

УДК 636.085.34:57

РИВАК Р. О., аспірант

МЕРЗЛОВ С. В., д-р с.-г. наук

Білоцерківський національний аграрний університет

ВИВЧЕННЯ МАКРОЕЛЕМЕНТНОГО СКЛАДУ ПРІСНОВОДНОЇ ВОДОРОСТІ *LEMNA MINOR* І ЙОГО ДИНАМІКА ЗА БІОТЕХНОЛОГІЇ КОРИГУВАННЯ ПОЖИВНОГО СЕРЕДОВИЩА ЗА ЙОДОМ

Обґрунтовано актуальність проведення досліджень з вивчення макроелементного (катіонного й аніонного) складу прісноводної водорості *Lemna Minor* та його динаміки за внесення в поживне середовище різних доз Йоду, описано методи досліджень, а також наведено отримані результати, зроблено їх аналіз і висновки. Отримані результати свідчать, що біомаса прісноводної водорості *Lemna Minor* є джерелом таких мінеральних речовин, як Калій, Натрій, Магній, Кальцій, а також органічних фосфатів, які необхідні для перебігу всіх життєвих процесів в організмі.

Встановлено, що за високих доз Йоду у поживному середовищі – 380–1000 мг/дм³ – підвищується вміст Калію і Кальцію, водночас знижується концентрація Натрію і Магнію у сухій біомасі *Lemna Minor*. Високі дози Йоду стимулювали накопичення у біомасі водорості фосфатів і сульфатів та знижували акумулювання хлоридів.

Ключові слова: біомаса водорості *Lemna Minor*, поживне середовище, Калій, Натрій, Магній, Кальцій, хлориди, нітрати, фосфати, сульфати.

Постановка проблеми. Балансування раціонів сільськогосподарських тварин і птиці за вмістом мінеральних елементів є необхідною умовою для повноцінного функціонування їх організму, активного росту і розвитку, відтворення та продуктивності. Одним з таких необхідних для організму мікроелементів є Йод, який переважно сконцентрований у щитоподібній залозі. Біологічна роль Йоду пов'язана з синтезом тиреоїдних гормонів, що здійснюють гуморальну регуляцію багатьох фізіологічних функцій, контролюють ріст і диференціювання тканин, впливають на швидкість всіх обмінних процесів в організмі, обмін вітамінів, води і багатьох електролітів.

У рослинних кормах Йод міститься у невеликих кількостях, тваринні корми, зокрема рибне борошно, містять більше цього мікроелемента. Багатими на Йод є також морські та прісноводні водорості, однак засвоєння Йоду з цих компонентів в організмі тварин і птиці залежить від ряду факторів, серед яких є баланс макроелементів у кормових раціонах.

У рослинних і тваринних організмах засвоєння Йоду залежить від його антагоністичної або синергічної взаємодії з іншими хімічними елементами та їх сполуками. Підвищення вмісту Йоду у біоб'єктах може знижувати або підвищувати засвоєння мікроелементів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Тісно пов'язані із засвоєнням та обміном Йоду в щитоподібній залозі такі макроелементи, як Магній і Кальцій. Потреба у Йоді збільшується за годівлі тварин бобовими (люпин, соя, горох тощо) і буряковою гичкою, в яких міститься багато кальцію, оскільки його надлишок зумовлює гіперфункцію щитоподібної залози. Отже, існує взаємозв'язок між рівнем Кальцію і Йоду в раціоні.

На засвоєння Йоду в організмі опосередковано через щитоподібну залозу впливає і рівень Магнію, обмін якого погіршується за тривалого надлишку Калію, а підвищена кількість Магнію призводить до збільшення виведення Кальцію з організму, який в свою чергу пов'язаний з обміном Йоду [1].

Вченими також зазначається [2], що процес концентрування Йоду клітинами шлунка порушують нітрат-, нітрит-іони. За надлишку Хлору Йод стає малодоступним і не може добре засвоюватися.

Зважаючи на вплив макроелементів на засвоєння і процеси обміну Йоду в організмі, раціони сільськогосподарських тварин і птиці необхідно ретельно балансувати за їх вмістом, а за введення в раціон нових компонентів у вигляді біотехнологічних кормових добавок, важливо всесторонньо вивчити їх склад, з метою запобігання небажаних впливів на організм.

Основою профілактики ендемічного зобу є компенсація йодного дефіциту. Найбільш природнім та ефективним є включення в раціон морських та прісноводних водоростей, які містять органічні сполуки Йоду, а також мають унікальну особливість акумулювати його із поживного середовища. Крім того, біомаса водоростей має поживну цінність, містить повноцінний білок і повний набір незамінних та заміняних амінокислот, які сприяють кращому засвоєнню Йоду в організмі [3, 4].

Прісноводна водорість *Lemna Minor*, як і всі водорості, має хорошу здатність акумулювати з води мінеральні речовини, і цю властивість можна використати для збагачення її Йодом. Однак, з водного середовища водорості можуть акумулювати й інші мінеральні речовини, і тому виникає необхідність вивчення макроелементного складу біомаси, а також його динаміки за внесення різних доз Йоду в поживне середовище для вирощування водоростей.

Метою наших досліджень було вивчення макроелементного складу прісноводної водорості *Lemna Minor*, встановлення впливу різних доз Йоду в поживному середовищі на динаміку макроелементів (катионів): Калію, Натрію, Магнію, Кальцію, так і аніонів: хлоридів, сульфатів, фосфатів, нітратів у її біомасі.

Матеріал і методи досліджень. Для проведення досліджень нами було виготовлено поживні середовища з внесенням 40, 260, 380, 500, 1000 мг/дм³ Йоду, в яких впродовж 30 днів проводили культивування прісноводної водорості *Lemna Minor*, взятої з природного середовища. У контрольному поживному середовищі додатково Йод не вносили. У кінці досліду у висушеній біомасі водорості було проведено визначення вмісту катионів: Калію, Натрію, Магнію, Кальцію, а також аніонів: хлоридів, сульфатів, фосфатів, нітратів методом капілярного електрофорезу згідно з робочими інструкціями, розробленими на основі методик фірми ТОВ «Люмекс» [5, 6].

Під час підготовки та виконання досліджень в лабораторії дотримувалися наступних вимог: температура повітря була в межах 23–24 °С; вологість повітря – 65–67 %; напруга в мережі 220 В; частота перемінного струму 50±1 Гц.

Для визначення вмісту катионів проводили кислотний гідроліз проб (соляною кислотою впродовж 16 год за температури 110 °С), у подальшому розділення і кількісне визначення Калію, Натрію, Магнію, Кальцію виконували за допомогою системи капілярного електрофорезу “Капель-105/105М”. Детектування компонентів проводили за непрямим поглинанням за довжини хвилі 276 нм, за температури 20 °С і напруги 25 кВ, використовуючи джерело високої напруги з позитивною полярністю і капіляр із внутрішнім діаметром 75 мкм та довжиною 60 см. Введення проб проводили за тиску 30 мбар впродовж 5 с, загальний час аналізу тривав 6–7 хв.

Для визначення вмісту аніонів було проведено підготовку проб двома способами. Проби для визначення хлоридів і нітратів екстрагували бідистильованою водою за постійного перемішування впродовж 20 хв, а для визначення сульфатів і фосфатів – піддавали гідролізу соляною кислотою впродовж 16 год за температури 110 °С. У подальшому проводили розділення отриманих екстрактів і гідролізатів та кількісне визначення аніонів методом капілярного електрофорезу непрямим детектуванням за довжини хвилі 374 нм, за температури 20 °С і напруги мінус 25 кВ, використовуючи джерело високої напруги з негативною полярністю і капіляр із внутрішнім діаметром 75 мкм та довжиною 60 см. Введення проб проводили за тиску 30 мбар впродовж 5 с, загальний час аналізу становив – 4–5 хв.

Для приготування контрольних розчинів катионів і аніонів використовували стандартні зразки фірми “ICN”, США.

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані результати вмісту Калію, Натрію, Магнію і Кальцію у біомасі водорості, залежно від внесення в поживне середовище різних доз Йоду, наведено в таблиці 1.

Таблиця 1 – Вміст Калію, Натрію, Магнію і Кальцію в сухій біомасі прісноводної водорості *Lemna Minor* за різних доз Йоду в поживному середовищі, М±m, n=5

Доза внесення Йоду в поживне середовище, мг/дм ³	Калій, %	Натрій, %	Магній, %	Кальцій, %
Додатково Йод не вносили (контрольний варіант)	1,50±0,049	0,20±0,031	0,33±0,022	2,25±0,110
40	1,51±0,076	0,21±0,028	0,32±0,031	2,16±0,227
260	1,55±0,063	0,10±0,029	0,11±0,010***	3,61±0,147**
380	1,58±0,027	0,16±0,012	0,11±0,007***	3,49±0,114**
500	1,97±0,132*	0,11±0,023	0,13±0,016**	2,85±0,136*
1000	2,54±0,275*	0,10±0,008*	0,13±0,024**	2,74±0,084*

Примітка. * – p<0,05; ** – p<0,01 *** – p<0,001.

Вміст Калію у сухій біомасі водорості *Lemna Minor*, відібраній із контрольних проб, був на рівні 1,5 %. Застосування доз Йоду 40–380 мг/дм³ не вплинуло на вірогідне підвищення Калію у біомасі водорості. За використання 500 мг/дм³ Йоду вміст Калію у сухій речовині *Lemna Minor* переважав показники контролю на 0,47 % ($p < 0,05$). Підвищення вмісту Йоду до 1000 мг/дм³ сприяло накопиченню Калію у біомасі водорості. Вміст елемента був вищим, ніж у контролі, на 1,04 %. Різниця мала вірогідний характер.

Концентрація Натрію у біомасі *Lemna Minor*, вирощеній без додавання Йоду у поживне середовище, була на рівні 0,2 % від сухої маси. Застосування Йоду у дозі 40 мг/дм³ не мало впливу на збільшення концентрації Натрію у водорості. Показник був на рівні контролю. Внесення у поживне середовище 260–500 мг/дм³ Йоду викликало тенденцію щодо зниження вмісту Натрію у біомасі *Lemna Minor*. Застосування високої дози Йоду – 1000 мг/дм³ – супроводжувалось вірогідним зменшення концентрації Натрію в біомасі водорості. Різниця із контролем становила 0,1 %.

У контрольному варіанті вміст Магнію у сухій речовині біомаси водорості був на рівні 0,33 %. Аналогічні дані щодо вмісту елемента було виявлено і у пробах відібраних із поживного середовища, яке містило 40 мг/дм³ Йоду. Підвищення вмісту Йоду у поживному середовищі від 260 до 1000 мг/дм³ призвело до зниження вмісту Магнію у біомасі *Lemna Minor* на 0,2 % ($p < 0,01$) – 0,22 % ($p < 0,001$).

Вміст Кальцію у біомасі *Lemna Minor* із контрольного варіанта був на рівні 2,25 %. Доза йоду 40 мг/дм³ не впливала на зміну концентрації Кальцію у біомасі водорості. Виявлено, що дози Йоду 260 і 380 мг/дм³ найбільш стимулювали накопичення Кальцію у біомасі *Lemna Minor*. Концентрація елемента була вищою, порівняно із контролем, відповідно, на 1,24 та 1,36 % ($p < 0,01$).

Результати досліджень вмісту хлоридів, нітратів, фосфатів і сульфатів у сухій біомасі водорості *Lemna Minor* за внесення різних доз Йоду в поживне середовище наведено в таблиці 2.

Таблиця 2 – Вміст хлоридів, нітратів, фосфатів і сульфатів у сухій біомасі прісноводної водорості *Lemna Minor* за різних доз Йоду в поживному середовищі, $M \pm m$, $n=5$

Доза внесення Йоду в поживне середовище, мг/дм ³	Хлориди, %	Нітрати, %	Фосфати, %	Сульфати, %
контроль	1,12±0,021	0,08±0,008	0,04±0,006	2,18±0,019
40	1,14±0,017	0,07±0,005	0,04±0,007	3,01±0,044***
260	1,06±0,023	0,07±0,009	0,07±0,009	2,59±0,023***
380	0,93±0,018 **	0,06±0,004	0,28±0,012***	2,75±0,042***
500	0,65±0,017***	0,06±0,007	0,28±0,010***	2,36±0,025**
1000	0,43±0,015***	0,05±0,005*	0,37±0,008***	2,80±0,031***

Примітка. * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$ *** – $p < 0,001$.

У біомасі із контрольного варіанта вміст хлоридів був на рівні 1,12 %. На цей показник не виявлено впливу Йоду у дозі 40 мг/дм³. Встановлена закономірність, що із підвищенням вмісту Йоду у поживному середовищі вміст хлоридів у біомасі *Lemna Minor* знижується. Культивування водорості на поживному середовищі із вмістом Йоду 260 мг/дм³ призводить до зниження у ній хлоридів на 0,06 %. Різниця мала характер тенденції.

За використання поживних середовищ із вмістом Йоду 380, 500 та 1000 мг/дм³ у біомасі водорості вміст хлоридів знижувався, відповідно, на 0,19 % ($p < 0,01$), 0,47 % ($p < 0,001$) та 0,69 % ($p < 0,001$).

Доведено, що із підвищенням вмісту Йоду у поживному середовищі концентрація нітратів у біомасі *Lemna Minor* знижується. За доз Йоду 40, 260, 380 та 500 мг/дм³ спостерігається тенденція щодо зменшення вмісту нітратів. За дози Йоду 1000 мг/дм³ вміст нітратів у біомасі водорості зменшується на 0,03 % ($p < 0,05$).

Встановлено, що у контрольному варіанті концентрація фосфатів у біомасі *Lemna Minor* становила 0,04 %. Не виявлено змін у концентрації фосфатів порівняно із контролем у біомасі водорості, вирощеній на поживному середовищі із вмістом Йоду 40 мг/дм³. Застосування 260 мг/дм³ Йоду у поживному середовищі призвело до збільшення вмісту фосфатів у біомасі *Lemna Minor* на 0,03 %. За високих доз Йоду – 380, 500 та 1000 мг/дм³ – концентрація фосфатів у біомасі водорості підвищується у 7 та 9,25 рази.

Найбільш стимулюючою дозою Йоду, яка викликала накопичення сульфатів у біомасі *Lemna Minor* була доза 40 мг/дм³. У цьому варіанті концентрація сульфатів була вищою, ніж у контролі на 0,83 % ($p < 0,001$).

Висновки. 1. Отримані результати досліджень свідчать, що прісноводна водорість *Lemna Minor* є джерелом макроелементів, таких як Калій, Натрій, Кальцій і Магній. Внесення різних доз Йоду в поживне середовище сприяє зниженню вмісту Магнію і Натрію у біомасі водорості, при цьому зростає рівень засвоєння біомасою Кальцію та Калію.

2. Результати дослідження макроелементів (аніонів) – хлоридів, сульфатів, фосфатів і нітратів – показали, що зниження вмісту хлоридів у біомасі водорості *Lemna Minor* за внесення різних доз Йоду буде позитивно впливати на засвоєння Йоду біомасою водоростей. Збільшення дози внесення Йоду у поживне середовище сприяє накопиченню органічних фосфатів та сульфатів у біомасі водоростей, які в свою чергу забезпечують перебіг всіх життєвих процесів в організмі.

Перспективи подальших досліджень. Подальші дослідження будуть спрямовані на вивчення мікроелементного складу прісноводної водорості *Lemna Minor* та його динаміки за різних концентрацій Йоду, внесених у поживне середовище для її вирощування.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Мінеральне живлення тварин / За ред. Г.Т. Кліценка, М.Ф. Кулика, М.В. Косенка, В.Т. Лісовенка. – К.: Світ, 2001. – 575 с.
2. Iodine, helicobacter pylori, stomach cancer and evolution / S. Venturi, L. Grossi, G.A. Marra, A. Venturi // European EpiMarker. – 2003. – Vol. 7, № 2. – P. 1–7.
3. Величко В.О. Вивчення хімічного та амінокислотного складу прісноводної водорості *Lemna Minor* / В.О. Величко, Р.О. Рывак // Наук.-техн. бюл. Ін-ту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. – Львів, 2014. – Вип. 15, № 4. – С. 67–71.
4. Величко В.О. Динаміка амінокислотного складу прісноводної водорості *Lemna Minor* за внесення в поживне середовище різних доз Йоду / В.О. Величко, С.В. Мерзлов, Р.О. Рывак // Наук.-техн. бюл. ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – Львів, 2015. – Вип. № 1. – С. 27–31.
5. Методика М 04-65-2010. Корма, комбикорма и сырье для их производства. Методика измерений массовой доли катионов аммония, калия, натрия, магния и кальция методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». – Санкт-Петербург, 2010. (Свидетельство об аттестации № 04.04.048/2010 от 19.08.2010).
6. Методика М 04-73-2011. Корма, комбикорма и сырье для их производства. Методика измерений массовой доли водорастворимых форм хлорид-, сульфат-, нитрат- и фосфат-ионов методом капиллярного электрофореза с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель». – Санкт-Петербург, 2011. (Свидетельство об аттестации № 04.04.065/01.00035/2011 от 27.09.2011).

REFERENCES

1. Mineral'ne zhyvlennja tvaryn / Za red. G.T. Klicenka, M.F. Kulyka, M.V. Kosenka, V.T. Lisovenka. – K.: Svit, 2001. – 575 s.
2. Iodine, helicobacter pylori, stomach cancer and evolution / S. Venturi, L. Grossi, G.A. Marra, A. Venturi // European EpiMarker. – 2003. – Vol. 7, № 2. – P. 1–7.
3. Velychko V.O. Vychennja himichnogo ta aminokyslotnogo skladu prisnovodnoi' vodorosti Lemna Minor / V.O. Velychko, R.O. Ryvak // Nauk.-tehn. bjul. In-tu biologii' tvaryn i DNDKI vetpreparativ ta kormovyh dobavok. – L'viv, 2014. – Vyp. 15, № 4. – S. 67–71.
4. Velychko V.O. Dynamika aminokyslotnogo skladu prisnovodnoi' vodorosti Lemna Minor za vnesennja v pozhyvne seredovyshhe riznyh doz Jodu / V.O. Velychko, S.V. Merzlov, R.O. Ryvak // Nauk.-tehn. bjul. DNDKI vetpreparativ ta kormovyh dobavok i Instytutu biologii' tvaryn. – L'viv, 2015. – Vyp. № 1. – S. 27–31.
5. Metodika M 04-65-2010. Korma, kombikorma i syr'e dlja ih proizvodstva. Metodika izmerenij massovoj doli kationov ammonija, kalija, natrja, magnija i kal'cija metodom kapilljarnogo jelektroforeza s ispol'zovaniem sistemy kapilljarnogo jelektroforeza «Kapel'». – Sankt-Peterburg, 2010. (Svidetel'stvo ob attestacii № 04.04.048/2010 ot 19.08.2010).
6. Metodika M 04-73-2011. Korma, kombikorma i syr'e dlja ih proizvodstva. Metodika izmerenij massovoj doli vodorastvorimyh form hlorid-, sul'fat-, nitrat- i fosfat-ionov metodom kapilljarnogo jelektroforeza s ispol'zovaniem sistemy kapilljarnogo jelektroforeza «Kapel'». – Sankt-Peterburg, 2011. (Svidetel'stvo ob attestacii № 04.04.065/01.00035/2011 ot 27.09.2011).

Изучение макроэлементного состава пресноводной водоросли *Lemna minor* и его динамика при биотехнологии корригирования питательной среды по Йоду

Р. О. Рывак, С. В. Мерзлов

Обоснована актуальность проведения исследований по изучению макроэлементного (катионного и анионного) состава пресноводной водоросли *Lemna Minor* и его динамики при внесении в питательную среду различных доз

Йода, описаны методы исследований, а также приведены полученные результаты, сделан их анализ и выводы. Полученные результаты свидетельствуют, что биомасса пресноводной водоросли *Lemna Minor* является источником таких макроэлементов, как Калий, Натрий, Магний, Кальций, а также органических фосфатов, которые необходимы для протекания всех жизненных процессов в организме.

Установлено, что при высоких дозах Йода в питательной среде – 380–1000 мг/дм³ – повышается содержание Калия и Кальция, в то же время снижается концентрация Натрия и Магния в сухом веществе биомассы *Lemna Minor*. Высокие дозы Йода стимулировали накопление в биомассе водоросли фосфатов и сульфатов и понижали аккумуляцию хлоридов.

Ключевые слова: биомасса водоросли *Lemna Minor*, питательная среда, Калий, Натрий, Магний, Кальций, хлориды, нитраты, фосфаты, сульфаты.

Study macro element of freshwater algae *Lemna Minor* and its dynamics by adjusting biotechnology of nutrient medium using Iodine

R. Ruvak, S. Merzlov

Balancing diets of farm animals and poultry on the content of mineral elements is a necessary for proper functioning of the body, active growth and development, reproduction and production. One of these trace elements necessary for the body is iodine, which is mainly concentrated in the thyroid gland. The biological role of iodine is associated with the synthesis of thyroid hormones, which conduct humoral regulation of many physiological functions, control the growth and differentiation of tissues, affect on the rate of metabolism in the body, metabolism of vitamins, water and many electrolytes.

In plant feed iodine is contained in small amounts, animal feed, including fish meal that contains more minerals. Marine and freshwater algae are also rich in iodine, but it's assimilation from these components in the body of animals and birds depends on several factors, among which is the balance of macro elements in feed rations.

In plant and animal organisms assimilation of iodine depends on its antagonistic or synergistic interactions with other chemical elements and their compounds. Increasing iodine content in biological objects can reduce or increase the assimilation of trace elements.

The basis for the prevention of endemic goiter is iodine deficiency compensation. The most natural and effective is the inclusion in the diet of marine and freshwater algae that contain organic iodine compounds, and also have a unique feature to accumulate it from the nutrient environment. In addition, algae biomass has nutritional value, contains complete protein and a full set of nonessential and essential amino-acids that contribute to a better absorption of iodine in the body.

Freshwater alga *Lemna Minor* like all algae has a good ability to accumulate from water minerals and this property can be used for enrichment with iodine. However, algae can accumulate and other minerals from water environment, and so it is necessary to study macro element content of biomass and its dynamics by introducing various doses of iodine in the nutrient environment for growing algae.

The objective of the research was to study the composition of macro element content of freshwater algae *Lemna Minor*, establish the influence of different doses of Iodine in nutrient environment on dynamics of macro elements (cations): Potassium, Sodium, Magnesium, Calcium, and anions: chlorides, sulfates, phosphates, nitrates in its biomass.

For the research it was made nutrient environments with introduction of 40, 260, 380, 500, 1000 mg/dm³ Iodine, during 30 days cultivation of freshwater algae *Lemna Minor* taken from the natural environment was conducted. In the control nutrient environment Iodine was not added. At the end of the experiment in the dried biomass of algae content of cations was conducted: Potassium, Sodium, Magnesium, Calcium, and anions: chlorides, sulfates, phosphates, nitrates by capillary electrophoresis according to working instructions, based on the methods the company of "Lumex".

To prepare the control solution of cations and anions standard samples of the company "ICN", USA were used.

Using 500 mg/dm³ Iodine Potassium content in dry matter of *Lemna Minor* prevailed control data at 0.47 % (p<0.05). Increasing Iodine content in nutrient environment to 1000 mg/dm³ conducted to accumulation of Potassium in the biomass of algae. The content of the element was higher than in control on 1.04 %. The difference had reliable nature.

Adding to the nutrient environment 260–500 mg/dm³ of Iodine led to a tendency to reduce Sodium content in the biomass of *Lemna Minor*. The use of high doses of Iodine – 1000 mg/dm³ accompanied by a reliable decrease in the concentration of Sodium in the algae biomass. The difference from the control was 0.1 %.

Increasing Iodine content in the nutrient environment from 260 to 1000 mg/dm³ led to a decrease in Magnesium content in biomass *Lemna Minor* on 0,2 % (p<0.01) – 0.22 % (p<0.001).

It was found that doses of Iodine 260 and 380 mg/dm³ most stimulated Calcium accumulation in biomass of *Lemna Minor*. The concentration of element was higher compared to control, respectively, 1.24 and 1.36 % (p<0.01).

In biomass from control variant Chloride content was at 1.12 %. This indicator was not detected of Iodine exposure in dose of 40 mg/dm³. Regularity was established: with increasing Iodine content in the nutrient environment chlorides content in the biomass of *Lemna Minor* reduced. Using nutrient environments containing Iodine 380, 500 and 1000 mg/dm³ in algae biomass chloride content decreased, respectively, on 0.19 % (p<0.01), 0.47 (p<0.001) and 0.69 % (p<0.001).

It was proved that with increasing Iodine content in nutrient environment concentration of nitrates in biomass of *Lemna Minor* reduced. Using Iodine in the doses of 40, 260, 380 and 500 mg/dm³ it is tendency to reduce nitrate levels. Using Iodine in the doses of 1000 mg/dm³ nitrate content in algae biomass decreased on 0.03 % (p<0.05).

The use of 260 mg/dm³ of Iodine in the nutrient environment resulted in increase of phosphates in biomass of *Lemna Minor* on 0.03 %. At high doses of Iodine – 380, 500 and 1000 mg/dm³ concentration of phosphates in algae biomass increased in 7,0 and 9, 25 times.

The most stimulating dose of Iodine that resulted sulfates accumulation in *Lemna Minor* biomass was 40 mg/dm³. In this variant sulfates concentration was higher than in control on 0.83 % (p<0.001).

Key words: biomass of alga *LemnaMinor*, nutrient environment, Potassium, Sodium, Magnesium, Calcium, chlorides, sulfates, phosphates, nitrates.

Надійшла 06.04.2016 р.