корми (зерноsumиш, це ячмінь, пшениця, овес), трави які використовувалися в якості підгодівлі, це вико-вівсяна суміш і зелена маса кукурудзи. Випасання корів проводилося на заплавлених луках річок Вуж та Жерев, щільність забруднення угідь у цих місцях була не однаковою, значно вищою, $15\text{Ki}/\text{km}^2$ за ^{137}Cs , у долині річки Вуж. Відповідно питома активність кормів раціонів тварин також була різною, вміст ^{137}Cs у молоці дослідних корів також коливався в різних межах, в залежності від використання кормів та місяця випасання тварин.

Випасання молочних корів на природних угіддях щільністю забруднення за ^{137}Cs $15\text{Ki}/\text{km}^2$ сприяло забрудненню молока вище ДР-2006 і становило – $176\text{--}204\text{Bk}/\text{l}$. Підгодівля корів 2-ї дослідної групи комплексонатами мікроелементів марганцю та цинку сприяло зниженню переходу радіоцезію в молоко, в $1,6\text{--}2,0$ рази. Введення у раціони корів 3-ї групи комплексонатів мікроелементів міді, марганцю, цинку сприяло зниженню переходу ^{137}Cs в молоко, в $1,2\text{--}1,6$ рази. При збагаченні раціонів корів на мікроелементи мідь, марганець, цинк сприяло зниженню питомих активностей переходу ^{90}Sr в молоко тварин, в $1,2\text{--}1,6$ рази. Надходження ^{90}Sr з раціоном в організм корів становило $8750,0\text{--}9898,0\text{Bk}$, при цьому питома активність молока корів була не високою, в межах ДР-2006, становила – $9,0\text{--}4,0\text{Bk}/\text{l}$. Введення у раціони корів 2-ї дослідної групи комплексонатів мікроелементів марганцю, цинку сприяло зниженню питомих активностей молока за ^{137}Cs в $1,6\text{--}2,0$ рази, при $P < 0,05$. Введення у раціони корів комплексонатів мікроелементів міді, марганцю, цинку вплинула на зниження питомих активностей молока за ^{90}Sr в $1,2\text{--}1,6$ рази, при недостовірній різниці, $P < 0,05$.

Ключові слова: раціон; корови; молоко; мікроелементи; комплексонати; радіонукліди.

Bidenko V.M., Lavryniuk O.O., Borshchenko V.V., Mamchenko V.Iu. The influence of Cu, Zn, Mn trace elements complexonates on the transition of ^{137}CSi ^{90}SR from the ration to the milk of cows

The studies were devoted to the study of the influence of Cu, Zn, Mn trace element complexes on the transfer of ^{137}Cs and ^{90}Sr from the ration to the milk of cows in the conditions of the 2nd zone for radioactive contamination of ^{137}Cs as a result of the accident at the Chernobyl nuclear power plant. The rations of cows in April and early May included fodder that was harvested for the winter from cultivated lands, and during the period of cow grazing, mainly pasture grass of floodplain meadows, concentrated fodder (cereal mixture, this is barley, wheat, oats), grasses that were used as top dressing, this is a vetch-oat mixture and green mass of corn. Cows were grazed on the floodplains of the Vuzh and Zherev rivers, the density of land pollution in

these places was not the same, but much higher, 15 Ki/km² for ¹³⁷Cs, in the Vuzh River valley. Accordingly, the specific activity of fodder in animal rations was also different, the content of ¹³⁷Cs in the milk of experimental cows also varied within different limits, depending on the use of fodder and the month of animal grazing. Grazing of dairy cows on natural lands with a pollution density of ¹³⁷Cs 15 Ki/km² contributed to the contamination of milk above DR-2006 and amounted to – 176–204 Bq/l. Supplementation of cows of the 2nd research group with complexonates of trace elements manganese and zinc helped to reduce the transfer of radiocesium into milk by 1.6–2.0 times. The introduction into the rations of cows of the 3rd group of complexonates of trace elements copper, manganese, zinc helped to reduce the transfer of ¹³⁷Cs into milk by 1.2–1.6 times. When the rations of cows were enriched with copper, manganese, and zinc trace elements, there was a tendency to decrease the transfer of ⁹⁰Sr into the milk of animals by 1.2 to 1.6 times. The intake of ⁹⁰Sr with the diet in the body of cows was 8750.0–9898.0 Bq, while the specific activity of cows' milk was not high, within the limits of DR-2006, it was – 9.0–14.0 Bq/l. The introduction into the rations of cows of the 2nd research group of complexonates of trace elements manganese and zinc contributed to a decrease in the specific activity of milk for ¹³⁷Cs by 1.6–2.0 times, at P<0.05. The introduction of trace elements copper, manganese, and zinc into the rations of complex cows reduced the specific activity of milk for ⁹⁰Sr by 1.2–1.6 times, with an unreliable difference, P<0.05.

Key words: diet; cows; milk; trace elements; Complexes; radionuclides.

Постановка проблеми. Відомо, що понад 95% радіонуклідів, зокрема ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr, в організм тварин надходить із кормами, з водою потрапляє незначна частка [1]. В зоні радіоактивного забруднення для виробництва чистої продукції тваринництва, згідно ДР-2006[2], тварин необхідно забезпечити «чистими» кормами. Зробити це не завжди можливо, особливо тоді, коли проводиться використання природних угідь в якості пасовищ і для заготівлі кормів. На цих природних луках та пасовищах, переважно (до 90%) радіоактивних речовин зосереджено у поверхневому 4 – 6 см шарі дернини. Питома активність кормів заготовлених на цих угіддях у багато разів перевищує вирощених на полях, на яких проводяться агротехнічні та агрохімічні заходи, зокрема оранка, боронування, внесення мінеральних добрив, тощо [3,4,5].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Радіоактивне забруднення молока, м'яса тварин вище допустимих рівнів може відбуватися при використанні угідь щільністю забруднення по ¹³⁷Cs вище 10 Ki/km² і при випасанні тварин та заготівлі кормів у низинних місцевостях, зокрема долинах річок Вуж, Жерев, Норинь Народицького та інших забруднених районів Житомирської області. Також значне забруднення кормів та раціонів тварин можливе у період надмірного зволоження угідь заплавних луків, коли ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr у значній мірі переходять у розчинну форму, більш доступну для рослин. Про це повідомлялося у методичних рекомендаціях «Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999–2002 рр.»: «що у разі перезволоження ґрунту, впливу неконтрольованих природних факторів забруднення продукції тваринництва може зберігатися на постійному рівні і навіть підвищуватися, природні фактори можуть змінювати значення КП в 10–100 разів»[6].

Використання природних угідь, в тому числі і заплавних луків, яке на сьогодні часто практикується, особливо в періоди їх надмірного зволоження може призвести до значного забруднення продукції тваринництва за ¹³⁷Cs, частково за ⁹⁰Sr, продукції рослинництва, за ¹³⁷Cs і ⁹⁰Sr. Тому, на сьогодні ведення тваринництва на території радіоактивного забруднення з метою одержання екологічно чистої продукції тваринництва можливо двома шляхами. Один із них – це заготівля чистих кормів та випасання тварин на окультурених пасовищах, а інший шлях – це включення до раціонів тварин добавок і препаратів, що знижують перехід радіонуклідів в продукцію тваринництва.

Відомим прийомом, щодо зменшення радіоактивності продукції тваринництва є введення до складу раціонів тварин мікроелементів, яких не вистачає у раціонах тварин, особливо у зоні Полісся, її північних регіонів. Ряд досліджень із застосуванням вищевказаних препаратів, але у формі солей мікроелементів були проведені після аварії на ЧАЕС, такими дослідниками як, А. С. Соболевим (1990), І. В. Чалою (1996), Л. Д. Романчук (1996) [7,8,9]. Авторами цих наукових робіт було встановлено, що застосування солей мікроелементів сприяло зниженню питомої активності молока корів за ^{137}Cs на 30–40%, підвищенні їх продуктивності та підсилення імунного статусу організму тварин. Проте на сьогодні практично відсутні дані по застосуванню мікроелементів у годівлі тварин зони радіоактивного забруднення у формі халатних сполук, більш доступних для організму тварин. Хелатні комплекси, які є більш доступними у засвоєнні мікроелементів тваринами, повинні створювати кращі умови для підсилення обміну речовин, підвищення їх продуктивності, зниження переходу радіонуклідів із раціону в організм тварин та їх продукцію. В інституті загальної та неорганічної хімії ім. В. І. Вернадського м. Київ, використовуючи комплексон (Edds) – етилендіаміндибурштинову кислоту, синтезували *монометальні* та *гетерометальні* комплекси, які включали в себе мікроелементи Co, Cu, Zn, Mn – метали, (Edds+метал) [10, 11]. Edds за своїми властивостями не є шкідливою, під дією шлункових соків розпадається на залишки деяких амінокислот, які використовуються організмом, також сприяє кращому засвоєнню мікроелементів організмом тварин.

Постановка завдання. Наші дослідження були присвячені вивченню значення вище вказаних комплексонатів мікроелементів при їх застосуванні у годівлі молочних корів колективного господарства СТОВ «Полісся» Народицького району Житомирської області с. Селець, частина якого відноситься до 2-ї зони за радіоактивним забрудненням ^{137}Cs у результаті аварії на ЧАЕС.

Матеріал та методика досліджень. Для проведення дослідження у Народицькому районі Житомирської області с. Селець, господарстві СТОВ «Полісся» на молочно-товарній фермі було відібрано 15 голів корів сформованих у три групи по п'ять голів у кожній по принципу пар-аналогів. Тварини 1-ї контрольної групи отримували господарський раціон до складу якого входили трава пасовищна заплавної луки, трава підгодівлі (скошена зелена маса) та концентровані корми. Корови 2-ї групи крім основного раціону отримували комплексонати мікроелементів марганцю та цинку, 3-ї дослідної групи, комплексонати марганцю, цинку, міді. Дослід проводився за схемою, таблиця 1.

Проби кормів на поживність, вміст ^{137}Cs ^{90}Sr , відбирали у період випасання корів, підгодівлі ними тварин. Проби молока для визначення якісного складу,

Таблиця 1

Схема досліду

№ п/п	Групи тварин	Порода	Кількість голів	Умови годівлі корів
1.	1 кон.	Укр.чорно-ряба	5	ОР – основний раціон
2.	2	-//-	5	ОР + солі мікроелементів Zn, Mn (100% норми)
3.	3	-//-	5	ОР + комплексонати Cu, Zn, Mn (100% норми)

вмісту ^{137}Cs і ^{90}Sr , відбирали у період проведення контрольного удою. Кількість молока відібраного під час контрольного удою від однієї корови становила не менше 1 л, пропорційної добовому удою. Консервування молока проводили 10% розчином хромпіку. Контрольні удої проводили один раз у місяць. Вміст ^{137}Cs у нативних пробах, молоці, у кормах, попередньо підготовлених шляхом висушування, подрібнення визначали за допомогою приладу СЕБ-0,1-150. ^{90}Sr визначали у пробах, кормах, молоці попередньо підготовлених шляхом концентрування (озолення). Вимірювання вмісту ^{90}Sr проводили також на приладі СЕБ – 0,1–150.

Результати та їх обговорення. До складу раціонів корів у квітні та на початку травня місяця входили корми, які були заготовлені на зиму з окультурених угідь, а в період випасання корів, переважно пасовищна трава заплавної луки, концентровані корми (зерносуміш, це ячмінь, пшениця, овес), трави які використовувалися в якості підгодівлі, це вико-вівсяна суміш і зелена маса кукурудзи. Випасання корів проводилося на заплавної луках річок Вуж та Жерев, щільність забруднення угідь у цих місцях була не однаковою, значно вищою, $15\text{Кі}/\text{км}^2$ за ^{137}Cs , у долині річки Вуж. Відповідно питома активність кормів раціонів тварин також була різною, вміст ^{137}Cs у молоці дослідних корів також коливався в різних межах, в залежності від використання кормів та місяця випасання тварин, таблиця 2. Варто додати і те, що на цих же природних угіддях випасалися корови індивідуального сектору, тобто селянських господарств, молоко яких вживало місцеве доросле населення, а також і діти. Кількість молочних корів особистих селянських господарств становила не менше 70 голів.

Із даних таблиці видно, що у квітні місяці при споживанні зимових кормів не високої активності, добове надходження радіонукліду в організм корів становило – 1280 – 1290 Бк, питома активність молока корів за ^{137}Cs була також низькою і складала – 11 – 12 Бк/л, при значенні КП радіоцезію із раціону в молоко 0,9.

Таблиця 2

Динаміка ^{137}Cs в молоці корів по місяцях досліджу

Місяці досліджу	Групи	Надходження ^{137}Cs з кормами за добу, Бк	Вміст ^{137}Cs у молоці, Бк/л	КП ^{137}Cs , %	у % до контролю	Кратність зниження активності, рази
Квітень	1	1290,0	11,0±1,52	0,9	100,0	–
	2	1280,0	12,0±2,33	0,9	109,0	–
	3	1290,0	12,0±0,41	0,9	109,0	–
Травень	1	17890,0	176,0±21,5	1,0	100,0	–
	2	17690,0	144,0±9,07	0,8	82,0	1,2
	3	17790,0	163,0±9,29	0,9	93,0	1,1
Червень	1	10944,0	107,0±14,0	0,9	100,0	–
	2	10644,0	53,0±8,25*	0,5	49,5	2,0
	3	10844,0	69,0±4,94	0,6	64,5	1,6
Липень	1	22676,0	204,0±21,3	0,9	100,0	–
	2	22576,0	128,0±13,6	0,6	62,3	1,6
	3	22776,0	177,0±12,2	0,8	86,8	1,2
Серпень	1	23208,0	196,0±7,79	0,8	100,0	–
	2	23108,0	110,0±14,9	0,5	56,1	1,8
	3	23338,0	148,0±6,00	0,6	75,5	1,3

З виходом на пасовище у травні місяці питома активність кормів різко зросла, відповідно надходження радіонуклідів з раціоном становило 17690–17870 Бк, випасання тварин проводилося на заплавах річки Вуж, щільність забруднення угідь була високою, в межах 15 Кі/км² за ¹³⁷Cs. При цьому значно підвищився вміст радіонуклідів і у молоці корів, тварин контрольної групи становив – 176 Бк/л, у корів 2-ї та 3-ї дослідної групи – 144 і 163 Бк/л, відповідно. Значення КП радіоцезію із раціону в молоко корів складало: із раціону в молоко корів 1-ї групи – 1,0, в молоко корів 2-ї групи – 0,8 і 3-ї групи – 0,9. Введення у раціони корів 2-ї та 3-ї групи комплексонатів мікроелементів сприяло незначному зниженню переходу радіонуклідів в молоко, у 2-й групі в 1,2 рази, 3-ї – 1,1 рази, у порівнянні до питомої активності молока тварин 1-ї контрольної групи. По відношенню до ДР-2006, молоко корів всіх груп перевищувало допустимі рівні.

Переміна пасовища, у червні місяці, відповідно зміни у щільності забруднення угідь, при випасанні корів у долині річки Жерев щільність забруднення 7-8 Кі/км² сприяли зниженню радіоактивності молока. Найбільш, високий вміст ¹³⁷Cs було отримано у молоці корів 1-ї контрольної групи – 107 Бк/л, при значенні КП – 0,9, найменший вміст радіонуклідів було одержано у молоці корів 2-ї групи – 53 Бк/л, при значенні переходу радіонуклідів із раціону в молоко – 0,5%, і 69 Бк/л, при коефіцієнті переходу – 0,6%, молока корів 3-ї дослідної групи. Введені комплексонати мікроелементів сприяли зниженню переходу радіоцезію із раціону в молоко корів 2-ї групи у 2 рази, а молока тварин 3-ї групи – в 1,6 рази.

При зміні пасовища і зростанню активності раціону до 22576–22776 Бк, використання угідь щільністю забруднення по ¹³⁷Cs в межах 15 Кі/км² спостерігалось збільшення питомої активності молока корів. Значення якого у контролі перевищувало ДР-2006 у два рази, відповідно становило – 204 Бк/л. Радіоактивність молока корів 2-ї та 3-ї дослідних груп була значно меншою, у 2-й групі складала – 128 Бк/л, 3-ї – 177 Бк/л. Значення КП становили, 0,9, 0,6 і 0,8%, відповідно. Кратність зниження питомої активності молока відповідно складала – 1,6 і 1,2 рази.

Високою була активність молока корів і в серпні місяці, у корів контрольної групи вона складала – 196 Бк/л, 2-ї дослідної – 110 Бк/л, і 3-ї – 148 Бк/л, при значеннях коефіцієнтів переходу (КП), відповідно – 0,8, 0,5 і 0,6%. Зниження переходу ¹³⁷Cs у молоко становило в 1,8 рази у корів 2-ї дослідної групи, 1,3 рази, у тварин 3-ї дослідної групи.

Зменшення питомої активності молока корів ми спостерігали на другому місяці підгодовлі тварин. Кратність зниження при цьому була не високою. На 3-му, 4-му, 5-му і 6-му місяцях дослідження зниження питомої активності молока корів було більш суттєвим, що на нашу думку пов'язано із насиченням організму мікроелементами і відповідно більшому блокуванню ними переходу радіонуклідів в організм корів та їх продукцію – молоко.

Підсумовуючи вищевикладене, можна зробити наступний висновок, що введенні мікроелементи у раціони корів 2-ї та 3-ї групи виступили у ролі радіоблокаторів, ¹³⁷Cs і тим самим сприяли зниженню питомої активності молока тварин за даним радіонуклідом.

Надходження ⁹⁰Sr в організм корів було не значним, складало 8750,0–9898,0 Бк, відповідно не високою була питома активність молока за даним радіонуклідом – 9,0–14,0 Бк/л, що в межах ДР-2006, таблиця 3.

Введення у раціони корів комплексонатів мікроелементів міді, марганцю, цинку сприяло зниженню питомої активності молока тварин за ⁹⁰Sr. Кратність зниження радіоактивності молока за даним ізотопом становила – 1,1–1,6 рази. Зниження

Таблиця 3

Динаміка ^{90}Sr в молоці корів по місяцях досліджу

Місяці досліджу	Групи	Надходження ^{90}Sr з кормами за добу, Бк	Вміст ^{90}Sr у молоці, Бк/л	КП ^{90}Sr , %	у % до контролю	Кратність зниження активності, рази
Квітень	1	8860,0	9,0±0,20	0,10	100,0	–
	2	8750,0	10,0±0,57	0,11	111,0	–
	3	8930,0	9,0±0,72	0,10	100,0	–
Травень	1	9400,0	11,0±1,36	0,12	100,0	–
	2	9300,0	12,0±0,85	0,14	109,0	–
	3	9560,0	9,0±0,72	0,10	82,0	1,2
Червень	1	9448,0	13,0±1,17	0,14	100,0	–
	2	9342,0	12,0±0,69	0,13	92,3	1,1
	3	9452,0	12,0±1,10	0,13	92,3	1,1
Липень	1	9515,0	11,0±1,36	0,12	100,0	–
	2	9410,0	10,0±0,85	0,11	91,0	1,1
	3	9618,0	9,0±1,10	0,10	82,0	1,2
Серпень	1	9897,0	14,0±0,13	0,14	100,0	–
	2	9796,0	9,0±0,52	0,11	64,2	1,6
	3	9898,0	9,0±0,15**	0,10	64,2	1,6

радіоактивності молока корів відмічалася з 2-го місяця експерименту. Найбільша питома активність молока – 14,0 Бк/л за даним ізотопом спостерігалася у серпні місяці, що пов'язано із збільшенням активності кормів раціону тварин. Максимальне зниження питомої активності молока за ^{90}Sr внаслідок введення у раціони корів комплексонатів мікроелементів відмічалася у серпні місяці, в 1,6 рази. Ми отримали недостовірні дані у зниженні питомої активності молока корів за ^{90}Sr . Проте дана тенденція свідчить про позитивний вплив введених мікроелементів у зниженні радіоактивності молока за радіостронцієм, кратність зниження якого становила – 1,1–1,6 рази.

Висновки.

Випасання корів на угіддях щільністю забруднення за ^{137}Cs $15\text{Ки}/\text{км}^2$ призвело до збільшення питомої активності молока корів, вище ДР-2006 і становило в межах – 176,0 – 204,0 Бк/л.

Надходження ^{90}Sr з раціоном в організм корів становило 8750,0–9898,0 Бк, при цьому питома активність молока корів була не високою, в межах ДР-2006, становила – 9,0–14,0 Бк/л.

Введення у раціони корів 2-ї дослідної групи комплексонатів мікроелементів марганцю, цинку сприяло зниженню питомої активності молока за ^{137}Cs в 1,6–2,0 рази, при $P<0,05$.

Підгодівля корів 3-ї дослідної групи комплексонатами мікроелементів міді, марганцю, цинку сприяло зменшенню питомої активності молока тварин в 1,2–1,6 рази, при $P<0,05$.

Введення у раціони корів комплексонатів мікроелементів міді, марганцю, цинку вплинула на зниження питомої активності молока за ^{90}Sr в 1,2–1,6 рази, при недостовірній різниці, $P<0,05$.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Гудков І. М., Гайченко В. А., Кашпаров В. О. Сільськогосподарська радіоекологія: Підручник, видавництво Ліра-к. К. : 2017. 263 с.
2. Державні гігієнічні нормативи. Допустимі рівні вмісту радіонуклідів ^{137}Cs і ^{90}Sr у продуктах харчування та питної води: Офіційний вісник України, № 29. 2006. С. 142.
3. Гудков І. М., Віннічук М. М. Сільськогосподарська радіобіологія : Навч. посіб. ДАУ, Ж: 472 с.
4. Аненков Б. Н., Юденцева Е. В. Основы сельскохозяйственной радиологии: Агропромиздат, Москва : 1991. 287 с.
5. Пристер Б. С., Лошилов Н. А., Немец О. Ф., Поярков В. А. Основы сельскохозяйственной радиологии: Урожай, Київ : 1991. 472 с.
6. Ведення сільського господарства в умовах радіоактивного забруднення території України внаслідок аварії на Чорнобильській АЕС на період 1999–2002 рр.: Методичні рекомендації, Київ : 1998. 103 с.
7. Соболев А. С., Асташева Н. П., Пристер Б. С. Метаболизм микроэлементов в организме животных на территории хозяйств с повышенным уровнем радиоактивного загрязнения /Микроэлементы в биологии и их применение в сельском хозяйстве.и медицине: Тез.докл. I Всес. Конферен. Самарканд: СГУ, 1990. С. 226.
8. Чала І. В. Вплив міді, кобальту і йоду на накопичення та виведення цезію-137 і деякі біохімічні показники у корів при тривалій дії низьких доз радіації: автор. дис. кан. Біол. наук. Харків : 1995. 24 с.
9. Романчук Л. Д. Радіоекологічна оцінка раціонів з різним рівнем мікроелементів як засобу зниження надходження цезію-137 в організм жуйних: автор. дис. канд. с.-г. наук. Житомир : 1996. 24 с.
10. Трунова Е. К., Мазуренко Е. А., Роговцев А. А., Макотрик Т. А. Новый экологически чистый комплексон как хелатирующий реактив. Применение в различных областях промышленности:Хімічна промисловість. Україна: 2006. №5, С. 19–22.
11. Григор'єва Г. С., Киричок Л. М., Конахович Н. Ф., Мисливець С. О., Мохорит М. А. Комплексоутворення як спосіб підвищення нешкідливості сполук мікроелементів: Інститут фармакології та токсикології АМН України, 2007. С. 1–5.