

УДК 636.02:612.015.1:615.27

**БИОЛОГИЧЕСКОЕ ДЕЙСТВИЕ ЙОДИДА КАЛИЯ НА АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ  
В ОРГАНИЗМЕ ЖИВОТНЫХ**

**BIOLOGICAL EFFECT OF THE INFLUENCE POTASSIUM IODIDE  
ON THE ACTIVITY OF ENZYMES OF ANIMALS**

©Дерхо М. А.

д-р биол. наук

Южно-Уральский государственный аграрный университет  
г. Троицк, Челябинской обл., Россия, [tvi\\_t@mail.ru](mailto:tvi_t@mail.ru)

©Derkho M.

Dr. habil.

Yuzhno-Uralsky State Agrarian University  
Troitsk, Chelyabinsk region, Russia, [tvi\\_t@mail.ru](mailto:tvi_t@mail.ru)

©Шамро Ю. А.

Южно-Уральский государственный аграрный университет  
г. Троицк Челябинской обл., Россия, [tvi\\_t@mail.ru](mailto:tvi_t@mail.ru)

©Shamro Yu.

Yuzhno-Uralsky State Agrarian University  
Troitsk, Chelyabinsk region, Russia, [tvi\\_t@mail.ru](mailto:tvi_t@mail.ru)

*Аннотация.* В статье представлены результаты оценки влияния кристаллического и коллоидного йодида калия на активность ферментов в крови и печени животных. Эксперимент выполнен на половозрелых самцах крыс линии Вистар с массой тела 210-230 г, из которых сформировали 4 группы (n=7): I – контрольная, животные содержались на стандартном пищевом и водном рационе; II, III и IV – опытные, крысам в течение 30 суток в корм добавляли йодид калия (во II-ой группе в кристаллическом состоянии в суточной дозе 10 мг/кг; в III и IV-ой группах – в коллоидном из расчета 10 и 5 мг/кг, соответственно). Установлено, что 30-суточное обогащение рациона кормления животных кристаллическим и коллоидным йодидом калия способствует повышению каталитической активности ЩФ и  $\gamma$ -ГТФ в крови и супернатанте гомогената печени за счет метаболических эффектов энзимов. В максимальной степени уровень ферментативной активности повышается при пероральном поступлении в организм животных коллоидного йодида калия в суточной дозе 10 мг на 1 кг живой массы. Каталитическая активность ЩФ и  $\gamma$ -ГТФ, по сравнению с контролем, в крови возрастает на 27,72 (p<0,001) и 74,79% (p<0,001), в супернатанте гомогената печени – на 43,89 (p<0,001) и 44,27% (p<0,001), соответственно, свидетельствуя об активации обмена монофосфатов и аминокислот. Концентрация аргиназы в печени, наоборот, уменьшается на 22,29% (p<0,01), как результат активации белкового синтеза в органе.

*Abstract.* The article presents the results of the evaluation of the influence of crystalline and colloidal potassium iodide on the activity of enzymes in blood and liver of animals. The experiment

was performed on adult male rats Wistar rats weighing 210-230 g, which formed 4 groups (n=7): I – control animals were kept on standard food and water diet; II, III and IV – experimental rats for 30 days in a feed to balali potassium iodide kalia (in II group in the crystalline state in a daily dose of 10 mg/kg; III and IV groups in the colloid at the rate of 10 and 5 mg/kg, respectively). It is established that 30-day enrichment of feeding crystalline and colloidal potassium iodide promotes the catalytic activity of alkaline phosphatase and  $\gamma$ -GTP in the blood and the supernatant of the homogenate of the liver due to the metabolic effects of enzymes. Maximum level of enzyme activity increases after oral intake of animals colloidal potassium iodide in a daily dose of 10 mg per 1 kg of live weight. Catalytic activity of alkaline phosphatase and  $\gamma$ -GTP, compared with the control, in the blood increased by 27,72 (p<0.001) and 74,79% (p<0.001) in the supernatant of the homogenate of the liver – of 43,89 (p<0,001) and 44,27% (p<0,001), respectively, indicating that activation of the exchange monophosphates and amino acids. The concentration of arginase in the liver, on the contrary, reduced by 22,29% (p<0,01), as a result of activation of protein synthesis in organ.

*Ключевые слова:* йодид калия, крысы, ферменты, кровь, печень.

*Keywords:* potassium iodide, rats, enzymes, blood, liver.

В основе изменчивости функций физиологических систем организма животных, даже в границах нормы, лежат биохимические процессы, протекающие в клеточных и субклеточных структурах и катализируемые ферментами. Каталитические белки очень чувствительны к действию различных факторов, выступающих по отношению к ним или в роли активаторов, или в роли ингибиторов, и обуславливающих уровень биологической активности ферментов и, соответственно, скорость и направленность реакций, в катализе которых они участвуют. Согласно данным [1, с. 15-16] модуляция активности ферментов под действием различных факторов определяется способностью организма, независимо от его таксономического ранга, сохранять постоянство константы Михаэлиса. В тоже время [2, с. 3] отмечала, что активность ферментных систем в клетках организма сопряжена с состоянием мембранных структур.

В условиях гомеостаза в организме животных интенсивность и направленность биохимических реакций сбалансирована, и поэтому величина биохимических показателей в его биологических средах колеблется в пределах референтных границ. Однако при действии любых агентов, в зависимости от их силы и свойств, происходят сдвиги (физиологические, патологические) в обменных процессах организма, что отражается на активности ферментных систем.

Одним из эссенциальных микроэлементов для организма животных является йод, который необходим не только для функционирования щитовидной железы, но и других органов и тканей. Например, экстратиреоидный метаболизм йодида протекает в молочной железе, кишечнике, желудке, печени, поджелудочной, слюнных и слезных железах, яичниках, тимусе, коже, суставах, артериях, костях и т. д. [3]. Наиболее важными источниками йода для животных является корм, в который добавляют различные соединения йода, чаще всего йодид калия. Доказано, что обогащение рациона кормления препаратами йода повышает в организме животных энергетический обмен, метаболизм белков, кислородную емкость крови, резистентность, продуктивность и воспроизводительные способности [4–6]. В то же время биологические эффекты йода, в основном, изучены на

уровне функционирования гипофизарно-тиреоидной системы [7–9], и мало известно о его действии на активность ферментов клеток органов и тканей.

В связи с этим целью нашей работы явилась оценка влияния кристаллического и коллоидного йодида калия на активность ферментов в крови и печени лабораторных крыс.

#### *Материал и методика*

Эксперимент выполнен на половозрелых самцах крыс линии Вистар, которые содержались в стандартных условиях вивария при естественном освещении. Масса тела животных колебалась в пределах 210-230 г,

Для проведения работы было сформировано 4 группы (n=7). Животные I группы содержались на стандартном пищевом и водном рационе и служили контролем. Крысам II, III и IV-ой групп в течение 30 суток в корм добавляли йодид калия. Препарат йода во II-ой группе использовали в кристаллическом состоянии в суточной дозе 10 мг на 1 кг живой массы; в III и IV-ой группах – рацион кормления обогащали коллоидным йодидом калия из расчета 10 и 5 мг на 1 кг живой массы в сутки, соответственно.

Материал исследований (кровь, печень) получали после эвтаназии крыс, которую проводили под наркозом эфира с хлороформом с соблюдением принципов гуманности, изложенных в директивах Европейского сообщества (86/609/ЕЕС) и Хельсинкской декларации до начала эксперимента (фон) и через 30 суток. Эвтаназию проводили утром с 8 до 11 часов.

Печень перфузировали охлажденным физиологическим раствором. Затем гомогенизировали в среде выделения, содержащей 0,005н Tris, 0,1н KCl в соотношении 1:100 для определения активности ЩФ и  $\gamma$ -ГТФ. Полученный гомогенат центрифугировали и для исследований использовали супернатант [10–12]. Для определения активности аргиназы гомогенат печени готовили на охлажденной дистиллированной воде в соотношении 1:400 [13, с. 179-180]. Плазму крови получали путем центрифугирования стабилизированной гепарином крови при 2000 об/мин.

В биоматериале (плазма крови, супернатант гомогената печени, гомогенат печени) определяли активность щелочной фосфатазы (ЩФ),  $\gamma$ -глутамилтрансферазы ( $\gamma$ -ГТФ) и аргиназы по мочеvine [13, с. 179-180], используя готовые наборы реагентов «ЭКО-сервис», «Абрис+» и «Витал Диагностик Спб». В печени активность ферментов рассчитывали на 1 г сырой ткани.

Статистическую обработку данных проводили методом вариационной статистики на ПК с помощью табличного процессор «Microsoft Excel – 2003» и пакета прикладной программы «Биометрия». Для определения достоверности различий между группами использовали t-критерий Стьюдента.

#### *Результаты исследования*

Щелочная фосфатаза и  $\gamma$ -глутамилтрансфераза в организме животных являются мембраносвязанными ферментами. В печени они встроены в мембраны клеток гепатобилиарной системы и участвуют в транспорте через них неорганического фосфата (ЩФ) и свободных аминокислот ( $\gamma$ -ГТФ) [10]. При этом орган является основным источником данных ферментов в крови, что позволяет по их активности судить о состоянии мембран клеток печени.

Обогащение рациона кормления крыс йодидом калия, имеющим разную степень дисперсности частиц, влияло на уровень ЩФ и  $\gamma$ -ГТФ в крови и супернатанте гомогената

печени. При этом все изменения не выходили за границы нормы, а вариабельность изучаемых параметров была обусловлена метаболическими функциями ферментов.

Так, в крови каталитическая активность ферментов достоверно изменялась только у животных II и III опытных групп, то есть на фоне 30-суточного поступления в организм перорально кристаллического и коллоидного йодида калия в суточной дозе 10 мг/кг (Таблица 1). Прирост концентрации ЩФ и  $\gamma$ -ГТФ (Таблица 1), по сравнению с контролем, составил соответственно, во II-ой группе 21,48 ( $p < 0,001$ ) и 32,72% ( $p < 0,05$ ); в III-ей группе – 27,72 ( $p < 0,001$ ) и 74,79% ( $p < 0,001$ ).

Следовательно, в организме животных йодид калия, благодаря каталитическому действию щелочной фосфатазы, стимулировал обмен фосфорной кислоты, способствуя транспорту фосфата через мембраны клеток [14] и посредством гамма-глутамилтрансферазы обмен белков, в частности, синтез различных пептидов и дипептидов, аминокислоты которых являются акцепторами  $\gamma$ -глутамильного остатка [15].

Для проверки данного вывода мы определили каталитическую активность ЩФ и  $\gamma$ -ГТФ в супернатанте гомогената печени.

Таблица 1.

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ПЛАЗМЫ КРОВИ (n=7),  $X \pm Sx$

Показатель	Условия эксперимента	Контроль (I группа)	Опытные группы		
			II	III	IV
ЩФ, Е/л	фон	83,86± 1,79	87,28± 2,16	87,71± 3,19	83,00± 1,84
	ч/з 30 сут	82,43± 1,51	100,14± 1,91***	105,28± 2,39***	88,00± 1,43
$\gamma$ -ГТФ, Е/л	фон	6,51± 0,59	7,06± 0,49	7,87± 0,78	6,37± 0,56
	ч/з 30 сут	7,18± 0,66	9,53± 0,35*	12,55± 1,04***	7,96± 0,78

Примечание: \* -  $p < 0,05$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$  по сравнению с величиной I группы

Поступление в организм лабораторных животных йодида калия пероральным путем в течение 30 суток инициировало достоверное повышение концентрации ферментов в печени. Однако уровень прироста параметров определялся номером группы, суточной дозой препарата и степенью дисперсности частиц. Наибольшие изменения наблюдались в III-ей опытной группе (Таблица 2). Так, каталитическая активность ЩФ и  $\gamma$ -ГТФ в супернатанте гомогената печени, по сравнению с контролем увеличивалась на 43,89 ( $p < 0,001$ ) и 44,27% ( $p < 0,001$ ).

Значит в печени препарат йода, проявляя биологическое действие самостоятельно и в составе органических соединений, способствовал:

- повышению интенсивности белкового синтеза. Индикатором его активности служил фермент  $\gamma$ -ГТФ, который обеспечивает активный транспорт аминокислот и пептидов через клеточные мембраны гепатоцитов в составе  $\gamma$ -глутамильного цикла. Кроме этого, фермент, регулируя на внутриклеточный уровень глутатиона, опосредованно влияет на поздние стадии белкового синтеза [15]. Этот вывод согласуется с данными, полученными нами при изучении белкового состава крови [5]. Мы установили, что в крови крыс, особенно II и III

опытных групп, увеличивается концентрация общего белка, в котором возрастает доля альбуминов;

- активации энергетического обмена путем регулирования скорости транспорта ионов фосфорной кислоты с участием щелочной фосфатазы через мембранные структуры печени, что отражается на скорости обмена монофосфатов и высвобождения энергии в ходе их превращений [10].

Таблица 2.

АКТИВНОСТЬ ФЕРМЕНТОВ ПЕЧЕНИ (n=7), X±Sx

Показатель	Условия эксперимента	Контроль (I группа)	Опытные группы		
			II	III	IV
на 1 г сырой ткани					
ЩФ, Е/л	фон	1225,43± 60,33	1293,00± 47,31	1292,71± 65,37	1329,86± 78,86
	ч/з 30 сут	1181,29± 49,20	1505,43± 55,23***	1699,71± 35,24***	1401,71± 60,68*
γ-ГТФ, Е/л	фон	650,71± 41,71	625,71± 45,56	606,43± 52,51	553,86± 60,54
	ч/з 30 сут	639,57± 55,82	885,57± 47,01*	922,71± 37,52***	788,29± 38,11
Аргиназа, мкмоль мочевины	фон	11234,10± 301,89	10989,00± 241,09	10702,10± 290,19	10535,00± 279,20
	ч/з 30 сут	10715,70± 407,96	8656,14± 305,59**	8326,57± 411,68**	10565,70± 331,52

Примечание: \* -  $p < 0,05$ ; \*\* -  $p < 0,01$ ; \*\*\* -  $p < 0,001$  по сравнению с величиной I группы

Для того чтобы проверить белокстимулирующее действие йодида калия на клетки печени мы определили в ее гомогенате активность фермента аргиназы, который катализирует завершающую реакцию орнитинового цикла - распада аргинина до орнитина и мочевины.

Концентрация аргиназы уменьшалась в гомогенате печени у крыс II и III опытных групп. Максимально уровень фермента снижался на фоне 30-суточного поступления коллоидного йодида калия в суточной дозе 10 мг/кг. Убыль аргиназной активности составила (Таблица 2), по сравнению с контролем, 22,29% ( $p < 0,01$ ).

В исследованиях, которые выполнены нами ранее, установлено, что в крови лабораторных крыс при поступлении  $reg\ os$  коллоидного и кристаллического йодида калия в суточной дозе 10 мг/кг снижается концентрация мочевины [5, с. 34-38]. Это дает основание утверждать, что убыль карбамида была результатом уменьшения активности аргиназы в цитоплазме клеток печени. Возможно, одной из причин ингибирования активности фермента служило повышение скорости поступления аминокислот в гепатоциты. Согласно данным [16] многие аминокислоты являются конкурентными ингибиторами фермента или участвуют в процессе ее гидролиза.

Хотелось бы отметить, что обогащение рациона кормления животных коллоидным йодидом калия в суточной дозе 5 мг/кг менее всего отразилось на активности ферментов в крови и супернатанте гомогената печени (Таблицы 1, 2).

Таким образом, результаты наших исследований показали, что 30-суточное обогащение рациона кормления лабораторных крыс кристаллическим и коллоидным йодидом калия способствует повышению каталитической активности ЩФ и  $\gamma$ -ГТФ в крови и супернатанте гомогената печени за счет метаболических эффектов энзимов. В максимальной степени уровень ферментативной активности повышается при пероральном поступлении в организм животных коллоидного йодида калия в суточной дозе 10 мг на 1 кг живой массы. При этом каталитическая активность ЩФ и  $\gamma$ -ГТФ, по сравнению с контролем, в крови возрастает на 27,72 ( $p < 0,001$ ) и 74,79% ( $p < 0,001$ ), в супернатанте гомогената печени – на 43,89 ( $p < 0,001$ ) и 44,27% ( $p < 0,001$ ), соответственно, свидетельствуя об активации обмена монофосфатов и аминокислот. Концентрация аргиназы в печени, наоборот, уменьшается на 22,29% ( $p < 0,01$ ), как результат активации белкового синтеза в органе.

#### Список литературы:

1. Ковалев Н. Н. Холинэстеразы - биохимические механизмы адаптации гидробионтов: дисс. ... д-ра биол. наук. Владивосток, 2003. 280 с.
2. Сабурова А. М. Биохимические механизмы антистрессорного эффекта  $\alpha$ -токоферола: дисс. ... д-ра биол. наук. Душанбе, 1999. 291 с.
3. Абраамян А. Г., Оганесян А. С. Препараты йода и их использование в медицине XXI века // Медицинская наука Армении. 2009. Т. 49. №4. С. 3-14.
4. Никулин В. Н., Курушкин В. В. Динамика морфологических и биохимических показателей крови кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» на фоне применения пробиотика лактомикробиоцикла в комплексе с йодидом калия // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2006. Т. 3 №11-1. С. 51-53.
5. Шамро Ю. А., Дерхо М. А. Влияние йодида калия на биосинтетические процессы в печени животных // Теоретические и практические аспекты развития научной мысли в современном мире: сб. ст. межд. науч.-практ. конф. Уфа, 2016. С. 34-38.
6. Шамро Ю. А., Дерхо М. А. Влияние йодида калия на дыхательную функцию крови // Интеллектуальный научный потенциал XXI века: сб. ст. межд. науч.-практ. конф. Уфа, 2017. Ч. 2. С. 6-9.
7. Аухатова С. К. Влияние йода на метаболические процессы в организме // Успехи современного естествознания. 2006. №1. С. 32а.
8. Лупачик С. В., Надольник Л. И., Нецецкая З. В., Виноградов В. В. Влияние длительного введения высоких доз йодида калия на метаболизм йода в щитовидной железе крыс // Биомедицинская химия. 2006. Т. 52. №2. С. 161-168.
9. Басалаева Н. Л., Стрижикова С. В., Рахманова Г. М., Коротеева Н. В. Особенности влияния многократного применения йодида калия на функциональные параметры гипофизарно-тиреоидной системы самок крыс // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Образование, здравоохранение, физическая культура. 2012. №21 (280). С. 63-65.
10. Ткаченко Е. А., Дерхо М. А., Романкевич О. А., Серeda Т. И., Мальцева Л. Ф. Адаптационные изменения активности ферментов в организме мышей при оксидативном стрессе // Вестник ветеринарии. 2013. №2 (65). С. 65-68.
11. Харлап С. Ю., Дерхо М. А. Характеристика адаптационного потенциала цыплят кросса «Ломан-белый» // Агропродовольственная политика России. 2015. №6 (42). С. 62-67.
12. Харлап С. Ю., Дерхо М. А. Оценка адаптационной способности цыплят по активности ферментов крови и супернатанта сердца // АПК России. 2016. Т. 75. №1. С. 41-46.

13. Кальницкий Б. Д. Методы биохимического анализа. Справочное пособие. Боровск, 1997, 356 с.
14. Акопян Ж. И., Нерсесова Л. С., Газарянц М. Г., Мкртчян З. С., Погосян Л. Г., Погосян Л. Л. Некоторые энзимологические эффекты общего облучения крыс низкоинтенсивным 900 МГц микроволнами // Биологический журнал Армении. 2012. Т. 64. №3. С. 70-75.
15. Туршян Г. А., Паронян Ж. А., Кочарян Н. В., Априкян Г. В. Активность гамма-глутамил транспептидазы печени при гипераммоническом синдроме и лечении аммикснижающими средствами // Биологический журнал Армении. 2012. Т. 64. №3. С. 21-25.
16. Давтян М. А., Егиазарян Э. М. Строение активного центра печеночной аргиназы млекопитающих и субстраты и ингибиторы // Биологический журнал Армении. 2008. Т. 60. №4. С. 16-26.

*References:*

1. Kovalev, N. N. (2003). Cholinesterase biochemical mechanisms of adaptation of aquatic organisms: diss. ... doctor. biol. sciences. Vladivostok, 280. (in Russian)
2. Saburova, M. A. (2009). Biochemical mechanisms of antistress effect of  $\alpha$ -tocopherol: diss. ... doctor. biol. sciences. Dushanbe, 291. (in Russian)
3. Abrahamyan, H. G., & Hovhannisyan, A. S. (2009). Medicines of iodine and their use in medical sphere of XXI century. *Medical science of Armenia*, 49, (4), 3-14. (in Russian)
4. Nikulin, V. N., & Kurushkin, V. V. (2006). Dynamics of morphological and biochemical blood parameters of “Haiseks Korichnevy” cross laying hens fed laktomikrotsikol probiotic together with iodid of potash. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 3, (11-1), 51-53. (in Russian)
5. Shamro, Yu. A., & Derkho, M. A. (2016). Influence of potassium iodide on biosynthetic processes in the liver of animals. *Theoretical and practical aspects of the development of scientific thought in the modern world: collection of articles of it. scientific.-pract. conf. Ufa*, 34-38. (in Russian)
6. Shamro, Yu. A., & Derkho, M. A. (2017). Influence of potassium iodide on the respiratory function of blood. *Intellectual scientific potential of the 21st century: Sat. Art. Int. scientific-practical. Conf. Ufa*, 6-9. (in Russian)
7. Aukatova, S. H. (2006). Iodine ions effect on the metabolic processes of the organism. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*, (1), 32a. (in Russian)
8. Lupachyk, S. V., Nadolnik, L. I., Niatsetskaya, Z. V., & Vinogradov, V. V. (2006). Effects of chronic high potassium iodide doses treatment on iodine metabolism of rat thyroid gland. *Biomedical chemistry*, 52, (2), 161-168. (in Russian)
9. Basalaeva, N. L., Strizhikova, S. V., Rahmanova, G. M., & Koroteeva, N. V. (2012). Peculiarities of repeated administration of potassium iodide on functional parameters of female rats pituitary thyroid system. *Vestnik Yuzhno-Uralskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Obrazovanie, zdavookhranenie, fizicheskaya kultura*, (21), 63-65. (in Russian)
10. Tkachenko, E. A., Derkho, M. A., Romankevich, O. A., Sereda, T. I., & Maltseva, L. F. (2013). Enzymatic adaptation in the mice under oxidative stress. *Vestnik veterinarii*, (2), 65-68. (in Russian)
11. Kharlap, S. Yu., & Derkho, M. A. (2015). Characterization of the adaptive capacity of chickens cross “Lohman white”. *Agroprodovolstvennaya politika Rossii*, (6), 62-67

12. Kharlap S. Yu., & Derkho M. A. (2016). Evaluation of chickens' adaptive capacity according to their blood enzyme activity and the heart. *APK Rossii*, 75, (1), 41-46. (in Russian)
13. Kalnitskii, B. D. (ed.). (1997). *Methods of biochemical analysis: reference book*. Borovsk, 356. (in Russian)
14. Akopyan, Zh. I., Nersesova, L. S., Gazaryants, M. G., Mkrtychyan, Z. S., Poghosyan, L. G., & Pogosyan, L. L. (2012). Some enzymatic effects of total body radiation of rats by low intensity 900 MHz microwaves. *Biologicheskii zhurnal Armenii*, 64, (3), 70-75. (in Russian)
15. Turshyan, G. A., Paronyan, Zh. A., Kocharyan, N. V., & Aprikyan, G. V. (2012). Activity of gamma-glutamyl transpeptidaza liver hyperammonemia syndrome and the treatment of reducing amic tools. *Biologicheskii zhurnal Armenii*, 64, (3), 21-25.
16. Davtyan, M. A., & Egiazaryan, E. M. (2008). The Structure of the active site of hepatic arginase mammals and substrates, and inhibitors. *Biologicheskii zhurnal Armenii*, 60, (4), 16-26

*Работа поступила  
в редакцию 19.10.2017 г.*

*Принята к публикации  
23.10.2017 г.*

*Ссылка для цитирования:*

Дерхо М. А., Шамро Ю. А. Биологическое действие йодида калия на активность ферментов в организме животных // Бюллетень науки и практики. Электрон. журн. 2017. №11 (24). С. 49-56. Режим доступа: <http://www.bulletennauki.com/derkho> (дата обращения 15.11.2017).

*Cite as (APA):*

Derkho, M., & Shamro, Yu. (2017). Biological effects potassium iodide enzyme activity in animals. *Bulletin of Science and Practice*, (11), 49-56