

УДК: 636.592.087.72

ВЛИЯНИЕ РЯДА МИКРОЭЛЕМЕНТОВ НА ПРОЯВЛЕНИЕ ИНСТИНКТА НАСИЖИВАНИЯ

Белецкий Е.М., Кулибаба Р.А., Нарыкина Н.В.
Институт птицеводства УААН

Резюме. На 5 группах индеек белой широкогрудой породы изучали влияние добавок микроэлементов цинка, меди, марганца и кобальта на проявление инстинкта насиживания, а также на яйценоскость, оплодотворенность яиц, вывод индюшат, качество скорлупы и другие параметры у индеек. Установили, что добавка к рациону каждого из изучаемых элементов приводила к улучшению воспроизводительных качеств индеек, снижению упругой деформации и увеличению толщины скорлупы, но в разной степени. Добавка цинка к рациону в количестве 150 мг/кг корма в начале и середине племенного сезона и доведение ее до 450 мг/кг при проявлении насиживания у индеек полностью предупреждала проявление инстинкта, в то время как действие других микроэлементов не имело столь специфического влияния.

Ключевые слова: микроэлементы, индейки, инстинкт насиживания, оплодотворенность яиц, вывод индюшат, качество скорлупы.

Summary. It was studied the effect of additives of microelements of zinc, copper, manganese and cobalt on the manifestation of the hatching instinct and also on the egg production, fertilization of eggs, output of turkey-poults, quality of the egg-shell and other parameters in turkey-hens in 5 groups of White Broad Chest turkeys. It has been established that the additive of the studying elements to the diet led to the improvement of reproductive qualities of turkey-poults, to the decrease of elastic deformation and to the increase of the egg-shell thickness but in the different degree. The zinc additive to the diet at the doze 150 mg per kilogram of feed prevented the instinct manifestation but at the same time the action of other microelements didn't have such specific influence.

Key words: microelements, turkey-poults, hatching instinct, egg fertilization, output of turkey-poults, egg-shell quality.

Насиживание у индеек является серьезной проблемой отрасли индейководства во всем мире, приводящей к уменьшению срока их племенного использования, снижению яйценоскости и, соответственно, недополучению от них индюшат, а также значительного количества мяса. Проведя детальный обзор по проблемам индейководства в развитых зарубежных странах Евстратова А. [9] пишет, что количество наседок в родительском стаде индеек может достигать 70%. Например, в США на конец 2000 года находилось примерно 2,7 млн. индеек. Проявление инстинкта насиживания индейками привело к большим экономическим убыткам в индейководстве страны. Даже при недополучении от индейки хотя бы одного оплодотворенного яйца, стоимость которого составляет \$0,62, убытки составили \$1,7 млн [13].

Исходя из этого, проблема насиживания у индеек является весьма актуальной и необходима разработка новых методов снижения проявления инстинкта или активное применение лучших существующих из них.

При проявлении инстинкта насиживания живая масса индеек может снижаться на 20-25%, что ухудшает кондицию тушек [4, 5].

С наступлением насиживания изменяется также биохимический статус организма – уменьшается количество сухого вещества и белка в отделах яйцевода и сыворотке крови, существенно изменяется содержание ряда макро- и микроэлементов в яичнике и различных отделах репродуктивного тракта индеек [5].

Для снижения проявления инстинкта насиживания применяют зоотехнические приемы, обработку индеек гормональными препаратами, однако высоких показателей не достигнуто ни в одном случае. Так, проведенная нами проверка некоторых зоотехнических приемов снижения насиживания у индеек путем обработки их светом высокой интенсивности, комбинации света высокой интенсивности и воздушного потока, а также света высокой интенсивности в присутствии самцов показала, что наиболее эффективной оказалась обработка самок в течение 3 суток светом высокой интенсивности (500 лк) в присутствии самцов с дальнейшим снижением освещенности до нормы. В данной группе уже через 14 дней 36,7% индеек восстановили яйценоскость, в то время, как в контрольной группе индеек за это время яйценоскость не восстановилась [3].

Обработка индеек половыми гормонами не дает преимуществ перед зоотехническими методами, а во многих случаях даже уступает им [7, 9].

В жизни индеек в различные периоды репродуктивной деятельности происходит изменение гормонального статуса. Репродуктивный период - это время, когда эти изменения имеют максимальные значения. Например, перед племенным сезоном при фотостимуляции количество гормона пролактина увеличивается в 10 раз, при наступлении яйцекладки в 20 раз. При проявлении инстинкта насиживания в конце племенного сезона уровень этого гормона возрастает примерно в 100 раз по сравнению со стадией репродуктивного покоя. Выделение пролактина регулируется соответствующим геном [13]. Выяснив гормональные механизмы, можно было бы влиять на репродуктивную функцию у индеек и, стало быть, влиять на длительность периода яйценоскости.

При более детальном изучении роли микроэлементов в репродуктивной деятельности птиц особое внимание нами было обращено на цинк. И действительно, цинк влияет практически на все сферы деятельности организма, входит в состав более 200 металлоферментов (в настоящий момент доказано участие цинка более, чем в 300 металлоферментах), участвующих в самых различных метаболических процессах, включая синтез и распад углеводов, жиров, белков и нуклеиновых кислот [2]. Особое отношение цинк имеет к механизмам репродукции в организме. В непосредственной связи с указанным физиологическим фактом находится высокое содержание цинка в сперматозоидах (1900 мкг/г) [14]. Несомненно, что именно они являются носителями запаса этого жизненно важного

микроэлемента, необходимого для нормального прохождения всех фаз дробления оплодотворенной яйцеклетки. Изучение на животных недостатка цинка приводило к возникновению таких симптомов, как потеря аппетита, изменение поведения, задержка роста и полового развития с прекращением сперматогенеза у самцов, блокирование эструса, бесплодие у самок, паракератозу с облысением или выпадением перьев у птиц [2, 12].

Нами были предприняты попытки выяснения механизмов целенаправленного кормления микроэлементными добавками на снижение насиживания у индеек. Для этого были сформированы 3 группы: 1-я (контрольная) получала рацион согласно существующих норм, 2-я – основной рацион + дополнительно 100 мг/кг и 3-я – 200 мг/кг Zn^{2+} в виде сульфата цинка пятиводного ($ZnSO_4 \times 5H_2O$). Было установлено, что самое высокое содержание цинка в тканях репродуктивной системы индеек находится в слизистой оболочке маточно-влагалищных желез в начале племенного сезона, т.е. в тот период, когда они обладают самой высокой способностью накапливать сперматозоиды. В конце продуктивного периода концентрация цинка в железах снижается до 10,36 мг/кг против 19,55 мг/кг в начале племенного сезона (при $P \leq 0,001$). Достоверно более высокое содержание цинка было установлено также в перешейке яйцевода в начале продуктивного периода по сравнению с его концом. В группах индеек, получавших добавки цинка, хотя к концу племенного сезона и отмечали незначительное снижение уровня цинка, однако оно было недостоверным.

Оплодотворенность яиц и вывод индюшат в конце племенного сезона во 2-й и 3-й группе индеек составляли 75,9; 75,7 и 68,4; 69,3% соответственно, что было значительно выше показателей контрольной группы – 69,8% оплодотворенность и 54,9% вывод индюшат.

Таким образом, добавка цинка в рацион индеек в концентрации 100 или 200 мг/кг корма повышала спермохранительную способность их маточно-влагалищных желез, что, вероятно и приводило к повышению оплодотворенности яиц и вывода индюшат. Снижение концентрации цинка в местах хранения сперматозоидов в конце племенного сезона с одновременным уменьшением заполнения желез половыми клетками указывает на прямую связь между данными явлениями [6].

Проведенные опыты с дополнительной добавкой к рациону индеек микроэлементов цинка, меди, марганца и кобальта показали, что каждый из них в той или иной степени улучшал показатели крови (количество эритроцитов, содержание гемоглобина), качество скорлупы, воспроизводительные качества [8].

Целью проведенных в 2008 г исследований является изучение влияния ряда микроэлементов на проявление инстинкта насиживания у индеек и ряд других показателей.

Материалы и методы. Исследования проводятся с 2005 г в отделе репродукции птиц Института птицеводства УААН и на индейкоферме Государственного предприятия опытное хозяйство «Борки».

В начале племенного сезона на индейкоферме ГПОХ «Борки» было сформировано 5 групп-аналогов индеек белой широкогрудой породы 6-й (материнской) линии среднего кросса «Харьковский-56».

Птицу содержали в индивидуальных клеточных батареях. Схема опыта представлена в таблице.

Группы индеек	Кол-во индеек в группе	Добавки к рациону
1 – контрольная	20	Основной рацион (ОР)
2 – опытная	20	ОР + Co^{2+} - 5 мг/кг корма.
3 – опытная	20	ОР + Mn^{2+} - 150 мг/кг корма.
4 – опытная	20	ОР + Cu^{2+} - 10 мг/кг корма.
5 – опытная	20	ОР + Zn^{2+} - 150 мг/кг корма.

Кормление индеек проводили согласно существующим рекомендациям «Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці» [10].

В начале племенного сезона, а также ежемесячно отбирались образцы корма для определения в них содержания цинка, меди, марганца, кобальта, кальция и фосфора.

Образцы крови для определения тех же элементов отбирали в начале, середине и конце продуктивного периода (по 3 образца с каждой группы + по 3 образца в конце продуктивного периода из индеек-наседок). Определение цинка, меди, марганца и кобальта проводили на атомно-абсорбционном спектрометре С-600, фосфора – с малахитовым зеленым [1], кальция – с помощью набора для определения кальция НПП «Філісіт-діагностика» (г. Днепропетровск).

Трижды за племенной сезон (начале, середине и в конце) определяли концентрацию цинка, меди, марганца и кобальта в желтках яиц. Упругую деформацию скорлупы – с помощью прибора «ПУД-1», толщину скорлупы – с помощью микрометра.

Из этих же образцов отбирали пробы для определения гемоглобина с помощью гемоглобинцианидного метода (Набор реактивов для определения концентрации гемоглобина у крови, НПП «Філісіт-діагностика» (г. Днепропетровск).

Ежедневно яйца маркировали по группам, на яйцескладе взвешивали на весах ВЛТК-500 и отправляли на инкубацию. Закладку яиц на инкубацию проводили согласно графику закладок в опытном хозяйстве.

Отбор неоплодотворенных яиц (1-й “мираж”) проводили на 10-й день инкубации.

Учитывали такие показатели, как количество яиц по группам, оплодотворенность и выводимость яиц, вывод индюшат.

Живую массу индеек определяли путем их взвешивания на весах ДТ-001 в начале и конце опыта.

Результаты и их обсуждения. Установлено, что в группе индеек, к рациону которых добавляли цинк, концентрация элемента в крови через 1 час после кормления составляла $10,06 \pm 0,07$ мг/л, в желтках яиц - $46,8 \pm 0,07$ мг/кг. В белке яиц концентрация элементов очень низкая и не имела сколько-нибудь значимых колебаний в течение всего племенного сезона.

Таблица 1. Концентрация микроэлементов в крови и желтке яиц индеек в течение племенного сезона

Исследуемый микроэлемент.	Определено в:	Содержание микроэлементов		
		В начале племенного сезона	В конце племенного сезона	
			контрольная группа	опытная группа
Zn^{2+} , мг/кг	крови	$8,83 \pm 0,08$	$9,20 \pm 0,10$	$10,1 \pm 0,07$
	желтке яиц	$42,6 \pm 0,07$	$43,5 \pm 0,09$	$46,8 \pm 0,07$
Cu^{2+} , мкг/кг	крови	$202,4 \pm 6,3$	$190,5 \pm 5,9$	$235,7 \pm 11,6$
	желтке яиц	$528,4 \pm 11,3$	$506,6 \pm 12,7$	$580,5 \pm 18,7$
Mn^{2+} , мкг/кг	крови	$144,2 \pm 11,3$	$138,8 \pm 10,7$	$186,1 \pm 19,4$
	желтке яиц	$750,6 \pm 52,5$	$706,9 \pm 57,7$	$830,0 \pm 73,1$
Co^{2+} , мкг/кг	крови	$62,7 \pm 2,1$	$66,3 \pm 2,5$	$79,4 \pm 4,4$
	желтке яиц	$78,4 \pm 3,3$	$68,3 \pm 2,9$	$92,3 \pm 5,8$

Концентрация гемоглобина в начале племенного сезона составляла 100,5 – 112,1 г/л, в конце сезона практически не изменилась в контрольной и в группах с добавлением марганца и цинка, была несколько выше в группе с добавкой к рациону меди и самой высокой – с введением кобальта – до 129,9 г/л ($P < 0,05$ по отношению к контрольной группе).

У наседок концентрация гемоглобина составляла от 119,8 до 146,9 г/л, что, вероятнее всего, связано с резким снижением живой массы, процессами инволюции репродуктивной системы, гормональными изменениями в организме, в то время, как эритроциты не в состоянии уменьшиться количественно в кровяном русле за 2-3 недели.

Живая масса индеек в начале продуктивного периода составляла от $6,91 \pm 0,08$ до $7,13 \pm 0,10$ кг. В конце продуктивного периода масса индеек в 2006-2007 гг возрастала незначительно и составляла по группам $7,14 \pm 0,10$; $7,28 \pm 0,07$; $7,14 \pm 0,08$; $7,15 \pm 0,07$; $7,14 \pm 0,09$ кг (различия недостоверны между контрольной и опытными группами), в то время как в 2008 г масса индеек в конце племенного сезона была даже ниже во всех группах, за исключением группы, которой добавляли в рацион марганец (индейки были тяжелее контрольных примерно на 100 г), однако эти различия были не достоверны. Данную динамику живой массы мы связываем с интенсивным периодом яйценоскости в 2008 г, который составил 6 месяцев. У наседок через 14 дней после снесения последнего яйца масса тела снизилась и составляла $6,47 \pm 0,08$ кг ($P < 0,001$).

Масса яиц в начале племенного сезона составляла по группам в начале племенного сезона $77,82 \pm 1,03$ — $79,82 \pm 1,21$ г и возрастала в течение всего племенного сезона. К концу сезона отмечено 2 тенденции:

1. Масса яиц увеличивалась от начала племенного сезона к концу в контрольной группе от 77,29 до 82,45 г;
2. Добавка микроэлементов, особенно марганца, существенно влияла на увеличение массы яиц.

Самая высокая масса яиц в конце племенного сезона ($87,81 \pm 5,62$ г., $P < 0,001$ по сравнению с контролем) отмечена в группе индеек в рацион которым вводили добавку марганца. В опыте 2008 г масса яиц в такой же группе составляла в среднем 90-105 г. Следует, однако, отметить, что добавка марганца в рацион в количестве 150 г/кг корма оказывала негативное влияние на процессы формирования скорлупы, т.е. на отложения кальция. Более 20% яиц в конце племенного сезона имели на скорлупе известковые наросты. Здесь, по всей видимости, проявились антагонистические взаимодействия между кальцием и марганцем, что привело к нарушению процесса кальцификации скорлупы.

Добавка цинка, меди и кобальта также приводила к повышению массы яиц на 0,65 – 1,95 г по сравнению с контролем (различия не достоверны).

При определении упругой деформации скорлупы установлено, что яйца индеек контрольной группы имели высокий уровень деформации ($26,77 \pm 2,41$ мм), что указывает на недостаточно хорошее качество скорлупы, следовательно и количество боя и насечки увеличивается, что и отмечено в данных опытах. Добавка в рацион микроэлементов улучшает качество скорлупы, хотя и в разной степени (табл.2)

Таблица 2. Влияние добавки микроэлементов в корма на качество скорлупы яиц индеек

Группа индеек	Упругая деформация скорлупы, мм	Толщина скорлупы, мм
Контроль	$26,77 \pm 2,44$	$0,358 \pm 0,006$
Zn ²⁺	$22,87 \pm 2,12^*$	$0,410 \pm 0,006^*$
Cu ²⁺	$22,11 \pm 2,71^*$	$0,390 \pm 0,007$
Mn ²⁺	$23,33 \pm 3,01$	$0,380 \pm 0,005$
Co ²⁺	$24,13 \pm 3,33$	$0,382 \pm 0,006$

* - при $P < 0,05$

Показатели толщины скорлупы были самыми высокими в группе индеек, которые получали добавку цинка – $0,410 \pm 0,006$ мм, что достоверно выше по сравнению с контролем – $0,358 \pm 0,006$ мм. В группах индеек, получавших добавки меди, марганца и кобальта данный показатель был также выше, чем в контроле.

Качество яиц, соответствующим требованиям к инкубационным яйцам за период опыта в контрольной группе было ниже по сравнению с опытными группами.

Таблица 3. Влияние добавки микроэлементов в корма на количество и инкубационные качества яиц индеек (данные 2007 года)

Группа индеек	Кол-во яиц, шт.	Оплодотворенность яиц, %	Вывод индюшат, %
Контроль	814	63,2±1,7	54,9±1,7
Zn ²⁺	1030	74,8±1,4*	69,4±1,4*
Cu ²⁺	934	71,4±1,5	65,1±1,6
Mn ²⁺	928	70,8±1,5	65,0±1,6
Co ²⁺	877	70,8±1,5	65,0±1,6

Примечание. * - при P<0,05

Добавка в рацион любого из исследованных микроэлементов (Zn, Cu, Mn, Co) приводила к повышению яйценоскости, оплодотворенности яиц и вывода индюшат, однако самые высокие показатели получены при введении в рацион добавки цинка, что согласуется с нашими ранними исследованиями.

Изучали влияние отдельных микроэлементов на проявление инстинкта насиживания. Наиболее обнадеживающие результаты получены во все годы исследований при добавке к рациону индеек цинка, в то время как другие микроэлементы не оказывали существенного влияния на частоту насиживания. В 2008 г в группе индеек, в рацион которых добавляли вначале 150 мг/кг корма цинка, а при проявлении инстинкта насиживания в стаде повысили добавку цинка вначале до 300 мг/кг, а затем до 450 мг/кг корма, к концу племенного сезона наседок отмечено не было, в то время как в контрольной группе число наседок достигло 30%. В других исследуемых группах наседок было от 3 до 4. Уменьшение наседок в других группах (с добавками меди, марганца и кобальта) мы не связываем с влиянием указанных элементов на процессы репродукции, а с улучшением обмена веществ и общего состояния птицы, увеличением количества эритроцитов, гемоглобина, что также является показателем более высоких метаболических процессов в организме индеек.

Учитывая значительное влияние цинка на репродуктивные процессы мы априори предположили, что добавка цинка к рациону, особенно при проявлении в стаде инстинкта насиживания, должна привести к его ослаблению. Опытные данные ряда лет подтвердили данное предположение. Основываясь на полученных данных мы пришли к заключению, что цинк тормозит выработку пролактина передней долей гипофиза и таким образом снижает его ингибирующее влияние на эстрогенные гормоны, что, в конечном итоге, приводит к уменьшению количества наседок в стаде и позволяет продлить срок племенного использования индеек. Для проверки тождественности влияния цинка на инстинкт насиживания, мы сравнили его действие с действием на организм самок известного ингибитора пролактина – бромокриптина (2-Бром-α-эргокриптина, полусинтетического производного алкалоида спорыньи эргокриптина). Известно, что бромокриптин оказывает стимулирующее влияние на дофаминовые рецепторы гипоталамуса, в чем и проявляется его характерное тормозящее действие на выработку гормонов передней долей гипофиза – пролактина и

соматотропина [11]. Эндогенный дофамин является ингибитором секреции пролактина. Десять самок, получавшие бромкриптин во второй половине племенного сезона в дозе 2,5 мг в неделю однократно не проявляли инстинкта насиживания до конца племенного сезона. Аналогичные результаты получены и при применении добавки цинка в рацион. Попытка определения пролактина в сыворотке крови индеек, которые получали добавку цинка и у индеек, получавших бромкриптин с помощью иммуноферментного анализа и набора реактивов «ИФА-пролактин-01» не дала положительных результатов, что связано, по всей видимости, с иммуноспецифичностью реагентов набора (набор предназначен для количественного определения пролактина в сыворотке крови человека), либо с более низкой концентрацией пролактина в сыворотке крови индеек. Должен существовать, по всей видимости, и другой путь оценки состояния самок птиц – определение концентрации стероидных гормонов – эстрогена, эстрона, эстриола. Учитывая, что пролактин является антагонистом эстрогенов, измерив их концентрацию в сыворотке крови можно весьма точно судить о количестве пролактина и, следовательно, о репродуктивном статусе самок птиц.

Таким образом, анализ полученных результатов позволяет сделать следующие выводы:

1. Добавка микроэлементов в корм индеек приводит к их повышению в желтке яиц. Содержание микроэлементов в белке яиц незначительное. Добавка в рацион меди и кобальта приводит к повышению гемоглобина в крови. У наседок концентрация гемоглобина в крови увеличивается на 7,1 – 31,1%.
2. У наседок через 14 дней после снесения последнего яйца масса тела снижается на 9,4%.
3. Добавка в рацион микроэлементов оказывает влияние на увеличение массы яиц. Самая высокая масса яиц в конце племенного сезона установлена в группе индеек, которые получали добавку марганца (увеличение на 6,5-15 % по сравнению с контролем). Добавка цинка, меди и кобальта также приводила к повышению массы яиц на 0,8 – 2,4% по сравнению с контролем.
4. Толщина и упругая деформация скорлупы самые высокие показатели имели в группах, получавших добавки цинка и меди. Марганец и кобальт также улучшали качество скорлупы.
5. Добавка к рациону любого из исследованных микроэлементов (Zn, Cu, Mn, Co) приводила к повышению яйценоскости, оплодотворенности яиц и вывода индюшат. Наилучшие результаты получены при добавке к рациону цинка.
6. Цинк тормозит выработку пролактина передней долей гипофиза, на что указывает отсутствие наседок в данной группе индеек.

Список литературы

1. А. с. № 1795357. СССР. Способ определения фосфора в биологических объектах / Е. М. Белецкий. Оpubл. 17.01.1993, Бюлл. № 3.

2. Авцын А. П. Микроэлементозы человека. [Текст] / А. П. Авцын, А. А. Жаворонков, М. А. Риш [и др.]. - М.: Медицина, 1991.- 496 с.
3. Андреев В.І. Насиджування у індичок та шляхи його подолання [Текст] / В. І. Андреев, Є. М. Білецький // XIII Українська конференція молодих вчених з птахівництва, 12-14 жовтня 1994 р., Борки : Тези доповідей.- Борки, 1994.- С. 5
4. Белецкий Е. М. Репродуктивная система индеек в период яйценоскости и насиживания [Текст] / Е. М. Белецкий // Науч.- техн. бюлл. УНИИП.- Харьков, 1991.- №. 30.- С. 15-21.
5. Белецкий Е. М. Морфофункциональные изменения репродуктивных органов индеек при развитии инстинкта насиживания [Текст] / Е. М. Белецкий // Науч.-техн. бюлл. УНИИП.- Харьков, 1991.- № 31.- С. 15-22.
6. Белецкий Е. М. Влияние цинка на воспроизводительные качества индеек [Текст] / Е. М. Белецкий // Материалы междунар. науч.- практ. конф., посвящ. 140-летию со дня рождения проф. Кулешова П. Н. - Харьков, 1995.- С. 81-82.
7. Белецкий Е. М. Влияние обработки индеек половыми гормонами на подавление инстинкта насиживания [Текст] / Е. М. Белецкий, В. И. Андреев // Материалы международ. науч.- практ. конф., посвященной 140-летию со дня рождения проф. Кулешова П. Н.; Харьковский зооветеринарный институт.- Харьков, 1995.- С. 82
8. Білецький Є. М. Вплив мікроелементів цинку, міді, марганцю та кобальту на відтворні та продуктивні якості індичок [Текст] / Є. М. Білецький, О. Б. Артеменко // Птахівництво : Міжвід. темат. наук. зб./ ІІІ УААН.- Харків, 2007.- Вип. 60.- С. 25-35.
9. Евстратова А. Проблемы индейководства в зарубежных странах [Текст] /А. Евстратова // Птицеводство.- 1984.- № 7.- С. 33-35.
10. Рекомендації з нормування годівлі сільськогосподарської птиці [Текст]: методичні рекомендації / Мін-во АПУ, Інститут птахівництва .- Бірки, 1998.- 112 с.
11. Машковский М. Д. Лекарственные средства в 2 частях [Текст] / М. Д. Машковский.- Вильнюс, 1993.- Ч.1.-С. 269-270.
12. Урдис Г. А. Биологическая роль цинка [Текст] / Г. А. Урдис, Я. А. Нейланд.- Рига: «Зинатне», 1981.- 179 с.
13. Gazzillo L. C., E. A. Wong, C.L. Rutherford , D.M. Denbow. The Mapping of Transcription Factor Binding Sites in the Turkey Prolactin Gene [Текст] / L. C. Gazzillo // Thesis submitted to the Faculty of the Virginia Polytechnic Institute and State University, November 10, 2000.- Blacksburg, Virginia Tech.- 40 p.
14. Underwood E. G. Trace elements in human and animal nutrition: 4 rd Ed. [Текст] / E. G. Underwood.- New York: Acad. Press, 1977.- 402 p.