

Спиридонов А. А., Мурашова Е. В., Кислова О. Ф.

ОБОГАЩЕНИЕ ЙОДОМ ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА

НОРМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

Издание 4-е,
расширенное и дополненное

Санкт-Петербург
2014

ББК 45.4 + 54.15
УДК 636 + 616.4
С72

Спиридонов А. А., Мурашова Е. В., Кислова О. Ф.

Обогащение йодом продукции животноводства. Нормы и технологии / Спиридонов А. А., Мурашова Е. В., Кислова О. Ф. – Санкт-Петербург, 2014. – 105 с.

ISBN 978-5-4276-007-1.

Издание посвящено путям решения проблемы дефицита йода в пищевом рационе человека. Предлагается инновационный путь решения проблемы – обогащение йодом продукции животноводства (куриных яиц и мяса, коровьего молока) при помощи современного йод-полимерного лекарственного средства для животных «Монклавит-1».

Важным преимуществом предлагаемого метода является ликвидация дефицита йода в питании самих животных и, как следствие, повышение экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Настоящее 4-е издание представляет собой описание полного «жизненного цикла» методики йодирования продукции – от ее обоснования и отработки, до практического применения в промышленности.

Рекомендуется для руководителей и специалистов животноводческих хозяйств, птицефабрик, предприятий пищевой промышленности, практикующих ветеринарных врачей, преподавателей, аспирантов и студентов профильных учебных заведений.

ББК 45.4 + 54.15
УДК 636 + 616.4

Содержание

Предисловие к 4-му изданию	5
ГЛАВА 1. Проблема дефицита йода в пищевом рационе человека	8
1.1. Введение	8
1.1.1. Значение йода для человека, глобальная проблема дефицита йода.....	8
1.1.2. Проблема дефицита йода в мире.....	10
1.1.3. Проблема дефицита йода в России, Белоруссии, Украине, Казахстане и Азербайджане	12
1.2. Рекомендуемые и максимальные уровни потребления йода	21
1.3. Потребление йода организмом человека, содержание йода в основных пищевых продуктах.....	23
1.4. Факторы, усиливающие влияние дефицита йода	24
1.5. Влияние одновременного дефицита селена и йода на развитие патологий.....	25
1.6. Влияние дефицита йода на развитие патологий при ядерных катастрофах.....	28
1.6.1. Радиоактивные изотопы йода, цезия и стронция.....	28
1.6.2. Эффекты внешнего и внутреннего облучения щитовидной железы	28
1.6.3. Защитный эффект йодной профилактики при ядерных катастрофах	29
1.7. Биологически активная форма йода	31
1.8. Гормональная роль йода	32
1.9. Негативный эффект, вызванный избыточным потреблением йода.....	34
ГЛАВА 2. Пути решения проблемы йод-дефицита	36
2.1. Введение.....	36
2.2. Йодирование соли.....	36
2.3. Обогащение йодом продукции животноводства.....	41
2.3.1. Значимость йода для животных, йод-дефицитные заболевания животных	41
2.3.2. Опыт применения йод-полимерного лекарственного средства «Монклавит-1» для лечения, профилактики заболеваний животных (в соавторстве с к. в. н. А. В. Варюхиным)	43
2.3.3. Бактерицидные свойства «Монклавит-1» по отношению к возбудителям болезней птиц (в соавторстве с А. Яковлевой).....	46
2.3.4. Планирование и прогнозирование процесса обогащения йодом продуктов питания, коэффициент обогащения.....	48
ГЛАВА 3. Применение йод-содержащих добавок и лекарственных средств в птицеводстве и животноводстве. Йодирование куриных яиц и куриного мяса. Содержание йода в органах и тканях животных и птицы	49
3.1. Содержание йода в куриных яйцах.....	49
3.2. Минимальный, максимальный и оптимальный уровни содержания йода в яйцах кур	50
3.3. Содержание йода в курином мясе	51
3.4. Исследование эффективности использования разных форм йода в качестве йодирующей добавки в корм. Максимальный уровень содержания йода в корме.....	53
3.5. Йодирование куриных яиц. Коэффициент обогащения йодом куриных яиц	54
3.6. Применение препарата «Монклавит-1» для обогащения йодом куриных яиц.....	57

3.7.	Максимальная добавка препарата «Монклавит-1» в пищевой рацион кур, не оказывающая негативного воздействия на организм кур.....	59
3.8.	Кинетика процесса обогащения яиц йодом.....	60
3.9.	Опыт практического применения препарата «Монклавит-1» для обогащения йодом яиц кур.....	62
3.10.	Зависимость толщины скорлупы яиц от содержания йода в пищевом рационе кур-несушек.....	66
3.11.	Определение стабильности йода в куриных яйцах при кулинарной обработке.....	70
3.12.	Определение стабильности йода в курином мясе при кулинарной обработке.....	72
3.13.	Определение концентрации йода в инкубационных яйцах дезинфицированных при помощи «Монклавит-1».....	73
3.14.	Содержание йода в тканях и органах животных при обогащении мяса йодом, а также при применении йод-содержащих лекарственных средств.....	76
3.14.1.	Содержание йода в мясе свиней, быков, овец.....	76
3.14.2.	Содержание йода в органах и тканях крыс.....	78
3.14.3.	Выявленные закономерности и выводы.....	80
ГЛАВА 4. Применение йод-содержащих добавок и лекарственных средств в производстве молока. Йодирование коровьего молока.....		81
4.1.	Содержание йода в молоке.....	81
4.2.	Уровень содержания йода в молоке в Санкт-Петербурге.....	82
4.3.	Минимальный, максимальный и оптимальный уровни содержания йода в молоке.....	84
4.4.	Обогащение йодом комбикормов коров.....	85
4.5.	Применение йод-содержащих лекарственных средств.....	86
4.6.	Йодирование коровьего молока. Коэффициент обогащения йодом молока.....	86
4.7.	Особенности обогащения молока методом йодирования кормов. Йодирование молока специальными добавками на молочных заводах.....	87
4.8.	Применение препарата «Монклавит-1» для йодирования коровьего молока.....	88
4.9.	Оценка эффекта применения препарата «Монклавит-1» при аэрозольном распылении и алиментарном применении (в соавторстве с к. в. н. Н. А. Михайловым).....	91
4.10.	Производственный эксперимент по обогащению йодом молока коров (в соавторстве с А. Яковлевой).....	93
ГЛАВА 5. Влияние лекарственного средства «Монклавит-1» на медоносных пчёл. Содержание йода в мёде при использовании «Монклавит-1» для подкормки пчел.....		96
<i>Библиография.....</i>		<i>98</i>

Предисловие к 4-му изданию

Мировое сообщество накопило огромный опыт по профилактике и борьбе с заболеваниями, вызванными дефицитом йода, методы крайне разнообразны и одним из эффективнейших, хотя и на первый взгляд несколько сложным, является метод обогащения йодом продукции животноводства.

Важным преимуществом предлагаемого метода является ликвидация дефицита йода в питании самих животных и, как следствие, повышение качества продукции и экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

Проблема дефицита йода в питании человека, ранее успешно решенная в СССР, в России приняла масштабы, угрожающие национальной безопасности. 50 миллионов россиян страдают от заболеваний щитовидной железы, снижение умственного развития у школьников составляет 11–18% по сравнению с уровнем их зарубежных сверстников. Дефицит этого ключевого для репродуктивной функции человека микроэлемента препятствует решению демографической проблемы. И если подрастающее поколение в России не будет обладать высоким интеллектуальным потенциалом, не удастся преодолеть технологическое отставание страны в наукоёмких областях, несмотря на все усилия правительства. В условиях дефицита йода во много раз возрастает риск радиационно-индуцированных заболеваний щитовидной железы в случае ядерной или радиационной катастрофы, особенно у детей и подростков.

При этом Туркменистан, Армения и Казахстан официально признаны Международным советом по контролю за йоддефицитными заболеваниями устранившими дефицит йода в питании человека, Азербайджан близок к получению этого статуса. Значительные успехи в ликвидации дефицита йода были достигнуты в Белоруссии.

В настоящем издании мы собрали обширный справочный материал, результаты исследований отечественных ученых – врачей, химиков, ветеринарных специалистов, сведения из зарубежных научных изданий, а также документации Всемирной Организации Здравоохранения, Международного совета по контролю за йоддефицитными заболеваниями, документов научных подразделений Еврокомиссии.

При обработке этого огромного информационно массива нами были выявлены закономерности, формализованы правила, выведены коэффициенты обогащения продукции и определены методы планирования и прогнозирования процесса обогащения йодом продуктов питания. Также были определены минимальные, оптимальные и максимальные нормы содержания йода в продукции животноводства.

Приводятся **результаты практического получения йодированной продукции на птицефабриках и в животноводческих хозяйствах**, а также фактические данные по содержанию йода в продуктах питания в Санкт-Петербурге и других регионах России.

Материал, охватываемый настоящим изданием, включает сведения из области медицины человека, ветеринарной медицины, биохимии, химии высокомолекулярных соединений, аналитической химии, сельскохозяйственного производства, производства йодированной соли, нормативной и законодательной базы и так далее.

Авторы издания, являющиеся специалистами в области аналитической химии, моделирования химических процессов, технической кибернетики и ветеринарной медицины, активно пользовались консультативной помощью специалистов из указанных областей научного знания, с большим пиететом относились к результатам научных исследований, однако несомненно многие из высокопрофессиональных специалистов обнаружат неточности в настоящей работе.

Настоящее издание было подготовлено на основании многолетних исследований, проводимых сотрудниками физико-химической лаборатории НПК «Техгеосервис» совместно со специалистами предприятия «Оргполимерсинтез СПб» и Санкт-Петербургской Государственной Академии Ветеринарной Медицины по технической и информационной поддержке внедрения современного йод-полимерного лекарственного средства «Монклавит-1» на сельскохозяйственные предприятия России.

Коллектив авторов выражает глубокую признательность руководству компании «Оргполимерсинтез СПб», главному научному сотруднику ГНУ ВНИВИП Россельхозакадемии, профессору, доктору ветеринарных наук Борисенковой Адели Наумовне и профессору СПбГАВМ доктору ветеринарных наук Кузнецову Анатолию Федоровичу за неизменную поддержку проводимых исследований, доценту СПбГАВМ Рожкову Константину Александровичу за помощь и консультацию, а также главному редактору журнала «Птицеводство» Раисе Степановне Бачковой за публикацию в журнале некоторых новых глав книги в формате статьи.

Приглашаем всех специалистов к диалогу, рассчитываем на конструктивную критику нашей работы и плодотворное сотрудничество.

Второе издание было дополнено результатами производственных опытов по получению обогащенных йодом товарных куриных яиц и куриного мяса при помощи препарата «Монклавит-1», проводившихся в 2010 году. Приведены данные по определению стабильности йода в куриных яйцах и мясе при кулинарной обработке для образцов, йодированных различными способами.

Были расширены главы, посвященные содержанию этого важнейшего микроэлемента в продуктах питания. Приводится обзор состояния борьбы с дефицитом йода в России, Белоруссии, Украине, Казахстане, а также в Азербайджане. Добавлена глава о влиянии дефицита йода на развитие патологий при ядерных катастрофах.

В третье издание мы включили новые главы о негативном воздействии одновременного дефицита йода и селена, а также краткий рассказ о селене – крайне важном для организма человека и животных микроэlemente. Обновлены главы о борьбе с йоддефицитом в СНГ.

Добавлена глава с описанием производственных экспериментов по определению бактерицидных свойств препарата «Монклавит-1», используемого в качестве йодирующего агента, по отношению к возбудителям болезней птиц.

Добавлена глава о результатах производственного эксперимента, проведенного в 2012 году, по получению йодированного коровьего молока. В главу 3.9. мы включили данные, полученные в 2011 году, по контролю содержания йода в куриных яйцах, производимых одной из птицефабрик Ленинградской области и обогащенных йодом по нашей технологии, которые еще раз подтвердили теоретическую модель по йодированию продукции и выявленную нами зависимость между содержанием йода в яйце и толщиной скорлупы.

Таким образом эта книга предоставляет читателю описание полного «жизненного цикла» методики йодирования продукции – от ее обоснования и отработки до практического применения в промышленности.

В четвёртом издании был расширен раздел, посвящённый йодированию соли. На основании результатов эксперимента, проведенного в лаборатории НПК «Техгеосервис»

в 2013–2014 гг., были добавлены данные о влиянии различных условий хранения на концентрацию йода в соли, обогащённую йодидом или йодатом калия (пункт 2.2).

Также, более подробно рассмотрен вопрос содержания йода в тканях и органах животных при обогащении мяса йодом и при применении йод-содержащих лекарственных средств: к информации по йоду в мясе кур добавлен обзор по нескольким видам животных – быкам, свиньям, овцам, подопытным крысам (пункт 3.14).

Приводятся результаты эксперимента по определению концентрации йода в инкубационных яйцах, для дезинфекции которых применялся «Монклавит-1» (пункт 3.13).

Добавлена новая глава с результатами опыта по оценке влияния йод-полимерного лекарственного средства «Монклавит-1» на медоносных пчёл и определению содержания йода в пчелином мёде (глава 5).

Приводится обзор постановлений органов исполнительной власти России и законотворческой деятельности Государственной Думы 2010–2014 годов в области обогащения продуктов питания незаменимыми микронутриентами, в том числе йодом (пункт 1.1.3).

*Коллектив авторов,
Санкт-Петербург, август 2014 г.*

«Если вы хотите уничтожить нацию, уберите йод из их пищевого рациона. Это так просто».

*Гай Е. Абрахам,
проф. Калифорнийского университета,
Лос-Анджелес, США*

ГЛАВА 1.

Проблема дефицита йода в пищевом рационе человека

1.1. Введение

1.1.1. Значение йода для человека, глобальная проблема дефицита йода

Йод – незаменимый (эссенциальный) элемент в питании животных и человека, востребованный для синтеза тиреоидных гормонов щитовидной железы – тироксина Т4 и его активной формы трийодтиронина Т3, регулирующих множество физиологических процессов, включая рост и развитие организма, процессы метаболизма глюкозы, протеина, жира и репродуктивные функции.

В эмбриональном периоде тиреоидные гормоны оказывают исключительное действие на формирование основных структур головного мозга, отвечающих за моторные функции и интеллектуальные способности человека, способствуют формированию «улитки» слухового анализатора.

Основными природными источниками йода для человека являются пищевые продукты. Йоддефицитными заболеваниями называются все патологические состояния, развивающиеся в результате дефицита йода в питании, и которые могут быть предотвращены при нормальном потреблении йода. Однако патологии, вызванные дефицитом йода на этапе внутриутробного развития и в раннем детском возрасте, являются необратимыми и практически не поддаются лечению и реабилитации.

Спектр йоддефицитных заболеваний включает патологии беременности и плода (аборт, мертворождения, врожденные аномалии, кретинизм, психомоторные нарушения, низкорослость, глухонмота), заболевания щитовидной железы (зоб и его осложнения, гипотиреоз, в том числе врожденный, йодиндуцированный тиреотоксикоз), нарушение функции репродуктивной системы (импотенция у мужчин, бесплодие у мужчин и женщин).

В интеллектуальной сфере к клиническим проявлениям дефицита йода относятся: кретинизм, нарушения умственного развития у детей и подростков, нарушения когнитивных (познавательных) функций у взрослых (Широкова, 2005). Показатели умственного развития населения, проживающего в условиях йодного дефицита, снижаются в среднем на 10–15 пунктов IQ, наблюдается пониженная способность к принятию решений, отсутствие инициативы. Регионы с крайне низким уровнем потребления йода характеризуются невысоким уровнем жизни, остановкой в развитии общественных отношений (UNICEF. Iodine deficiency in Europe).

Таблица 1.1.1.

Спектр йоддефицитной патологии (Всемирная Организация Здравоохранения, ВОЗ)

Внутриутробный период	Аборты Мертворождения Врожденные аномалии Повышение перинатальной и детской смертности Неврологический кретинизм (умственная отсталость, глухонмота, косоглазие) Микседематозный кретинизм (умственная отсталость, гипотериоз, карликовость) Психомоторные нарушения
Новорожденные	Неонатальный гипотиреоз
Дети и подростки	Нарушения умственного и физического развития
Взрослые	Зоб и его осложнения Йод-индуцированный тиреотоксикоз
Все возраста	Зоб Гипотиреоз Нарушения когнитивной функции Повышение поглощения радиоактивного йода при ядерных катастрофах

Даже небольшое изменение в уровне тиреоидных гормонов связано со значительными расстройствами психических и когнитивных функций. Две трети людей с нарушением функций щитовидной железы страдают различными психическими расстройствами.

Субклинический гипотиреоз является фактором риска развития депрессии, а аффективные психические расстройства встречаются чаще среди людей больных зобом, чем у людей без зоба. При наиболее тяжелом течении микседемы наступает снижение памяти и интеллектуальных возможностей, наблюдается потеря прежних навыков, эмоциональная тупость, монотонное благодушие.

При тиреотоксикозе практически у всех больных наблюдаются расстройства эмоциональной сферы, от слабодушия и слезливости до аффективных вспышек гнева.

Более 85% детей в йоддефицитном регионе имеют отклонения по тем или иным показателям интеллектуально-мнестической сферы. У детей, проживающих в условиях умеренного йод-дефицита, даже после нормализации функции щитовидной железы сохраняются стойкие когнитивные нарушения (Моллаева, 2009).

Состояние йододефицита индуцирует целую цепь трансмутаций, дегенеративно-атрофических и гиперпластических верификаций тироцитов и клеток гонад. Эти процессы приводят к появлению кистозно-туморозных повреждений в эндокринных железах.

В докладе «Роль йододефицита в канцерогенезе и новые методы терапии онкологических больных», представленном в марте 2012 года в Уфе в Республиканском онкологическом центре, говорится о том, что группой ученых было обследовано 1630 пациентов в возрасте от 20 до 65 лет, из них мужчин – 980, женщин – 650. Выяснилось, что все обследованные пациенты испытывали средне-тяжелую степень йододефицита.

На основании полученных результатов исследования был сделан важный вывод: **первопричиной всех цитологических трансмутаций в эндокринных железах является йододефицит** (Назаревская, 2012).

1.1.2. Проблема дефицита йода в мире

«Когда персы хотели сменить свой горный каменистый край на иной, равнинный и мягкий, Кир этого не позволил, сказав: как семена растений, так и нравы людей бывают таковы, какова их земля.»

Плутарх. «Изречения царей и полководцев»

К эндемическим йоддефицитным территориям относятся, как правило, горные цепи, аллювиальные равнины, особенно высокогорные, а также регионы, находящиеся на достаточном расстоянии от моря. Однако дефицит йода может обнаруживаться и в больших городах, в том числе в индустриально развитых странах (UNICEF, ICCIDD).

Недостаточное поступления йода в организм человека – важнейшая проблема мирового масштаба. Согласно данным Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) 1600 миллионов людей проживают в йоддефицитных регионах, йоддефицитными заболеваниями затронуты более 740 миллионов человек, а около 50 миллионов в той или иной степени страдают от расстройств умственной деятельности, вызванной йодной недостаточностью (Linus Pauling Institute).

В настоящее время борьба с дефицитом йода координируется в глобальном масштабе Международным советом по контролю за йоддефицитными заболеваниями – МСКИДЗ (International Council for Control of Iodine Deficiency Disorders, ICCIDD), работающим в тесном контакте с ВОЗ и ЮНИСЕФ (Детский Фонд ООН).

По заключению Всемирной организации здравоохранения, решение проблемы дефицита йода будет самым важным достижением мирового здравоохранения и превзойдет по своему значению искоренение оспы. Для борьбы с дефицитом йода ВОЗ, ЮНИСЕФ и ICCIDD рекомендует использовать йодированную соль. Йодирование соли является методом доступным и дешевым, хотя и не лишенным некоторых недостатков, главный из которых – значительное уменьшение содержания йода в соли с течением времени. Также применяется йодирование растительного масла, хлеба, продукции животноводства.

Серьезные усилия мирового сообщества привели к значительным успехам в борьбе с дефицитом йода, благодаря проделанной работе удалось ликвидировать угрозу развития отклонений в работе мозга у миллионов новорожденных, значительно снизить последствия дефицита йода в странах Европы, Азии, Африки и Америки.

В 95 странах мира, включая Китай, применяется всеобщее йодирование соли, в Индии продажа нейодированной соли запрещена. В Китае, где 90% семей потребляют йодированную соль, резко снизилась заболеваемость зобом, значительно повысилась школьная успеваемость, исчезли случаи врожденного кретинизма.

В промышленно развитых странах, испытывавших природный дефицит йода (США, Канада, Швейцария, Великобритания, Скандинавские страны, Австралия), реализация программ йодной профилактики привела к ликвидации йод-дефицитных заболеваний (Антонова, 2004). Более 90% домохозяйств в этих странах потребляют йодированную соль. Многие страны Европы законодательно утвердили эффективные меры по борьбе с дефицитом йода, однако в Словении, Венгрии, Греции, Португалии, Франции и Ирландии продолжается борьба с властями за внесение проблемы йододефицита в повестку дня (ICCIDD, newsletter 2010).

Важнейшим источником йода для населения индустриально развитых стран является обогащенная йодом продукция животноводства. Йодирование молока, яиц, мяса осуществляется за счет использования йод-содержащих добавок в пищевом рационе животных, а также применения йод-содержащих лекарственных и дезинфицирующих средств. При этом, за счет ликвидации дефицита йода у самих животных, повышается эффективность сельскохозяйственного производства и качество готовой продукции.

Интересно, что идея об использовании обогащенных продуктов животноводства уходит корнями в глубину тысячелетий.

Среди мифов Древнего Ирана есть легенда о колдуне Ноктарге, в метафорической форме рассказывающая об «обогащении» молока волшебной субстанцией, именуемой Хварной.

Хварна (среднеперсидское Фарр, Кушанское – Фарро, в современной Осетии – Фарн и т.д.) – в Иранской мифопоэтической традиции абстрактная божественная сущность, харизма, сакральная сила, ее, по-видимому, можно уподобить удаче, счастью, которое дает благополучие, богатство, успех в делах, победы над врагами. В некотором роде Хварна сходна с древнегреческой богиней Тихе, римской Фортуной или с римским благим духом-гением, сопровождающим человека на его жизненном пути.

По мнению древних иранцев, высшая власть немыслима без Хварны, снизошедшей на царя (у римлян духа-гения Императора). Потеря правителем Хварны означает потерю трона и гибель государства. Так, Хварна покинула одного из первых мифических царей Йиму, который, возгордившись, «лживое, неистинное слово взял себе на ум», и спустилась в воды Мирового Океана – Ворукаши.

Ни божественный огонь Ахура Мазды Атар, ни олицетворение Зла «трехнастый змей зловерный» Ажи Дахака, захвативший трон Йимы, не смогли поднять Хварну из вод Ворукаши. Колдун Франграсйан (Афросиаб в «Шах-Намэ» Фирдоуси), царь кочевников, трижды нырял за неуловимым сокровищем в море, но не смог даже его коснуться («Замйад-Яит», XIX).

Однако хитроумный мудрец Ноктрага догадался как извлечь Хварну из вод. Со своей семьей он поселился на берегу Ворукаши, где три года возделывал тростник (возможно, так сказание именуется морские водоросли, богатые йодом) и кормил им свою корову до тех пор, пока Хварна не перешла в ее молоко. Этим молоком он напоил своих трех сыновей и дочь Фарханг. Но, как говорит легенда, Хварна передалась не сыновьям, а через Фарханг ее новорожденному сыну, что чрезвычайно удивило и рассердило вспыльчивого Ноктаргу. Сын же Фарханг, осененный полученной от матери Хварной, стал впоследствии царем своего народа – Кави Апивохой. (И.В. Рак, 1998).

Примечательно, что сказание указывает на то, что Хварна оказала свое благотворное влияние именно на новорожденного, ведь только новорожденные и дети, чей организм еще формируется, получая с молоком незаменимые микронутриенты, могут полностью реализовать свой генетический потенциал.

Организм же взрослого человека, получая все необходимые питательные вещества, в том числе микроэлементы – йод, селен и другие, не сможет скомпенсировать вред, нанесенный его здоровью и развитию дефицитом этих питательных веществ в период младенчества и детства. Именно поэтому Хварна и не «снизошла» на взрослых детей Ноктраги, а передалась его внуку.

Не можем не привести строки из «Яит», с описанием призыва Бога-Творца Ахура Мазды к завладению Хварной в замечательном переводе петербургского филолога, академика РАН, Ивана Михайловича Стеблин-Каменского:

«Пусть кто-нибудь из смертных,	Тогда благая Аши
Сказал Ахура-Мазда,	Последует ему,
О верный Заратуштра,	Дающая богатства,
Той Хварной недоступной	И пастбища, и скот;
Сумеет завладеть,	Вседневная Победа
Тогда дары священные	Последует ему,
Получит благотворные	Сметающая силой,
И преблагословенные	И делящаяся годы;
Возьмет жреца дары.	Сразит с Победой этой
	Он всех своих врагов»

Вернемся теперь в современность и рассмотрим проблему дефицита незаменимого микронутриента йода в России и близлежащих государствах.

1.1.3. Проблема дефицита йода в России, Белоруссии, Украине, Казахстане и Азербайджане

Россия:

«Наши дети не осваивают школьную программу, младенцы рождаются уродами, мы с вами находимся в состоянии полудремы, сонливости, умственная деятельность снижена у нас».

*Главный
государственный санитарный врач России,
академик РАМН Геннадий Онищенко,
17 мая 2013 г.*

Более половины территории России относятся к йоддефицитным регионам по содержанию йода в почве и воде. На сегодняшний день около 75% жителей России испытывают дефицит йода различной степени (UNICEF, 2010).

В России распространенность йоддефицитных заболеваний среди городского населения составляет 10–15%, сельского – 13–35%, уровень потребления йода составляет 40–80 мкг/день, что в 3 раза меньше рекомендованных норм.

В нашей стране более 50 миллионов человек страдает различными формами заболеваний щитовидной железы. Ежегодно за медицинской помощью с различными заболеваниями щитовидной железы обращаются более 1,5 миллионов взрослых и 650 тысяч детей, каждый пятый ребенок в нашей стране имеет зоб.

В условиях йоддефицита, когда в десятки раз возрастает риск рака щитовидной железы, около 350 тыс. детей ежегодно рождаются физически ослабленными, с расстройствами психического здоровья. В России, наряду со странами Экваториальной Африки, вновь регистрируется йоддефицитный кретинизм, ранее ликвидированный в СССР.

Ситуация ухудшается с каждым годом, по данным Единой межведомственной информационно-статистической системы число заболеваний, связанных с микронутриентной недостаточностью, выросло с 2 255 753 в 2005 году до 2 599 860 в 2011 году.

Более 50% субъектов Российской Федерации являются йоддефицитными, более 60% населения проживает в регионах с природно-обусловленным дефицитом этого микроэлемента. Показатели заболеваемости диффузным зобом, связанным с йодной недостаточностью среди всего населения регистрировались на уровне выше среднероссийских в 30 субъектах Российской Федерации, в том числе в республиках Адыгея, Дагестан, Тыва, Алтай, Бурятия и Ингушетия, Чувашской, Кабардино-Балкарской, Чеченской и Карачаево-Черкесской республиках, Ненецком автономном округе, Ульяновской, Саратовской, Астраханской областях, Алтайском крае, Кемеровской, Томской, Иркутской, Амурской области, Брянской, Орловской, Владимирской, Ивановской областях.

Ориентировочные затраты только на лечение и реабилитацию физически ослабленных детей составляют 275 млрд. рублей в год, что в 4,5 раза превышает затраты на все мероприятия по профилактике и мониторингу йоддефицитных заболеваний в стране и в 780 раз (!) – на массовую профилактику йодированной солью (Эндокринологический научный центр Минздравсоцразвития, 2011)

Причиной 65% случаев заболевания щитовидной железы у взрослых и 95% случаев у детей является недостаточное поступление йода с продуктами питания.

По словам председателя комиссии Общественной палаты РФ по социальным вопросам и демографической политике Елены Николаевой, сегодня в России практически нет ни одного региона, где бы ни наблюдался дефицит йода у населения.

«Ситуация достаточно плачевна, потому что основную группу риска составляют прежде всего дети – будущее и надежда России. На сегодняшний день индекс IQ у россий-

ских детей в среднем на 10% ниже, чем у детей в развитых странах, – отметила Николаева. – Более того, в связи с йодным дефицитом мы ежегодно «теряем» 865 детей вследствие задержки умственного развития. Казалось бы капля в море, однако достаточно ощутимая на фоне плачевной демографической ситуации в стране» (UNICEF, 2010).

Дефицит йода наиболее характерен для высокогорья и равнинных территорий, удаленных от морей и океанов. На таких территориях отмечается пониженное содержание йода во всех объектах биосферы, что, как правило, приводит к массовым нарушениям метаболизма у человека и животных. Жители 30 регионов России страдают от дефицита йода. К числу йододефицитных регионов относятся и самые крупные города России – Москва и Санкт-Петербург (Киняева, 2009).

Регионы России где наблюдается дефицит йода в питании

- | | | |
|---------------------------|------------------------|------------------------|
| 1. Республика Тыва | 11. Московская обл. | 21. Кировская обл. |
| 2. Республика Саха-Якутия | 12. Москва | 22. Липецкая обл. |
| 3. Архангельская обл. | 13. Калужская обл. | 23. Орловская обл. |
| 4. Кабардино-Балкария | 14. Белгородская обл. | 24. Оренбургская обл. |
| 5. Тюменская обл. | 15. Ярославская обл. | 25. Тверская обл. |
| 6. Ханты-Мансийский округ | 16. Удмуртия | 26. Санкт-Петербург |
| 7. Тульская обл. | 17. Республика Коми | 27. Ленинградская обл. |
| 8. Воронежская обл. | 18. Калмыкия | 28. Северная Осетия |
| 9. Тамбовская обл. | 19. Красноярск | 29. Сахалинская обл. |
| 10. Брянская обл. | 20. Новосибирская обл. | 30. Республика Карелия |

В качестве универсального метода йодной профилактики в России (постановление правительства РФ № 1119 от 05.10.1999) применяется йодированная поваренная (пищевая) соль. Однако в России уровень обеспечения населения йодированной солью ниже даже, чем во многих странах СНГ, – не более 35% домохозяйств использует йодированную соль, что сравнимо с уровнем обеспечения йодированной солью в Буркина Фасо – 34%, Нигере – 32%, Йемене – 29%, Афганистане – 28%, Северной Корее – 25%, **Украине – 18%**, Пакистане – 17% и других развивающихся или охваченных войнами странах (ICCIDD, 2012).

Йододефицит в СССР был практически устранен еще в 1960–70-е годы, благодаря эффективной программе, включающей массовое производство (до 1 млн тонн в год) йодированной соли и целенаправленной лекарственной профилактики в отдельных группах риска. Вместе с тем, с прекращением этой программы в период распада Советского Союза в начале 1990-х годов йододефицит вновь стал большой проблемой здравоохранения. К настоящему моменту из 12 стран СНГ уже в 10 государствах приняты нормативные акты по обязательному йодированию соли, а ряд стран (Туркменистан, Армения, Казахстан) официально признаны устранившими дефицит йода в питании (ICCIDD, 2010; Росбалт, 2010).

Григорий Герасимов, региональный координатор Международного совета по контролю за йододефицитными заболеваниями по странам Восточной Европы и Центральной Азии, д.м.н., профессор: «В большинстве стран мира на государственном уровне принят ряд законодательных мер, предусматривающих обязательное йодирование пищевой поваренной соли или ее использования для производства хлебобулочных изделий и других продуктов (колбасы, сыры). В России же потребление йодированной соли населением крайне мало (не более 30% всех семей), а предприятия, производящие пищевую поваренную соль, обогащают её йодом по собственной инициативе, реагируя на изменчивый спрос. Решить проблему йододефицита можно лишь на государственном уровне, законодательно закрепив повсеместное использование йодированной соли и ограничение оборота нейодированной» (Герасимов, 2010).

Однако наиболее эффективным и целесообразным с экономической, социальной, гигиенической и технологической точек зрения способом восполнения недостатка

микронутриентов в рационе человека является обогащение пищевых продуктов эссенциальными пищевыми веществами (Национальный доклад, 2005).

6 апреля 2007 г. главный государственный санитарный врач, академик РАМН Геннадий Онищенко в одном из интервью на вопрос об оптимизации рационов питания заявил: «Я уже говорил документы есть. Нет их исполнения на местах. В этом главная беда. Хотя в субъектах федерации утверждены 82 региональные программы, предусматривающие организацию производства продуктов массового потребления, обогащенных йодом, железом и другими микронутриентами».

В письме Роспотребнадзора № 01/12925-8-32 от 12.11.2008 года указано, что «Проблема йоддефицита достаточно активно решается в ряде субъектов Российской Федерации.»

Через пять лет в Постановлении Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14 июня 2013 г. № 31 г. вновь указывается, что «проблема йоддефицита достаточно активно решается в ряде субъектов Российской Федерации. В Тамбовской, Тверской, Тульской, Липецкой, Оренбургской, Самарской, Свердловской и ряде других областей приняты соответствующие организационно-распорядительные документы органов государственной власти субъектов Российской Федерации.»

В этом постановлении Геннадий Григорьевич Онищенко также отмечает, что «состояние, связанное с производством продукции обогащенной микронутриентами, остается неудовлетворительной. Объем производства обогащенной продукции от общего объема производимых продуктов питания пока недостаточен, в результате чего не может быть решена проблема микронутриентной недостаточности, существенно ухудшающая состояние здоровья детского и взрослого населения страны.»

Постановления органов исполнительной власти РФ, законотворческая деятельность Государственной Думы 2010–2014 годов в области обогащения продуктов питания незаменимыми микронутриентами, в том числе йодом.

30 января 2010 года Указом Президента Российской Федерации Дмитрия Анатольевича Медведева № 120 утверждена «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации».

Согласно доктрине, продовольственная безопасность является одним из главных направлений обеспечения национальной безопасности страны, фактором сохранения ее государственности и суверенитета, важнейшей составляющей демографической политики, необходимым условием повышения качества жизни российских граждан.

Одним из показателей оценки продовольственной безопасности является количество белков, жиров, углеводов, витаминов, макро- и микроэлементов, потребляемых человеком в сутки. Таким образом, снабжение населения продуктами, обеспечивающими потребление йода в соответствии с физиологическими нормами, является одной из составляющих системы обеспечения безопасности государства.

25 октября 2010 года Председатель Правительства России Владимир Владимирович Путин утвердил Распоряжение Правительства РФ № 1873-р «Об основах государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года»

Как одна из целей государственной политики в области здорового питания была определена «разработка и внедрение в сельское хозяйство и пищевую промышленность инновационных технологий, включая био- и нанотехнологии;»

Механизмами реализации государственной политики в области здорового питания были в том числе определены:

- «законодательное обеспечение условий для инвестиций в производство витаминов, ферментных препаратов для пищевой промышленности, пробиотиков и других пищевых ингредиентов, продуктов массового потребления, обогащенных витаминами и минеральными веществами, **продуктов функционального назна-**

чения, диетических (лечебных и профилактических) продуктов, продуктов для питания здоровых и больных детей;

- обеспечение приоритетного развития фундаментальных исследований в области современных биотехнологических и нанотехнологических способов получения новых источников пищи и медико-биологической оценки их качества и безопасности;»

30 июня 2012 года Председатель Правительства России Дмитрий Анатольевич Медведев подписал Распоряжение Правительства РФ от 30.06.2012 № 1134-р «Об утверждении плана мероприятий по реализации Основ государственной политики Российской Федерации в области здорового питания населения на период до 2020 года»

План мероприятий предписывает Минздраву России, Роспотребнадзору и Российской Академии медицинских наук представить в 2013 году «Доклад в Правительство Российской Федерации с предложениями о необходимости обогащения пищевых продуктов массового потребления витаминами, **йодом** и другими минеральными веществами с целью снижения распространенности микронутриентной недостаточности среди населения.»

Минпромторгу России, Минэкономразвития, Минздраву и Роспотребнадзору представить в 2013 году «Доклад в Правительство Российской Федерации по обеспечению условий для инвестиций в производство витаминов, ферментных препаратов для пищевой промышленности, пробиотиков и других пищевых ингредиентов, продуктов массового потребления, обогащенных витаминами и минеральными веществами, **продуктов функционального назначения**, диетических (лечебных и профилактических) продуктов, продуктов для питания беременных женщин, здоровых и больных детей»

17 мая 2013 года в Москве на форуме партийных проектов «Единой России» Геннадий Онищенко, занимавший в то время пост главного государственного санитарного врача РФ, заявил, что в условиях, когда наблюдается нехватка йода в организме, «наши дети не осваивают школьную программу, младенцы рождаются уродами, мы с вами находимся в состоянии полудремы, сонливости, умственная деятельность снижена у нас. Советский Союз йодировал соль. Сегодня соль не йодирована. Давайте будем хлеб йодировать».

При этом он подчеркнул, что бизнес нельзя заставить йодировать хлеб, его нужно стимулировать к этому специальными экономическими механизмами, чтобы кондиционированные продукты питания стали выгодными. (РИА Новости).

18 сентября 2013 года в «Российской Газете» было опубликовано Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14 июня 2013 г. № 31 г. Москва «О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, развитию производства **пищевых продуктов функционального** и специализированного назначения».

Приведем выдержки из этого Постановления.

«1.2. Разработать региональные программы, направленные на развитие производства и оборота продуктов питания массового потребления (молоко и молочные продукты, хлеб и хлебобулочные продукты, мясные продукты, птицеводческие продукты, соковая продукция, бутилированная питьевая вода и другие), обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов.

2. Рекомендовать юридическим лицам и индивидуальным предпринимателям, осуществляющим производство пищевых продуктов, принять меры по расширению ассортимента и выпуску продукции, обогащенной йодом путем использования в составе рецептур йодированной соли и других эффективных, доступных источников йода..

5. Рекомендовать Министерству промышленности и торговли Российской Федерации и Министерству сельского хозяйства Российской Федерации обратить внимание на развитие производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами,

специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов.

7. Рекомендовать Торгово-промышленной палате Российской Федерации рассмотреть вопрос о развитии производства пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, специализированных продуктов детского питания, продуктов функционального назначения, диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов.

8. Просить Общероссийскую общественную организацию малого и среднего предпринимательства «ОПОРА РОССИИ» и Общероссийскую общественную организацию «Деловая Россия»:

8.1. Проработать вопрос о создании благоприятных условий для развития предпринимательской деятельности, связанной с производством и оборотом пищевых продуктов, обогащенных незаменимыми компонентами, функционального и специализированного назначения.

8.2. Провести с юридическими лицами и индивидуальными предпринимателями, осуществляющими деятельность по производству и обороту пищевых продуктов, работу по расширению производства и оборота продуктов питания массового потребления, обогащенных незаменимыми компонентами.»

17 декабря 2013 года в Государственную Думу РФ был внесён на рассмотрение законопроект «Об йодировании пищевой поваренной соли в Российской Федерации», автор – депутат Государственной Думы Н.Ф. Герасименко (Государственная Дума РФ, Законопроект № 410102–6, 2013).

Законопроект предусматривает обязательное обогащение йодидом или йодатом калия пищевой поваренной соли (выварочная, каменная, садочная и самосадочная сортов экстра и высший, помол № 0 и № 1), производимой и импортируемой на территорию России.

23 января 2014 года состоялось предварительное рассмотрение законопроекта по йодированию соли, на котором Совет Государственной Думы постановил назначить ответственный комитет – Комитет Государственной Думы по охране здоровья; представить отзывы, предложения и замечания к законопроекту; подготовить законопроект к рассмотрению Государственной Думой; включить законопроект в примерную программу.

На данный момент (август 2014 г.) законопроект продолжает находиться на рассмотрении, дата первого чтения не назначена.

На наш взгляд, законопроект в действующей редакции имеет ряд существенных недоработок:

1. В статье 1 указывается, что «йодирование соли – процесс обогащения пищевой поваренной соли йодидом калия или йодатом калия» и, тем самым, устанавливается ограничение на использование других йодирующих агентов. Однако в настоящее время разрабатываются новые устойчивые высокомолекулярные соединения йода, которые способны значительно увеличить сроки хранения йодированной соли и являются эффективной альтернативой солям калия, быстро разрушающимися под воздействием солнечного излучения, низких или высоких температур.

2. Закон не регламентирует правила хранения йодированной соли.

Результаты наших исследований показывают, что соль обогащенная йодидом или йодатом калия быстро теряет йод при хранении в следующих условиях:

- при хранении на солнечном свету – до 60% в первую неделю;
- при воздействии высоких температур – 30–40% в первую неделю, до 50% через 2 месяца (при температуре 55 °С);
- при замораживании – до 40% в первую неделю;
- хранение соли в открытой упаковке может привести к снижению содержания йода в соли в течение 2 месяцев на 50–70%.

Неблагоприятным фактором для сохранности йода является также хранение соли при повышенной влажности воздуха. Подробнее этот вопрос рассматривается в Главе 2, пункт 2.2. настоящего издания.

На наш взгляд, маркировку йодированной соли регламентируемую статьей 2, абзац 5 следует дополнить следующей рекомендацией: «Хранить при комнатной температуре в закрытой упаковке производителя, в сухом, защищенном от прямых солнечных лучей месте». Также, предлагаем обязать производителей выпускать йодированную соль только в непрозрачных упаковках.

3. О суточной потребности организма в йоде, статья 2, абзац 5.

Утверждение «Употребление пяти граммов йодированной соли обеспечивает суточную потребность организма человека в йоде» не совсем корректно и может ввести потребителя в заблуждение.

Предлагаем исключить из маркировки пищевой поваренной соли это утверждение на следующих основаниях:

- Рекомендуемая ежедневная норма потребления йода варьируется в зависимости от возраста и физиологического состояния человека. Например, в России для взрослых рекомендованная доза составляет 150 мкг йода/сутки, для детей меньше в зависимости от возраста, для беременных женщин – 220 мкг, а кормящим матерям рекомендовано почти в 2 раза больше – 290 мкг. (Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08, от 18.12.2008). Таким образом, для кормящих матерей 5 грамм йодированной соли недостаточно, а для детей – избыточно.

Подробнее этот вопрос рассматривается в пункте 1.2. настоящего издания.

- Концентрация йода в соли уменьшается с течением времени и сильно зависит от условий хранения – ближе к окончанию срока годности соль может потерять практически весь йод и употребление 5 грамм такой соли не обеспечит организм достаточным количеством йода.

Вышеуказанные замечания были включены нами в письмо отправленное в Государственную Думу в апреле 2014 г.

Белоруссия:

Проблема йодной недостаточности является актуальной и для Республики Беларусь, что подтверждается наличием практически повсеместного дефицита йода в почвах и водах страны. По результатам изучения йодной обеспеченности в широкомасштабном исследовании, проведенном под эгидой ВОЗ, Республика Беларусь отнесена к странам с легкой и средней степенью йодной недостаточности (Мохорт и др., 2007).

В основу государственной стратегии по борьбе с йододефицитом положено широкомасштабное использование йодированной соли. На сегодняшний день обеспечение населения йодированной солью в Беларуси составляет 94% (ICCIDD, 2012).

Помимо включения йодированной соли в обязательный ассортимент всех предприятий торговли, в республике произведена полная замена нейодированной соли на йодированную в хлебобулочной, мясоперерабатывающей, кондитерской промышленности, начато использование йодированной соли при производстве детского питания (Мохорт и др., 2007).

Однако, по словам начальника отдела выборочных обследований домашних хозяйств Национального статистического комитета Жанны Изверковой в последние годы потребление йодированной соли населением в Беларуси снижается, несмотря на высокий процент обеспеченности домохозяйств этим продуктом. Так, в 2009 году доля домашних хозяйств, употребляющих йодированную соль, составила в целом 27,2% (в городах и поселках городского типа – 28,4%, в сельских населенных пунктах – 24,1%). Для сравнения – в 2003 году

31% домашних хозяйств употребляли йодированную соль, причем в городах и поселках городского типа – 34,8%, в сельской местности – 24,5%. Среди регионов доля домашних хозяйств, употреблявших йодированную соль, варьировалась от 39,2% в городе Минске и Могилевской области до 25,3% в Брестской области (Спасюк, 2010).

Также в стране увеличивается количество детей с особенностями психофизического развития. В 2010 год в банке данных Министерства образования числились 112 137 таких детей. Это 6,9% от общего числа учащихся и на 2289 человек больше, чем в 2009 году (Спасюк, 2010).

Министерство здравоохранения Республики Беларусь, наоборот, указывает на снижение заболеваемости простым (эндемическим) зобом у детей, подростков и взрослых лиц, а также резкое уменьшение частоты транзиторных нарушений функций щитовидной железы у новорожденных. (Качан и др., 2010)

Украина:

По данным Института эндокринологии и обмена веществ им. В. П. Комисаренко АМН Украины среднестатистический житель этой страны потребляет в день 40–80 мкг йода, что в 2–3 раза меньше его суточной потребности. Свыше 60% населения Украины проживает в условиях дефицита йода (Йодомарин, 2010). По результатам исследований около 38 млн. украинцев испытывают йодный дефицит различной степени. Почти 4 миллиона страдают от различных заболеваний эндокринной системы. Из них 1,264 миллиона болеют сахарным диабетом, а остальные имеют заболевания щитовидной железы (Посканная, 2012). Из 417 тыс. ежегодно рождающихся детей 341 тыс. имеют врожденный йодный дефицит (Завтра, 2010).

Очень долгое время считалось, что проблема йододефицита существует только в Западных областях Украины, поскольку это горные районы, где водные потоки вымывают йод и пища бедна этим микроэлементом (Маменко, 2010). Традиционно к эндемичным относили 7 западных областей (Волинская, Закарпатская, Ивано-Франковская, Львовская, Ривненская, Тернопольская, Черновицкая) (Завтра, 2010).

Однако на сегодняшний день ситуация значительно ухудшилась – дефицит йода наблюдается практически по всей территории страны, в том числе и в Киеве. Связано это с несколькими причинами. Активная разработка плодородных почв и нерациональная аграрная политика человека привела к снижению концентрации йода в почве практически всех регионов Украины. Кроме того, минеральные удобрения, которые добавляются в почву для увеличения урожайности культур, связывают йод, что препятствует его потреблению растением при помощи корневой системы. Аналогичный эффект имеет засорение почвы тяжелыми металлами. (Маменко, 2010).

К числу йододефицитных территорий относится даже побережье Черного моря, несмотря на распространенное мнение, что морской воздух должен быть обогащен йодом.

По словам эндокринолога, заслуженного врача Украины, доктора медицинских наук, профессора Владимира Панькива «исследования, проведенные в Мариуполе и Одессе, подтверждают, что там люди страдают от нехватки микроэлемента. То, что побережье Черного моря находится в зоне йодного дефицита, подтверждают данные ученых Констанцы в Румынии, Бургаса в Болгарии, Трабзона (Трапзон) в Турции, Потти в Грузии и Сочи в России. А все потому, что Черное море расположено далеко от океана. Усугубляет все неблагоприятная экология, плюс повышенный радиационный фон. В итоге мы имеем постоянную тенденцию к росту числа случаев увеличения щитовидной железы, узлового зоба, а также рака щитовидной железы» (Посканная, 2012).

При этом в Украине, как сообщает врач-эндокринолог, употребление йодированной соли ограничивается массовым распространением артериальной гипертензии среди населения. Каждый третий житель Украины страдает от гипертонии, при которой, наоборот, требуется снижение количества потребляемой соли.

Однако население Украины все равно не обеспечивается йодированной солью в достаточном количестве. В период с 1997 по 2000 год потребление йодированной соли составляло менее 100 мкг в сутки, и практически вся территория страны была в зоне риска.

В 2002 году была принята государственная Программа профилактики йодного дефицита среди населения и по результатам ее внедрения (в 2002–2005 годах) было выявлено некоторое улучшение ситуации. Например, в западном регионе Украины от 60 до 90% населения употребляло йодированную соль, а также другие фармацевтические препараты для предотвращения дефицита. К сожалению, этот результат был временным, поскольку программа не была продолжена (Завтра, 2010).

На сегодняшний день в Украине эндокринологические заболевания, которые связаны с нехваткой микроэлемента йод, занимают лидирующие позиции, а согласно данным статистики – до 2015 года 6 000 украинских детей рождаются с диагнозом кретинизм, 18 000 детей – умственно-отсталыми. В Украине самый низкий уровень решения проблемы йододефицита на государственном уровне. Сегодня в стране не сформирована нормативно-правовая база, которая обеспечивала бы социально-правовую защиту украинским детям. Хотя Украина и подписала Конвенцию о правах ребенка и ратифицировала ее Постановлением Верховной Рады № 789-ХІІ от 27.02.1991, к сожалению, гарантированные конвенцией права в реальной жизни практически не предоставляются (Йодомарин, 2010).

Нерешенность проблемы йододефицита на государственном уровне в Украине и России отметила и руководитель проекта ЮНИСЕФ по вопросам питания Елена Труш. «По не совсем понятным причинам наша страна до сих пор не предприняла никаких системных шагов по ликвидации проблемы йододефицита на законодательном уровне, рискуя национальным интеллектуальным капиталом, здоровьем и уровнем жизни своих граждан», – заявила Труш.

По экспертным заключениям Украина по уровню проведения йодной профилактики занимает последние места в мировом списке. В Европе, к примеру, по этому показателю Украине отведено 25 место. (по материалам портала health info, 2012).

Количество обеспеченных йодированной солью домохозяйств на Украине составляет 18% (ICCID, 2012).

Казахстан:

Для Казахстана проблема йододефицита также является актуальной. В Алматинской области и некоторых других областях наблюдается низкий уровень содержания йода в почве и воде. Йод недополучают 60–70% жителей Восточно-Казахстанской области, в Западном Казахстане эта цифра составляет 30–35%, на юго-востоке республики – 40% (Василенко, 2008).

В ходе исследования, проводившегося Казахской академией питания в 2004 году, было установлено, что на большей части территории Казахстана существует недостаток йода в местной продовольственной продукции (из-за низкого содержания микроэлемента в почве и воде, соответственно). Очаги эндемического зоба были зарегистрированы в 11 из 14 областей, причем интенсивность их распространения по регионам увеличивалась к югу и востоку страны. По итогам исследования Казахстан был отнесен к странам с умеренной эндемией йододефицитных заболеваний. (UNICEF, 2005).

Одним из наиболее распространенных способов борьбы с йододефицитом в Казахстане, как и в других странах, является йодирование соли. В 2003 году в Казахстане был принят Закон «О профилактике йододефицитных заболеваний» и были приняты соответствующие подзаконные акты (Закон Республики Казахстан от 14.10.2003 № 489-ІІ «О профилактике йододефицитных заболеваний»).

В 2005 году для усиления мотивации солепроизводящего сектора республики к выпуску йодированной пищевой соли было принято Постановление Правительства «Об утверждении номенклатуры товаров, работ, услуг и их объемов, государственные закупки которых осуществляются у субъектов малого предпринимательства» РК от 11.08.2005 г. № 828.

Данным Постановлением в перечень продовольственных товаров, подлежащих обязательным государственным закупкам, включена «соль, в том числе йодированная пищевая». Тем самым была введена обязательная закупка йодированной пищевой соли для использования в государственных учреждениях системы здравоохранения (больницы, санатории), образования (школы, школы-интернаты, детские сады), социального обеспечения (дома престарелых, детские дома сирот), обороны (воинские части) и юстиции (места лишения свободы). (Тажобаев и др., 2008).

В 2006 году Казахской академией питания при поддержке ЮНИСЕФ были проведены мультииндикаторные кластерные исследования, результаты которых показали, что распространенность йододефицита среди женщин репродуктивного возраста снизилась четырехкратно по сравнению с показателем 1999 года и составила 15% – в 1999 году 60,0% женщин репродуктивного возраста во всех регионах Казахстана имели в той или иной степени выраженности йодную недостаточность, из них от 4,0 до 12,0% – тяжелую степень йодного дефицита. (Тажобаев и др., 2008).

К 2008 году в стране был налажен процесс йодирования соли и хлеба, разработаны нормы, технологии, организовано производство йодированных продуктов питания (Василенко, 2008).

По данным ICCIDD на 2012 год процент домохозяйств, обеспеченных йодированной солью, в республике составил 92%.

Азербайджан:

Проблема дефицита йода актуальна и в Азербайджане. Около 40% населения Азербайджана испытывают проблемы со здоровьем в связи с нехваткой йода (Алиева, 2010).

В 2001 году в стране была принята специальная программа в связи с этой проблемой; в 2002 – Закон «Об обязательном йодировании соли»; в 2003 году был введен запрет на ввоз в Азербайджан нейодированной соли (Ахмедова, 2010).

Однако, несмотря на этот запрет, в Азербайджан продолжает поступать из-за рубежа нейодированная или же йодированная в недостаточной степени соль. По словам председателя Союза свободных потребителей Азербайджана Эйуба Гусейнова йодированная соль составляет менее 50 процентов от общего объема данной продукции, реализуемой в Азербайджане (Ахмедова, 2010).

«Несмотря на то, что в результате принятых мер в 2001–2008 годах объемы реализации на азербайджанском рынке йодированной соли возросли с 20 до 85 процентов, сегодня ситуация является неблагоприятной – йодированная соль составляет на рынке менее 50% от общего объема данной продукции», – сказал Гусейнов.

По данным ICCIDD на 2012 год процент домохозяйств, обеспеченных йодированной солью, в Азербайджане составляет 53,8%.

Более того, по словам заведующего кафедрой питания Азербайджанского медицинского университета, национального координатора программы по борьбе с йододефицитом Ибрагима Ахмедова последнее исследование, проведенное его лабораторией в 2008–2009 годах, показало, что лишь в 47% азербайджанской продукции используется качественная йодированная соль, 10–11% продукции вообще не йодируется, а на оставшийся процент продуктов питания приходится некачественная йодированная соль (Алиева, 2010).

«На сегодняшний день установлено, что в том случае, если более 90% населения страны будет потреблять качественную йодированную соль, то в этом случае можно будет говорить о ликвидации проблемы йододефицита в Азербайджане», – сообщил И. Ахмедов.

Консультант Детского Фонда ООН – UNICEF по странам Центральной и Восточной Европы, СНГ и Балтии, профессор, доктор медицинских наук Григорий Герасимов: «Сегодня йодированная соль используется практически повсеместно, в том числе на континентах Южной и Северной Америки, в Китае. Что касается стран постсоветского пространства, то в 10 из 12 республик борьба с йододефицитом проводится на государственном уровне, Азербайджан в этом смысле занимает лидирующие позиции.»

«Еще один важный момент, о котором нельзя не сказать, – это обеспечение полноценного питания, богатого йодом, беременных женщин. Но насколько мне известно, в вашей стране многие беременные женщины недополучают этот важный элемент», – сообщил Г. Герасимов. По его словам, производство и обеспечение населения йодированной солью в 2007 году в Азербайджане составляло 85,8%, но из них только 29% соли соответствовали ГОСТу, а в 2009 году эта цифра достигла 93,3%, но ГОСТу соответствовали только 23,8% (Алиева, 2010).

По данным МТРК «Мир» в 2012 году в Азербайджане был увеличен объем экспорта соли – в стране стали производить в два раза больше данного продукта (Алиева, 2012).

1.2. Рекомендуемые и максимальные уровни потребления йода

Ежедневное потребление менее 50 мкг йода может привести к развитию йоддефицитных заболеваний (WHO, 1996). К тяжелым последствиям приводит дефицит йода у беременных женщин – так, эндемический кретинизм (более 1 миллиона зарегистрированных случаев в Европе, 11 миллионов во всем мире) связан с потреблением беременными женщинами менее 25 мкг йода в день (SCF, 2002).

Рекомендованное ВОЗ ежедневное потребление йода составляет 150 мкг для взрослых. Для новорожденных, детей и подростков установлены меньшие рекомендованные нормы, зависящие от веса и потребности организма в йоде на разных этапах развития. Беременные и кормящие женщины нуждаются в большем количестве йода – 200 мкг/сутки (Iodine. WHO).

ЮНИСЕФ и ICCIDD же рекомендуют беременным потреблять йод в количестве 250 мкг/сутки (WHO, UNICEF & ICCIDD).

В декабре 2008 года вступили в силу методические рекомендации «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», утвержденные главным государственным санитарным врачом, Онищенко Г.Г. (Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08).

Рекомендуемые нормы потребления, установленные этим документом, составляют для взрослых – 150–200 мкг/сутки, для детей – от 60 до 150 мкг/сутки.

Рекомендуемые нормы потребления йода, принятые ВОЗ, США, ЕС и Россией, приведены в таблице 1.2.1 и 1.2.2.

Таблица 1.2.1.

Рекомендуемая норма потребления йода (мкг/сутки)

Возраст, физиологическое состояние	ВОЗ, 2001 (Thomson, 2002) мкг	Возраст, физиологическое состояние	ЕС, 1993 (SCF, 1993) мкг
0–6 мес.	90	0–6 мес.	не определен
7–12 мес.	90	7–12 мес.	50
1–5 лет	90	1–3 года	70
6–12 лет	120	4–6 лет	90
13–19 лет	150	7–10 лет	100
		10–19 лет	120–130
Взрослые	150	Взрослые	130
Беременные	200	Беременные	130
Кормящие	200	Кормящие	160

Таблица 1.2.2.

Рекомендуемая норма потребления йода (мкг/сутки)

Возраст, физиологическое состояние	США, 2001 (Linus Pauling Institute) мкг	Возраст, физиологическое состояние	Россия, 2008 (Методические рекомендации МР 2.3.1.2432-08, от 18.12.2008)
0–12 мес.	110–130	0–12мес.	60
1–8 лет	90	1–3 года	70
9–14 лет	120	3–7 лет	100
15–19 лет	150	7–11 лет	120
Взрослые	150	11–14 лет	Мальчики 130
Беременные	220		Девочки 150
Кормящие	290	14–18 лет	150
		Взрослые	150
		Беременные	220
		Кормящие	290

При выполнении международных и национальных программ по борьбе с дефицитом йода было отмечено, что увеличение потребления йода в ряде случаев, особенно в йоддефицитных регионах, привело к увеличению заболеваний щитовидной железы. Статистика показывает, что у части населения может наблюдаться негативный эффект от избыточного потребления йода с пищей, водой или медицинскими препаратами (SCF, 2002).

Во многих странах установлен, кроме рекомендуемого, также и максимальный уровень потребления йода, который при этом не является границей токсичности и может быть превышен на короткое время, но не применяется для людей, страдающих заболеваниями щитовидной железы.

Максимальный безопасный уровень потребления йода, установленный ВОЗ, составляет 1000 мкг/сутки. Верхний допустимый уровень, принятый в России, составляет 600 мкг/сутки (Методические рекомендации, 2008). Уровни, принятые в США и Евросоюзе, приводятся в таблице 1.2.3.

Таблица 1.2.3.

Максимальный уровень потребления йода (мкг/сутки)

Возраст, физиологическое состояние	ЕС, 2002 (SCF, 2002)	Возраст, физиологическое состояние	США, 2001 (Linus Pauling Institute)
1–3 года	200	1–3 года	200
4–6 лет	250	4–8 лет	300
7–10 лет	300	9–13 лет	600
11–14 лет	450	14–18 лет	900
15–17 лет	500	Более 19 лет	1100
Взрослые	600	Взрослые	1100
Беременные	600	Беременные	900
Кормящие	600	Кормящие	1100

Следует отметить значительное превышение принятых в США рекомендуемых норм и максимального уровня потребления йода над нормами, принятыми в ЕС и в России. В решениях Еврокомиссии наблюдается постоянное ограничение и уменьшение норм и максимальных уровней потребления йода, вводятся новые ограничения на содержание йода в пище сельскохозяйственных животных, в то время как США и Великобритания последовательно увеличивают фактическое потребление йода населением, широко применяя йодирование молока, яиц и мяса. Йодированная соль в США и Канаде содержит почти в 2 раза больше йода, чем в России (Linus Pauling Institute). В США хлеб содержит примерно в 20 раз больше йода, чем в России (Hardmann, 2005). Политика же снижения содержания йода в продуктах питания, использования в пище ингибиторов усвоения йода, ограничение применения препаратов йода в медицинской практике некоторыми экспертами в США сравнивается с биотерроризмом (Abraham, 2005).

Государственная политика «йодофобии» приводит к возникновению дефицита йода в пищевом рационе жителей даже индустриально развитых стран, ранее уже справившихся с дефицитом этого микроэлемента. Так, в Австралии отказ от применения йод-содержащих антисептиков для обработки вымени дойных коров привел к снижению содержания йода в молоке и к возникновению проблемы йод-дефицита в ранее благополучных по этому признаку регионах.

1.3. Потребление йода организмом человека, содержание йода в основных пищевых продуктах

Основными природными источниками йода для человека и животных являются пищевые продукты и вода.

Йод содержится в атмосфере, но даже в областях у моря его концентрация не превышает 0,05 мкг/м.куб, а в среднем же она колеблется от 0,01 до 0,02 мкг/м.куб. Содержание йода в питьевой воде не превышает 15 мкг/л, тогда как в морской воде оно составляет около 50 мкг/л. Морская соль содержит около 1400 мкг йода/кг.

Индивидуальное потребление в среднем из воздуха составляет – 0,5 мкг/день, из воды – 8–30 мкг/день. Употребление морепродуктов, йодированных продуктов и йодированной соли существенно увеличивает потребление этого микроэлемента.

Максимальное содержание йода характерно для морепродуктов: рыба содержит в среднем 1220, макс. до 2500 мкг/кг; моллюски – в среднем 800 мкг/кг, макс. до 1600 мкг/кг; морские водоросли – 1000–2000 мкг/кг. Содержание йода в рыбьем жире может достигать 7000 мкг/кг. Пресноводная рыба содержит около 50 мкг йода/кг (Агрохимиздат, 1987).

Содержание йода в продуктах растениеводства варьируется в зависимости от геохимических, почвенных условий региона. Овощи в среднем содержат 30 мкг йода/кг; фрукты – 20 мкг/кг; продукты, получаемые из злаков, – 50 мкг/кг (SCF, 2002). Свежие шампиньоны содержат около 120 мкг йода/кг (Агрохимиздат, 1987). Содержание йода в продуктах животноводства и птицеводства зависит от содержания йода в пищевом рационе животных и может значительно различаться. Как правило, продукты, полученные на территориях с дефицитом йода, практически йода не содержат.

Содержание йода в йодированных продуктах животноводства и птицеводства: молоко – как правило, не превышает 500 мкг/л (см. главу 4); мясо – макс. до 180 мкг/кг; мясо кур – макс. до 400 мкг/кг (см. пункты 3.3., 3.12.); куриные яйца – макс. до 60 мкг/яйцо.

При этом следует обратить внимание, что кулинарная обработка снижает содержание йода в пище: жарка/гриль – на 20–23% (WHO, 1996); варка рыбы, мяса – до 90% (в среднем – на 50%); кипячение молока – на 25%; выпечка хлеба – на 80% (Лифляндский, 2006). При некоторых видах обработки пищевых продуктов технологические потери йода могут составлять до 90% (Минздрав СССР, 1991).

Главные природные факторы и их сочетания, которые определяют содержание йода в пище и воде и, соответственно, определяют поступление йода в организм человека, указаны в таблице 1.3.1. (Виноградов, 1950).

Таблица 1.3.1.

Факторы, обеспечивающие достаточный уровень йода в среде обитания и исключающие эндемию зоба	Факторы, способствующие возникновению эндемического зоба благодаря низкому содержанию йода в среде
близость моря	местности в глубине континента и горы
чернозёмы и другие почвы с высоким содержанием органического вещества	подзолистые, особенно песчаные почвы
преобладание испарения над поглощением влаги	преобладание осадков над испарением
минерализованные, артезианские воды	пользование поверхностными водами
морская пища в пищевом рационе	местные растительные продукты питания, выращенные на почвах с дефицитом йода

1.4. Факторы, усиливающие влияние дефицита йода

Йоддефицитные состояния у человека могут возникать и при достаточном уровне поступления йода в организм, но при недостатке селена, железа, витамина А, а также в присутствии в рационе питания и окружающей среде зобогенов, веществ способствующих возникновению заболеваний щитовидной железы. Метаболизм йода и гормонов щитовидной железы является многостадийным, при этом каждый из ферментов, участвующих в цепочке реакций, может быть объектом воздействия ксенобиотиков (Широкова и др., 2005).

К зобогенным веществам относятся тиоцианаты, флавоноиды, серосодержащие тиоамины и другие вещества, содержащиеся в крестоцветных (капуста, брюква), в некоторых сортах бобовых, сое, просе, рапсе (Национальный доклад, 2005). При использовании в кормах животных и пищи человека указанных сельскохозяйственных культур или наличии иных зобогенных факторов рекомендуется увеличить поступление йода с пищей, чтобы скомпенсировать зобогенный эффект.

Вещества, содержащие серу, могут обладать зобогенным эффектом (Gaitan, Мохнач, 1974). Сера входит в состав «классических» антигипотиреоидных веществ – тиомочевина, её гомологов и ряда других веществ.

Исследования спектров поглощения растворов тироксина при воздействии тиомочевина показывают, что в этом случае биологически активная положительно одновалентная форма йода превращается в неактивную. Биологическая же активность йода всегда связана с положительной одновалентной формой, т.е. со степенью окисления $\sim 1+$ (Мохнач, 1962б, 1968).

Можно допустить, что содержащая серу вещества вызывают зоб не непосредственно, а путём сходного с тиомочевинной действия на тиреоидные гормоны. (Мохнач, 1974).

Тиомочевина, нитраты, соли тяжелых металлов оказывают ингибирующее действие на биосинтез гормонов Т3 и Т4, что еще раз подчеркивает необходимость экологического

мониторинга региона, а также важности тщательного контроля кормов животных (Васильева, 2009).

Для снижения количества нитратов в растительном сырье можно было рекомендовать использование современных микроэлементных удобрений. Например, удобрение «Аквадон-Микро» достоверно снижает содержание нитратов в сельскохозяйственных культурах за счет повышения активности железо- и молибдено-содержащего фермента нитратредуктазы, участвующего в процессе ассимиляции нитратов.

Вода из источников, содержащая гуминовые вещества, также блокирует процесс усвоения йода (SCF, 2002). Усвоение организмом йода снижается при курении.

При наличии в рационе питания и окружающей среде зобогенных факторов ВОЗ рекомендует увеличить потребление йода для взрослых до 200–300 мкг/сутки.

Нехватка цинка, меди, ванадия относится к категории зобогенных факторов и может усилить эффект дефицита йода (SCF, 2002). В том числе в метаболизме йода в организме принимает участие железо, витамин А и микроэлемент селен.

Железо является активным центром тиреопероксидазы, ответственной за перевод йода в органическую форму и связывание йодированных остатков тирозина с тиреоглобулином.

Витамин А играет важную роль в синтезе тиреоглобулина, выполняющего роль основного депо йодсодержащих гормонов в щитовидной железе (Национальный доклад, 2005).

Дефицит селена в питании, сам по себе опасный для здоровья, усиливает негативные последствия дефицита йода, о чем подробнее говорится в следующей главе.

1.5. Влияние одновременного дефицита селена и йода на развитие патологий

Селен, как и йод, в составе неорганических соединений обладает токсичностью, но является незаменимым микроэлементом для организма человека и животных при потреблении в микродозах.

С недостаточным потреблением селена связывают высокую восприимчивость к инфекциям, развитие катаракты, болезни сердца, бесплодие у мужчин, замедленный рост детей, высокий риск заболевания многими формами рака, среди которых, в первую очередь, следует назвать рак простаты, желудка, лёгких (Голубкина, Папазян, 2006).

Селен требуется организму человека для синтеза селенозависимых энзимов, именуемых селенопротеинами. В настоящее время у человека выделено более 100 селеносодержащих белков, однако роль и биологические функции многих из них ещё не выяснены и не описаны (Голубкина, Папазян, 2006). В форме нестандартной аминокислоты селеноцистеина этот микроэлемент входит в состав более 25 селенопротеинов, для половины из которых метаболические функции пока не определены.

В настоящее время идентифицированы функции 6 видов селенопротеина **глутатионпероксидазы** (GPX1-GPX6), которые являются антиоксидантными энзимами, осуществляющими защиту организма от свободных радикалов, образующихся в процессе нормального метаболизма кислорода в организме, иммунного ответа и иных факторов.

Тиоредоксин редуктаза (TR1, TR2, TR3) регулирует рост клеток, участвует в восстановлении нескольких антиоксидантов, включая, возможно, витамин С.

Дейодиназа играет важнейшую роль в процессах метаболизма йода в организме. Щитовидная железа производит значительное количество йод-содержащего гормона тетрайодтиронина (Т4), но малое количество трийодтиронина (Т3), обладающего большей активностью. Большая часть Т4 переводится в Т3 в результате реакции катализируемой дейодиназой. Три различных типа дейодиназы участвуют в процессах активации и инактивации гормонов щитовидной железы Т3 и Т4 в тканях организма.

При дефиците селена уменьшение количества гормона Т3 приводит к увеличению синтеза гипофизом ТТГ, что обуславливает гиперплазию щитовидной железы (Новицкий, 2012).

Функции **селенопротеинов Р, W, V, S, 15 kDA, селенофосфата синтетазы, метионин-R-сульфоксид редуктазы** описаны, но изучены недостаточно, функции **селенопротеинов H, I, K, M, N, O, T** – в основном не известны (Linus Pauling Institute).

Влияние селена на иммунную систему организма, через антиоксидантную активность селенопротеинов и гормональный синтез, многофункционально, но, несмотря на интенсивные исследования, мало изучено – лишь анализ конкретных патологий показывает исследователям, какие иммунные системы связаны с селеном. Селен оказывает влияние не только на врожденный неспецифический иммунитет, но и на приобретенный специфический иммунитет.

В настоящее время ведутся исследования роли селена в профилактике и лечении различных заболеваний, в том числе заболеваний сердечно-сосудистой системы, СПИДа, диабета, онкологических заболеваний.

Ликвидация дефицита йода может не принести ожидаемого результата, если в питании населения имеется дефицит селена.

Так в Белоруссии, где почвы и сельхозпродукция бедны селеном, и широкомасштабное йодирование соли, приведшее практически к четырехкратному увеличению экскреции йода с мочой обследуемых учащихся средних школ, не сопровождалось сколько-нибудь существенным снижением частоты увеличения щитовидной железы, выявляемого у 20,6% детей (Национальный доклад, 2006).

Дефицит селена в питании приводит к усилению последствий дефицита йода как за счет снижения активности селенопротеинов, так и за счет влияния на метаболизм гормонов щитовидной железы.

Одновременный дефицит селена и йода может приводить к развитию болезни Кашина-Бека – эндемической остеоартропатии, характеризующейся деформацией суставов, позвоночника и конечностей, поражающая преимущественно детей 6–13 лет, но иногда заболевают и взрослые до 55 лет. Среди детей мальчики болеют в 2 раза чаще, чем девочки. Болезнь Кашина-Бека отмечалась в Китае, Сибири, Японии и Корее (WHO, 2006). К развитию болезни Кашина-Бека приводит не только селенодефицит, но и интоксикация злаковыми продуктами, зерна которых заражены плесневым грибом *Fusaria Sporotrichilla*. Токсины грибка повреждают хондроциты и увеличивают образование продуктов перекисного окисления липидов, что повреждает оболочки клеток и приводит к их разрушению. Низкое содержание селена не может защитить хондроциты от повреждения токсинами и продуктами окисления. Болезнь прекращается при восстановлении уровня селена в организме, но изменения костей, возникшие ранее, остаются (Новицкий, 2012).

Недавние исследования в деревнях Китая показали, что болезнь Кашина-Бека исчезла вскоре после начала проведения профилактики йодированной солью и снижения степени йоддефицита (Мохорт, 2012).

Более того, на территориях, характеризующихся одновременным дефицитом селена и дефицитом йода, возможно возникновение эндемического микседематозного кретинизма, связанного с атрофией щитовидной железы. Возникновение этого тяжелейшего заболевания также связывается с избытком тиоцианатов растительного происхождения в питании (Contempré, 2004).

Некоторые исследования так описывают биохимический механизм возникновения этого тяжелейшего заболевания. В условиях дефицита йода повышение уровня тиреотропного гормона ТТГ стимулирует рост производства перекиси водорода в щитовидной железе, однако, вызванная дефицитом селена пониженная активность селенозависимой пероксидазы не обеспечивает защиту тканей железы от свободных радикалов, что при-

водит к значительной атрофии этого органа у новорожденных и серьезным нарушениям развития организма человека. Одновременный дефицит селена и йода, на фоне избытка тиоцианатов в пищевом рационе приводит не только к дисфункции щитовидной железы, но и индуцирует некротические, фиброзные изменения в щитовидной железе, стимулирует клеточную пролиферацию (Мохорт, 2012).

При достаточном потреблении селена в большинстве случаев повреждению щитовидной железы препятствует антиоксидантная защита, обеспечиваемая глутатион пероксидазой и тиоредоксин редуктазой. (Beckett, Arthur, 2005).

Следует обратить внимание, что применение селена в условиях дефицита йода может смягчать гипотиреоз, за исключением случаев микседематозного кретинизма, когда щитовидная железа уже не способна к интенсификации метаболизма T₄, и введение селена без дополнительных доз йода приводит к усилению гипотиреоза. (Vanderpas, 1993, Diplock, 1996).

Как известно, йод-дефицитная щитовидная железа активно захватывает радиоактивный йод ¹³¹I, попадающий в окружающую среду при ядерных и радиационных катастрофах. Достаточное потребление селена до и даже после радиационного воздействия может снизить риск возникновения радиационно-индуцированных онкологических патологий, в том числе в отдаленном периоде.

Проведенные российскими учеными опыты на животных, которым вводился ¹³¹I совместно с облучением от внешнего цезиевого источника, показали уменьшение возникновения опухолей на 32% при введении в корм дополнительных доз селената натрия. При этом количество опухолей щитовидной железы и гипопаратиреоза было таким же, как у животных контрольной группы. Сходные результаты были получены и при использовании обогащенных селеном дрожжей (Тутельян, 2002).

Для специалистов промышленного птицеводства и животноводства также будет интересен вывод, сделанный учеными при изучении болезни Кешана – эндемической кардиомиопатии, характеризующейся высокой смертностью, и в основе которой лежит тяжелое поражение сердца.

Долгое время считалось, что единственная причина развития болезни Кешана – дефицит селена. Однако в настоящее время доказано, что в возникновении болезни активное участие принимает энтеровирусная инфекция (вирус Коксаки В3) на фоне глубокого селенодефицита, недостатка кальция и витамина Е. Недостаток антиоксидантов (селена и витамина Е) обуславливает мутацию **вируса Коксаки** в агрессивный штамм, вызывающий поражение сердца (Новицкий, 2012).

Наиболее вероятными причинами этого явления является дисфункция иммунной системы вирусоносителя, вызванная низким антиоксидантным статусом и обеспечивающая селекцию вариаций вируса, а также прямые оксидантные повреждения генома вируса, приводящие к увеличению числа мутаций (Beck, 2007).

Обращаясь к области животноводства, можно сделать вывод, что недостаток антиоксидантов в кормах животных, содержащихся на птицефабриках и крупных фермах, приводит к превращению этих хозяйств в настоящие лаборатории по выведению новых опасных форм вирусов.

1.6. Влияние дефицита йода на развитие патологий при ядерных катастрофах

1.6.1. Радиоактивные изотопы йода, цезия и стронция

При авариях на предприятиях ядерно-энергетического комплекса наибольшую биологическую опасность представляют радиоактивные изотопы йода (^{131}I), цезия (^{137}Cs) и стронция (^{90}Sr).

Цезий-137 по химическим свойствам близок к калию, при попадании в организм хорошо всасывается, циркулирует по организму, равномерно облучая все органы, депонируется в основном в мышцах, в меньшей степени – в почках, сердце, легких и печени. Стронций-90 по химическим свойствам близок к кальцию, накапливается в костной ткани. Период полураспада у цезия-137 и стронция-90 – около 30 лет.

При реакциях деления урана и плутония образуются 20 радиоизотопов йода. Изотопы $^{131-135}\text{I}$ характеризуются большим выходом в реакциях деления, высокой миграционной способностью и биологической доступностью. При выбросах радиоактивный йод представлен на 95% органическими соединениями.

На короткоживущие изотопы $^{132-135}\text{I}$ (с периодом полураспада соответственно: 2,3 часа, 20,8 часов, 52,6 мин., 6,61 часов) приходится 90% выбросов, ^{131}I – обладает периодом полураспада около 8 суток. Другие изотопы йода имеют малое токсикологическое значение из-за небольших сроков жизни. В реакциях деления образуется и «вечный» радиоизотоп йода – ^{129}I с периодом полураспада около 16 млн. лет (Василенко, 2003).

Радиоактивный йод как источник внешнего и внутреннего облучения был основным поражающим фактором в начальный период аварий в Уиндскейле (Великобритания, 1957 г.), Тримайл Айленде (США, 1979 г.) и Чернобыле (СССР, 1986 г.).

Авария в Чернобыле продемонстрировала, что значительные дозы радиоактивного йода могут выпадать и в сотнях километрах от места выброса, в то время как при испытаниях ядерного оружия радиоизотопы йода выпадали, как правило, в ближних зонах.

В случаях ядерных катастроф основными путями поступления радиойода в организм человека были молоко, свежие молочные продукты и листовые овощи, имеющие поверхностное загрязнение. Однако токсичность радионуклида при ингаляционном поступлении примерно в 2 раза выше из-за большой площади контактного бета-облучения (Василенко, 2003).

Изотопы йода, попадающие в организм человека и животных вместе с зараженным воздухом, пищей и водой, активно захватываются щитовидной железой, которая получает дозу облучения в 1 000–10 000 раз большую по сравнению с другими органами. При **дефиците йода** в питании процесс накопления радиоактивного йода в щитовидной железе происходит наиболее интенсивно. Выводится радиойод через почки.

1.6.2. Эффекты внешнего и внутреннего облучения щитовидной железы

Вредные для организма эффекты при радиационном поражении делятся на детерминированные («неизбежные») и стохастические («случайные, вероятные»).

Детерминированные эффекты проявляются только после определенных пороговых доз и связаны с гибелью большого числа клеток. Стохастические эффекты не имеют порога

возникновения, вероятность их возникновения пропорциональна дозе, но тяжесть их проявления не зависит от дозы. С увеличением дозы повышается не тяжесть этих эффектов, а риск их появления. То есть любой сколь угодно малый уровень облучения обуславливает определённый риск возникновения стохастических эффектов.

Детерминированный эффект от действия радиоактивных изотопов йода: поглощённая щитовидной железой доза облучения в несколько Грей (джоуль/кг) приводит к радиационному повреждению тиреоидного эпителия, сосудистых и нервных образований железы и развитию гипотериоза. Дозы в несколько Грей на практике могут быть получены только рядом с эпицентром радиационной или ядерной катастрофы.

Стохастический эффект: даже сравнительно небольшие дозы облучения (от 10 мГр) могут приводить к развитию доброкачественных узловых образований и рака щитовидной железы. У детей и женщин опухоли возникают в 2–2,5 раза чаще, чем у мужчин. Возможны нарушения эндокринного статуса организма, развитие опухолей в других эндокринных органах и в органах, имеющих тесную функциональную связь с щитовидной железой (молочных железах, гонадах).

При малых дозах облучения скрытый период может достигать у взрослых 25 лет, у детей – 10 лет. При аварии в Чернобыле опухоли возникали через 2–3 года в значительно большем количестве, по сравнению с прогнозом. Эксперты полагают, что это связано с эндемичностью территории по зобу – следствием дефицита йода в питании (Василенко, 2003).

По прошествии нескольких лет после Чернобыльской аварии было зарегистрировано около 5 000 случаев рака щитовидной железы у детей, которым во время аварии было до 18 лет (ВОЗ, 2006), при этом максимальный рост заболевания отмечался у детей, которым на момент аварии не исполнилось 10 лет (Национальный доклад, 2006).

1.6.3. Защитный эффект йодной профилактики при ядерных катастрофах

В случае опасности радиоактивного заражения населению и животным назначаются фармакологические дозы **стабильного (^{127}I) нетоксичного** йода, блокирующие захват радиоактивного йода. Фармакологическая доза примерно в 1000 раз больше физиологической (таблица 1.5.1.). В РФ применяется йодистый калий (KI).

Йодат калия (KIO_3), используемый для йодирования поваренной соли, обладает сильными раздражающими свойствами для кишечника.

Для расширения арсенала средств защиты щитовидной железы от радиоизотопов йода в дополнение к йодиду калия рекомендуются другие препараты йода: раствор Люголя и 5% настойка йода (Министерство Здравоохранения РФ, 1993). Однако в случае **передозировки или неправильного применения** эти токсичные спиртовые и водные растворы могут привести к отравлению, химическим ожогам или даже к смерти.

Препараты стабильного йода не являются «антидотами радиации», они не защищают от внешнего облучения и других радиоактивных веществ, кроме радиоактивного йода. Их следует принимать только при наличии четких медико-санитарных рекомендаций, по указанию органов Гражданской Обороны и Чрезвычайных Ситуаций в строго определенной дозировке (ВОЗ, 2011). Рекомендуется проконсультироваться с врачом.

Основой же профилактики является отсутствие в рационе зараженных продуктов питания, особенно потребляемого детьми молока, а также воды. Для защиты от зараженного воздуха, как правило, достаточно 1 дозы стабильного йода, дающей защиту на 1 день пока не пройдет радиоактивное облако, если опасность сохраняется – назначают повторные дозы (WHO, 1999).

Таблица 1.6.3.1.

**Рекомендованная дозировка стабильного, нетоксичного йода
(WHO, 1999)**

Возрастная группа	Йод, мг	Калия йодид, мг
Взрослые и подростки старше 12 лет	100	130
Дети от 3 до 12 лет	50	65
Дети от 1 месяца до 3 лет	25	32
Новорожденные до 1 месяца	12,5	16

Йодная профилактика у новорожденных, младенцев и детей: Новорожденные – наиболее чувствительная к облучению группа, дети и подростки – группа высокого риска возникновения стохастических эффектов от радиационного поражения. Прием препаратов проводится ежедневно до прекращения поступления радиоактивного йода в организм. В случае появления кожной сыпи после первой дозы от последующего приема препарата стоит воздержаться.

Беременным и кормящим женщинам назначается та же доза, что и другим взрослым.

Щитовидная железа беременной женщины накапливает радиоактивный йод более высокими темпами, чем у других людей, однако щитовидная железа плода блокируется при приеме йодида калия матерью. Количество доз должно быть минимизировано, не ожидается негативных последствий от приема 1–2 доз стабильного йода (WHO, 1999, 2011).

Взрослые моложе 40 лет: Риск возникновения рака щитовидной железы после захвата радиоактивного йода невелик. Незначительным является и риск возникновения побочных эффектов после приема разовой дозы стабильного йода. От многократного принятия препаратов йода следует воздержаться.

Потребление 100 мг KI блокирует в день приема поглощение радиоактивного йода щитовидной железой на 95%. В последующие дни прием 15 мг KI поддерживает блокаду щитовидной железы на 90% (Verger et al., 2001).

Взрослые старше 40 лет: Риск возникновения рака щитовидной железы после захвата радиоактивного йода близок к нулю (ВОЗ, 2011). Риск от приема высокой дозы стабильного йода существенен из-за возможности манифестации гипертиреоза на фоне узелковых образований щитовидной железы. Йодная профилактика этой группе лиц показана лишь в исключительных случаях при большой дозе возможного облучения (Герасимов, 2003).

Противопоказания к назначению препаратов йода (WHO, 1999)

- Заболевания щитовидной железы (в том числе в анамнезе), гипотериоз;
- Повышенная чувствительность к йоду;
- Герпетический дерматит;
- Гипокомплементарный васкулит.
- Возможны осложнения у людей с почечной недостаточностью (ВОЗ, 2011).

Эффективность применения профилактических мер была продемонстрирована в Польше, где после аварии в Чернобыле 10 миллионов детей получили разовую дозу стабильного йода. Также 7 миллионов взрослых, несмотря на отсутствие рекомендаций, приняли разовую дозу йода. Частота серьезных осложнений после йодной профилактики составила 1 случай на 10 млн. детей и 1 случай на 7 млн. взрослых. За все прошедшие годы в Польше не было отмечено увеличения заболевания раком щитовидной железы у детей (Герасимов, 2003).

Так как защитный эффект фармакологических доз йода наступает не мгновенно, то прием указанных препаратов наиболее оправдан за несколько часов до попадания в зону заражения, что, однако, не всегда возможно. Прием стабильного йода в первые сутки облучения имеет меньший защитный эффект.

Таблица 1.6.3.2.

**Защитный эффект проведения йодной профилактики
в зависимости от времени приема препарата стабильного йода**
(Министерство здравоохранения РФ, Приказ № 20 от 24 января 2000 г.)

Время приема препарата стабильного йода	Фактор защиты, %
За 6 часов до ингаляции радиоактивного йода	100
Во время ингаляции радиоактивного йода	90
Через 2 часа после разового поступления радиоактивного йода	10
Через 6 часов после разового поступления радиоактивного йода	2

Так как при ядерной катастрофе в условиях йодного дефицита в сотни раз возрастает риск радиационно-индуцированных заболеваний щитовидной железы, постоянная профилактика дефицита йода является важнейшим элементом защиты населения, особенно проживающего вблизи атомных электростанций и в радиационно опасных регионах (Национальный доклад, 2006).

Кроме того, крайне целесообразно проведение индивидуальной йодной профилактики (200 мкг йода в день) у работников радиационно небезопасных объектов (Герасимов, 2003).

1.7. Биологически активная форма йода

Для нахождения путей решения проблемы йод-дефицита крайне важно понимать биохимическую природу активности йода. Огромная, основополагающая работа в этой области была проделана советским ученым Владимиром Онуфриевичем Мохначем.

В пунктах 1.7. и 1.8. приводятся выдержки из работ этого выдающегося ученого.

В своих трудах он указывает, что для понимания механизма биологического действия йода необходимо рассматривать проблему на электронно-биологическом уровне. Исследование же проблемы на молекулярном уровне не может раскрыть зависимости функции йода от его структуры.

«Растворы элементарного йода, как показывают их спектры поглощения в разнообразных растворителях, как ионизирующих, так и апротонных, всегда диссоциированы. Свободного йода в виде симметричной молекулы I_2 на свете не существует, и это – миф, продукт непоследовательной мысли.

Именно растворы молекулярного йода представляют сложные, иногда очень трудно поддающиеся интерпретации ионные системы, уж во всяком случае более трудные, чем растворы йодидов.»

Принимая это во внимание, можно допустить, что молекула I_2 в кристаллическом состоянии имеет вид $I^{-1+} \dots I^{-1}$. Присутствие I^{-1+} в кристалле экспериментально показал Мохнач (1974) при исследовании спектров поглощения растворов кристаллического йода в сверхрастворителях (в диметилформамиде и диметилсульфоксиде).

«Все соединения йода, заключающие его в степени окисления $\sim 1+$, обладают биологической активностью, в частности антисептическими свойствами, а также цветностью. Все

соединения йода, заключающие его в других степенях окисления, не обладают ни биологической активностью, ни цветностью, если этими свойствами не отличаются другие компоненты молекулы. Эта закономерность распространяется на всю группу галогенов, т. е. на фтор, хлор, бром и предположительно – астат (Мохнач, 1968).

Поскольку биологически активной формой йода является его положительно одновалентная форма, возможность превращения $I^- \rightarrow I^+$ представляет огромный интерес. В пользу возможности такого превращения говорит существование в организме высших животных и человека йодид-оксидаз – ферментов, окисляющих йодиды с превращением их, как принято думать, в молекулярный йод. Как нами показано, молекула I_2 в реальном мире существует в виде $n \cdot H_2O [I^+ \dots I^-]$, т.е. содержит I^+ . Таким образом, сущность ферментативного окисления йодидов, видимо, и состоит в превращении $I^- \rightarrow I^+$, так как ничто не говорит за возможность появления при этом йода в более высоких степенях окисления, к тому же физиологически неактивных и вряд ли нужных организму. Можно допустить, что йодиды (I^-) представляют в организме форму латентную, запасную, которая, будучи нейтральной, неактивной, безопасной, может накапливаться в организме в значительных количествах и, по мере надобности, с помощью йодид-оксидаз превращается в физиологически активную положительно одновалентную форму. Принимая во внимание возможность подобных превращений йода в организме, можно допустить получение антисептического эффекта при введении в организм неактивных йодидов.»

Включение йода-йодида в состав высокополимеров вызывает поразительное изменение его свойств: йод полностью утрачивает раздражающие и токсические свойства, но полностью сохраняет свою активность как микроэлемент и антисептик, а его антимикробное действие усиливается. «Это явление объясняется, по-видимому, тем, что водные растворы йода-йодида в присутствии высокополимеров представляют равновесные системы, которые содержат оксианион $IO^- (I^+)$ в более высоких концентрациях, чем такие же растворы йода-йодида без высокополимеров.» (Мохнач, 1974).

Благодаря этому эффекту высокополимерные препараты йода колоссально расширили сферу применения йода в медицине, ветеринарии и пищевой промышленности.

При этом необходимо отметить, что при включении йода в белковую молекулу йод обесцвечивается и полностью теряет свои антисептические свойства.

1.8. Гормональная роль йода

Бесчисленные экспериментальные и клинические исследования показали, что йод является совершенно незаменимым и специфическим компонентом тиреоидных гормонов. Как известно, йод может быть замещён в молекулах тиреоидных гормонов любым из элементов VII группы периодической системы (фтор, хлор, бром, астат). Однако ни один из этих элементов не может заменить йода без тяжелейших нарушений гормональной функции щитовидной железы.

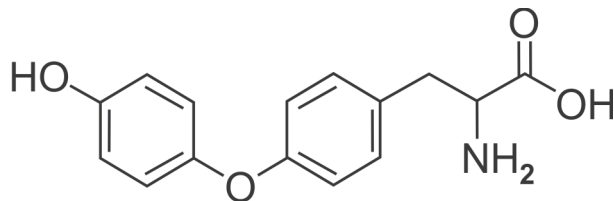


Рис.1.8.1. Молекула тиронина

Очевидно, что ни сам тиронин, ни детали его структуры (-ОН, -О, аланиновый остаток) сами по себе не имеют непосредственного отношения к специфическому действию тиреоидных гормонов. Последнее, по-видимому, связано с йодом.

Однако только присутствия йода в молекуле тиронина недостаточно для получения гормонального эффекта.

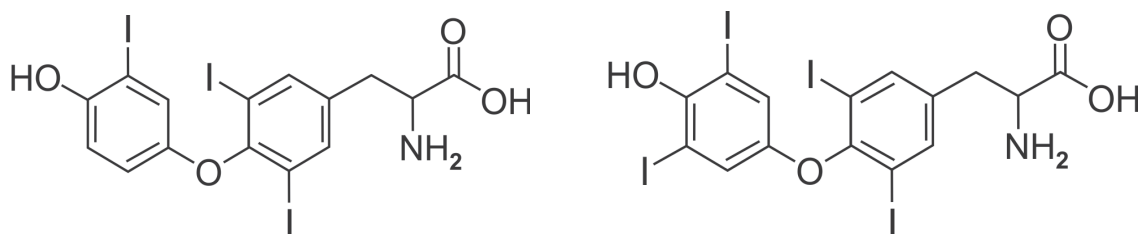
3,3',5'-трийодтиронин – T₃3,3',5,5'-тетрайодтиронин, тироксин – T₄

Рис.1.8.2.

Экспериментальные и клинические исследования дали возможность установить парадоксальный факт: T₃, заключающий в своей молекуле на 25% йода меньше, чем тироксин, при совершенно тождественной структуре скелета обладает в 3–5 раз более сильным гормональным действием! Отсюда следует, что количество йода в тирониновой молекуле, как сказано было раньше, не определяет энергии действия гормона. Эти важнейшие различия в свойствах йодзамещённых тиронинов, очевидно, объясняются различным положением атомов йода в молекуле тиронина.

Все тирониновые структуры, обладающие гормональной активностью, включают йод в положениях 3 и 5, и, наоборот, все йодтирониновые структуры, в которых присутствует только один атом йода во внутреннем бензольном кольце, лишены гормонального эффекта. Атомы йода в других положениях – 3', 5' – не связаны с гормональным эффектом. Важно подчеркнуть, как это показано в работах Мохнача, что в молекулах всех активных йодтиронинов йод содержится в двух степенях окисления, и, что биологическая активность гормонов связана с присутствием атомов йода в степени окисления 1+ во внутреннем бензольном кольце. Однако наличие таких атомов обуславливает гормональную активность только в тирониновых структурах. Дийодтирозин, несмотря на полное сходство структуры с внутренним кольцом гормонов, гормональным эффектом не обладает.

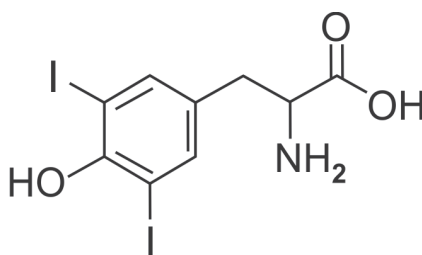


Рис.1.8.3. 3, 5-дийодтирозин.

Сказанное позволяет сделать следующий вывод: для осуществления тиреоидной гормональной активности необходимо и достаточно, чтобы во внутреннем бензольном кольце тиронина атомы водорода в положениях 3 и 5 были замещены атомами йода, один из которых (или оба) должен находиться в состоянии окисления ~1+ (Мохнач, 1974).

1.9. Негативный эффект, вызванный избыточным потреблением йода

Как было указано выше, форма соединения йода определяет тип и степень возможного негативного эффекта при избыточном потреблении. Например, разовая доза йода от 1 грамма (в форме раствора Люголя) является, как правило, смертельной для человека. В составе же йод-полимерных препаратов йод теряет свои токсические и раздражающие свойства, но сохраняет активность как микроэлемент и антисептик. Йод в соединениях с белком молока теряет антисептические свойства.

Фармакологическими дозами йода считаются дозы от 1000 мкг, содержащиеся в виде органических или неорганических составляющих в препаратах, используемых в терапевтических и диагностических целях (антиаритмический препарат амиодарон, рентгеноконтрастные вещества), а также в качестве профилактического средства при ядерных катастрофах.

Однако жители северного побережья Японии, чья диета включает большое количество морских водорослей, потребляют в день 50000 – 80000 мкг без вреда для здоровья (SCF, 2002; Linus Pauling Institute). Средний уровень потребления йода в Японии составляет 13800 мкг/сутки.

Избыток йода, поступающий в сравнительно небольших дозах из йодированных продуктов и соли, может, как и йодная недостаточность, привести к развитию патологий.

В течение небольшого временного промежутка при потреблении 1700–1800 мкг/день (30 мкг/кг веса тела) происходит изменение уровня тиреоидных гормонов в организме, не приводящее, как правило, к негативному клиническому эффекту у людей с нормальным функционированием щитовидной железы (SCF, 2002).

Патологии, связанные с избыточным потреблением йода:

- Зоб, неонатальный гипотиреоз (эффект Вольфа-Чайкова).
- Йод-индуцированный тиреотоксикоз.
- Аутоиммунные заболевания щитовидной железы.
- Йодизм.

При избыточном потреблении йода в течение длительного времени возможно возникновение йод-индуцированного гипотиреоза (эффект Вольфа-Чайкова), в этом случае щитовидная железа блокирует синтез трийодтиронина Т3, что позволяет в условиях избытка йода избежать тиреотоксикоза.

Эффект Вольфа-Чайкова и, соответственно, развитие неонатального гипотиреоза наблюдается в том числе и у новорожденных в случае потребления матерью избыточного количества йода во время беременности.

Следует отметить, что некоторые американские ученые отрицают существование данного эффекта и связывают возникновение гипотиреоза с иными причинами (Abraham, 2005).

Йод-индуцированный тиреотоксикоз может возникать при наличии патологий щитовидной железы – автономных гиперфункционирующих участков, которые лишают ткани щитовидной железы возможности проявления компенсаторного эффекта Вольфа-Чайкова (WHO, UNICEF).

Увеличение случаев йод-индуцированного тиреотоксикоза наблюдается на йод-дефицитных территориях преимущественно у лиц старшей возрастной категории после начала коррекции дефицита йода и в отсутствии должного мониторинга качества йодированных продуктов (WHO; SCF, 2002), однако через несколько лет после начала широкомасштабной йодной профилактики количество этих случаев снижается до исходных показателей (по материалам сайта «Тиронет»).

В странах ЕС Научный Комитет Питания Еврокомиссии снижает максимальный уровень потребления йода на йоддефицитных территориях на 15% до 500 мкг/сутки с целью предотвращения тиреотоксикоза (SCF, 2002).

Многие эксперты также связывают избыточное потребление йода с развитием аутоиммунных заболеваний щитовидной железы.

Таблица 1.9.1.

**Уровни потребления йода в течение длительного (!) времени
и оказываемый эффект на здоровье человека**

Оценка потребления йода	мкг/сутки	Эффект
1	2	3
Тяжелый дефицит йода	до 50	Йод-дефицитные заболевания (в т. ч. эндемический кретинизм)
Дефицит йода	50–150	Йод-дефицитные заболевания
Нормальное потребление йода	150–200 (290, США)	Отсутствие заболеваний, связанных с дефицитом или избытком йода
Избыточное потребление йода в безопасных границах	200–600 ЕС 290–1100 США	Отсутствие заболеваний, связанных с дефицитом или избытком йода
Избыточное потребление	600–2000 ЕС 1100–2000 США	Изменение уровня гормонов щитовидной железы, возможны заболевания, связанные с избыточным потреблением йода
Избыточное потребление	Более 2000	Заболевания, связанные с избыточным потреблением йода, зоб, неонатальный гипотиреоз (эффект Вольфа-Чайкова), йод-индуцированный тиреотоксикоз, аутоиммунные заболевания щитовидной железы, йодизм

Таким образом, принимая во внимание возможный негативный эффект от длительного избыточного потребления йода, информирование потребителей о содержании йода в приобретаемых ими йодированных продуктах, о рекомендуемых и максимальных нормах потребления йода для различных категорий населения, можно рассматривать как одну из мер, направленных на предотвращения возможного негативного эффекта. Наилучшим методом является нанесение данной информации на маркировку продукции.

Мониторинг же содержания йода в продукции является неотъемлемой частью системы контроля качества жизни.

ГЛАВА 2.

Пути решения проблемы йод-дефицита

2.1. Введение

Основным методом йодной профилактики, рекомендованным ВОЗ, является употребление йодированной соли. Во многих европейских странах существуют специальные правительственные программы и стандарты по йодированию пищевой соли. В России, Беларуси, Украине, Казахстане и Азербайджане основным средством борьбы с дефицитом йода также является йодирование соли.

Содержание йода в йодированной соли в РФ определяется по ГОСТ 51575–2000. К примеру, в соли марки «Экстра» (п-во Мозырь соль) содержание KIO_3 составляет 40 ± 15 мг/кг, что эквивалентно $23,8 \pm 8,9$ мг йода/кг, и при потреблении среднесуточной нормы в 6 г соли поступление йода в организм человека может увеличиться на 100–200 мкг.

В индустриально развитых странах, кроме программ по йодированию соли, осуществляются также государственные программы по коррекции содержания йода в пище путем применения в сельском хозяйстве, животноводстве и птицеводстве йодсодержащих дезинфицирующих средств и йодсодержащих добавок в кормовых рационах скота (Широкова, 2005).

Обогащенное йодом молоко является основным источником йода в Северной Европе, Австралии, США и Великобритании (WHO, UNICEF). В Великобритании, например, «летнее» коровье молоко содержит в среднем 90 мкг йода/л, а в зимний период, когда коровы питаются йодированными кормами, содержание йода в молоке увеличивается в среднем до 210 мкг/л (SCF, 2002).

Йодированные продукты являются важнейшим источником йода для людей, страдающих гипертонической болезнью, сердечно-сосудистыми заболеваниями или вынужденных придерживаться бессолевой диеты. К тому же во многих странах в настоящее время приняты государственные программы по ограничению потребления соли с целью уменьшения количества сердечно-сосудистых заболеваний. В России и Украине обеспечение населения йодированной солью составляет не более 35% (ICCIDD).

2.2. Йодирование соли

Стоит отметить важность правильного понимания информации о концентрации йода в соли указываемой на ее упаковке. Зная вид соединения йода, добавленного в соль, и представленные ниже соотношения молярных масс, можно оценить содержание йода в соли.

2.2. Йодирование соли

Молярная масса йода, $M(I) = 126,9$ г/моль

$M(KI) = 166$

$M(I)/M(KI) = 126,9/166 = 0,764$

$M(KIO_3) = 214$

$M(I)/M(KIO_3) = 126,9/214 = 0,593$

Таблица 2.2.1.

Содержание йода в соли

Содержание йодирующего агента, указанное на упаковке		Содержание йода, мг
KI, мг/кг	KIO ₃ , мг/кг	
20	–	15,28
40	–	30,56
–	20	11,86
–	40	23,72

ООО НПК «Техгеосервис» провело исследование содержания йода в йодированной соли, приобретенной в предприятиях розничной торговли Санкт-Петербурга и Баку (табл. 2.2.2.).

В первой части исследования проводился анализ соли сразу после вскрытия упаковки. В ходе второй части исследования проводился анализ соли, находившейся в течение 2 месяцев в открытой упаковке.

Определение содержания йода в образцах осуществлялось методом инверсионной вольтамперометрии, по методике, разработанной в ОАО НПП «Буревестник» и аттестованной в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ Р ИСО 5725-2002 (Части 1-6). Указанный метод отвечает всем требованиям, установленным РФ к качеству лабораторных испытаний и результатов измерений. Для анализа использовался вольтамперометрический анализатор АВА-3.

Таблица 2.2.2.

Производитель	Содержание I, KI или KIO ₃ , указанное на упаковке, мг/кг	Пересчёт содержания на I, мг/кг	Среднее содержание йода, мг/кг		Потери йода, %
			анализ сразу после вскрытия упаковки	2 месяца разгерметизации	
«Зимушка» (йод), от 03.09.08 (дата выпуска)					
Акзо Нобель Соль бв	40 ± 15 (KI)	30,6 ± 11,5	30,4	11,2	63%
«Зимушка» (йод), от 22.03.10					
Акзо Нобель Соль бв	40 ± 15 (KIO ₃)	23,7±8,9	27,2	-	-
«Зимушка» (йод+фтор)					
Акзо Нобель Соль бв	20 ± 5 (KIO ₃)	11,9± 3,0	22,9*	7,1	69%

Продолжение таблицы

Производитель	Содержание I, KI или KIO_3 , указанное на упаковке, мг/кг	Пересчёт содержания на I, мг/кг	Среднее содержание йода, мг/кг		Потери йода, %
			анализ сразу после вскрытия упаковки	2 месяца разгерметизации	
«Экстра»					
Мозырь соль	40 ± 15 (KIO_3)	23,8 ± 8,9	31,6	18,6	41%
«4 Life»					
Зитмам Индастриз НВ	32,7 – 71,9 (KI)	25,0 – 54,9	33,0	14,9	55%
«Экстра»					
ООО «Яком»	40 ± 15 (KIO_3)	23,7 ± 8,9	24,4 ± 1,5	17,9 ± 0,2	27%**
«Соль с понижен. сод-ем Na + K, Mg, I»					
ЗАО «Валетек Продимпэкс»	40 (I)	40	38,5 ± 3,6	29,4 ± 3,5	24%**
Салина					
Турция	25	14,8	14,5 ± 3,7	11,1 ± 0,4	23%**
«Соль пищевая йодированная» (дата изг. – 02.12.13)					
ЗАО «Валетек Продимпэкс»	40 ± 15 (I)	40 ± 15	31,3 ± 1,5	15,5 ± 1,6 (1 месяц разгерметизации)	50%***
«4 Life» (морская атлант. крупная) дата изг. – 09.10.13					
ООО «Копэкер-Левашово»	25 – 55 (I)	25 – 55	42,0 ± 7,9	-	
«4 Life» (морская атлант. крупная) дата изг. – 14.08.13					
ООО «Копэкер-Левашово»	25 – 55 (I)	25 – 55	-	19,0 ± 3,2 ****	
«4 Life»(морская, атлант., крупная) дата изг. – 09.10.13					
ООО «Копэкер-Левашово»	25 – 55 (I)	25 – 55	-	19,0 ± 6,4 ****	

* на полученный результат определения содержания йода, возможно, повлияло наличие фтора в исследованном образце соли (особенности метода, используемого для определения йода, таковы, что на вольтамперной кривой пики фтора и йода наблюдаются при одних и тех же потенциалах; получение отдельных пиков затруднено, и, как следствие, возможно их наложение друг на друга и получение завышенных значений).

- ** три последних в данном исследовании образца соли хранились в разгерметизированном состоянии в течение 1,5–2 месяцев в сухом помещении, в емкости, закрытой фильтровальной бумагой.
- *** образец хранился в разгерметизированном состоянии в течение 1 месяца, в прозрачной таре, на свету, при комнатной температуре и относительной влажности воздуха не более 75%.
- **** образец хранился в упаковке производителя в разгерметизированном состоянии в течение 3 месяцев, на свету, соль использовалась для приготовления пищи.

Результаты исследования, показывают, что содержание йода в упакованной йодированной соли находится в интервале, заявленном производителем. Потеря же упаковкой её герметичности приводит к снижению содержания йода в соли в течение 2 месяцев на 25–70%.

Результат определения содержания йода, полученный при анализе пищевой йодированной соли производства ЗАО «Валетек Продимпэкс» (дата изготовления – 02.12.13), даже с учётом погрешности определения оказался ниже среднего значения, указанного производителем на упаковке (в отличие от остальных проанализированных образцов соли). Однако, это значение попадет в указанный интервал концентраций.

Исследования, проведённые Закарпатским институтом эпидемиологии, микробиологии и гигиены, показали, что при хранении в течение 3 месяцев пищевой соли, йодированной йодистым калием, потери составили 65– 100% (Гуревич и др.).

Принимая во внимание, что, как правило, в домашнем хозяйстве соль хранится в открытом виде, при употреблении в среднем 6 грамм соли фактическая доза йода может составлять около 90 мкг и менее, вместо теоретических 115–250 мкг.

По наблюдениям Мохнача йодистый калий придаёт соли неприятный горький привкус, который не переносят дети и беременные женщины. Также он отмечает необходимость принять во внимание следующее относительно применения йодированной пищевой соли. Все количественные определения содержания йода и его потерь при транспортировке и хранении соли относятся к «сырому» продукту, т.е. проводятся до того, как соль применяется в кулинарии по своему прямому назначению. Между тем, в громадном большинстве случаев при варке или другой кулинарной обработке пищи йодированная соль подвергается резким термическим воздействиям, что, конечно, ещё больше снижает содержание йода в готовых изделиях (Мохнач, 1974).

Чтобы выявить характер влияния различных факторов на содержание йода в йодированной соли в лаборатории НПК «Техгеосервис», совместно со специалистами предприятия «ООО Оргполимерсинтез СПб», под руководством главного технолога Головкина Вадима Гайевича был поставлен следующий эксперимент:

В лабораторных условиях готовились образцы йодированной соли с концентрацией микроэлемента ~ 40 мг/кг. Образцы изготавливались смешением поваренной соли с йодирующей добавкой – йодидом и йодатом калия.

Образцы соли подвергались различным воздействиям:

- хранились на солнечном свету;
- хранились в темноте;
- замораживались по следующей методике: днём – в холодильнике; ночью – в морозилке;
- выдерживались в термощкафу при 55 °С в течение всего эксперимента;
- высушивались в термощкафу при T = 150 °С в течение 2 часов.

Пробы соли отбирались для анализа несколько раз в течение всего эксперимента. Определение содержания йода осуществлялось методом инверсионной вольтамперометрии. Для анализа использовался вольтамперометрический анализатор АВА-3.

Результаты эксперимента приведены в таблицах 2.2.3 (с. 40).

Выявленные закономерности:

Таблица 2.2.3.

Состав	Дата отбора образцов	Начальные концентрации йода (мг/кг)	Высушивание образцов (в шкафу при T = 150 °C в течение 2 часов)	Заморозки (режим: днём – в холодильнике; ночью – в морозилке)		Термошкаф, 55 °C	
				Хранение в открытой таре	Хранение в закрытой таре	Хранение в открытой таре	Хранение в закрытой таре
соль + KI	30.10.13	42 ± 6	23 ± 1 (-45%)*	-	-	-	-
	Через 7 дней с начала опыта	-	-	28 ± 7 (-33%)	26 ± 7 (-38%)	28 ± 7 (-33%)	25 ± 6 (-40%)
	Через 71 день	-	-	-	-	21 ± 1 (-50%)	23 ± 1 (-45%)
соль + KIO3	30.10.13	40 ± 10	28 ± 7 (-30%)	-	-	-	-
	Через 7 дней	-	-	28 ± 7 (-30%)	25 ± 6 (-38%)	29 ± 7 (-28%)	29 ± 7 (-28%)

Таблица 2.2.3. (Продолжение)

Состав	Дата отбора образцов	Начальные концентрации йода (мг/кг)	Темнота		Воздействие света	
			Хранение в открытой таре	Хранение в закрытой таре	Хранение в открытой таре	Хранение в закрытой таре
соль + KI	30.10.13	42 ± 6	-	-	-	-
	Через 7 дней	-	38 ± 9 (-10%)**	36 ± 9 (-14%)**	15 ± 4 (-64%)	16 ± 4 (-62%)
соль + KIO3	30.10.13	40 ± 10	-	-	-	-
	Через 7 дней	-	38 ± 10 (-5%)**	38 ± 9 (-5%)**	25 ± 6 (-38%)	25 ± 6 (-38%)

* (-x%) – уменьшение концентрации йода в процентах по сравнению с начальной концентрацией микроэлемента в образце соли.

** концентрация йода в образцах соли, отобранных 06.11.13, была измерена 15.11.2013 г. В период с 06.11.13 по 15.11.13 образцы хранились в закрытой таре в темном, сухом месте.

1) При однократном термическом воздействии на йодированную соль теряется около 30 – 45% от концентрации йода.

Йодат калия, используемый в качестве йодирующего агента, более стабилен при нагревании по сравнению с йодидом калия – потеря микроэлемента составила 30% против 45% в случае йодида.

2) Воздействие низких температур имеет сходный эффект, что и термообработка: после недельной заморозки содержание йода снизилось на 30 – 38% (независимо от того, хранилась ли соль в открытой или закрытой таре).

Для обоих типов йодирующей добавки (KI и KIO₃) значения концентраций йода в соли после заморозки оказались практически одинаковыми.

Таким образом, можно предположить, что при перевозке йодированной соли зимой, а также при её хранении на неотапливаемом складе может произойти значительная потеря йода.

3) Хранение йодированной соли при температуре 55 °С в течение недели привело к падению концентрации йода в образцах на 28 – 40%. Ещё через 2 месяца – до 45 – 50%.

Разница в концентрациях микроэлемента между образцами с йодидом и йодатом калия в открытом и в закрытом состоянии – незначительна.

Согласно результатам эксперимента резкое падение концентрации йода происходит в первую неделю (потери до 40%). Далее концентрация снижается более плавно – через 2 месяца после первого отбора проб на анализ содержание микроэлемента упало в среднем всего на 15%.

4) Воздействие света является неблагоприятным фактором для сохранности йода в соли. Через неделю потери йода от первоначальной концентрации составили в среднем 38% для йодата калия и 62% для йодида калия.

5) При хранении йодированной соли в темноте при комнатной температуре около 20 °С в течение первых двух недель концентрация йода в образцах с KIO₃ снизилась на 5%, в образцах с KI на 10 – 15%.

2.3. Обогащение йодом продукции животноводства

Недостаточное обеспечения населения России йодированной солью, быстрое естественное снижение содержания йода в соли с течением времени, а также ограничения потребления соли лицами с сердечно-сосудистыми заболеваниями приводит к необходимости активного использования альтернативных методов борьбы с йодной недостаточностью.

Мы полагаем, что обогащение йодом продуктов животноводства и птицеводства (куриных яиц и мяса, коровьего молока) является наиболее эффективным методом решения проблемы дефицита йода в пищевом рационе человека.

Важным преимуществом предлагаемого метода является ликвидация дефицита йода в питании самих животных и, как следствие, повышение экономической эффективности сельскохозяйственного производства.

В качестве йодирующего агента мы предлагаем использовать современное отечественное йод-полимерное лекарственное средство для животных «Монклавит-1», широко применяемое в животноводстве и промышленном птицеводстве России, Белоруссии и Азербайджана.

При производстве обогащённых продуктов необходимо соблюдать следующие условия (Фисинин, 2009):

1. Должна быть установлена эффективность перехода «обогачителей» из корма в продукт.
2. Также должна быть установлена их возможная токсичность, либо другой негативный эффект от данного вещества, способные повлиять на здоровье и продуктивность животного.
3. Необходимо определить содержание вносимого в корм вещества уже в продукте с учётом потребности в нём человека.
4. Стабильность «обогачителя» в процессе кулинарной обработки.

Применение препарата «Монклавит-1» в качестве йодирующей добавки удовлетворяет условиям производства обогащенной продукции, что подтверждается лабораторными опытами, контролируруемыми промышленными испытаниями и производством йодированной продукции, описанными далее в соответствующих главах настоящего издания.

Ограничением на получение йодированной продукции является дисфункция щитовидной железы животных. Не следует получать йодированную продукцию от животных, выращенных в условиях жесткого дефицита йода, приведшего к гипотиреозу щитовидной железы.

Также рекомендуем убедиться в наличии достаточных, физиологических доз селена в рационе животных.

2.3.1. Значимость йода для животных, йод-дефицитные заболевания животных

Йод является эссенциальным микроэлементом как для человека, так и для животных. Рамки настоящего издания не позволяют остановиться подробно на этом вопросе, рассмотрим лишь некоторые последствия дефицита йода в кормах.

Недостаток йода у животных влияет на функцию щитовидной железы сходным с человеком образом. Независимо от возрастной группы дефицит этого микроэлемента снижает производство гормонов щитовидной железы, ведущее к нарушению обмена веществ в организме. Вдобавок, недостаток йода в эмбриональный и ранний послеродовой период приводит к тяжелому повреждению щитовидной железы и необратимому повреждению мозга. (FEEDAP Panel, EFSA, 2005).

Дефицит йода у животных вследствие нарушения в организме метаболизма белков, углеводов, липидов приводит к проблемам в репродуктивной сфере, повышенной смертности молодняка, мертворождениям, снижению иммунитета, деформации черепа, уменьшению размеров головного мозга (SCF, 2002). Гипотериоидное состояние вызывает задержку воды и электролитов в организме (Васильева, 2009).

При йодной недостаточности у коров наблюдается: низкорослость, растянутость туловища, удлинение костей лицевого черепа, небольшие рога, маленькое вымя, нарушение роста шерсти, сухость и складчатость кожи; у овец возможно полное отсутствие шерсти и т. д.

Нормальная функция щитовидной железы у коров важна для цикличности воспроизводства. При гипофункции щитовидной железы коровы не всегда приходят в охоту, рожают мертвых или нежизнеспособных телят. Недостаток йода особенно резко проявляется у высокопродуктивных животных в период лактации.

Йодирование кормов для скота и птиц, кроме увеличения содержания йода в продуктах животноводства, также является средством борьбы с дефицитом йода у самих животных (FEEDAP Panel, EFSA, 2005).

Уровень содержания йода в кормах кур 5 мг/кг в ЕС признан максимально безопасным для получения обогащенных йодом яиц, как в отношении здоровья кур, так и потребите-

лей йодированных яиц. Указанный уровень йода в кормах позволяет получать яйца с содержанием йода до 70 мкг/яйцо (European Food Safety Authority, Scientific Panel on additives and product or substances used in animal feed, FEEDAP Panel, EFSA, 2005).

Добавка соединений йода в корм и питьевую воду усиливает продуктивность и повышает рост скота и птицы – увеличиваются вес, надой молока, яйценоскость и т. п. (Каган, Казначей, 1951).

Достижения последних лет в области генетики и селекции позволили существенно увеличить скорость роста живой массы птицы, однако более продуктивные животные характеризуются повышенной чувствительностью к стрессам, а низкая иммунокомпетентность часто приводит к вспышкам заболеваний (Фисинин, Сурай, 2008). В состоянии же стресса потребность в микроэлементах возрастает (M. Kidd, 2004, World Poultry Science), что подчеркивает важность обеспечения именно высокопродуктивных кроссов птицы микронутриентами, в том числе и йодом.

Опыт мирового и отечественного птицеводства показывает, что добиться высокой продуктивности можно только от здоровой птицы (Фисинин, 2009).

Интересно также отметить, что обработка йодом семян повышает урожайность отдельных сельскохозяйственных культур, что может оказаться полезным и для кормовых растений.

«Значение йода для развития растений подтверждается многочисленными экспериментами. Подкормка йодом повышает урожай зелёной массы хлопчатника, кукурузы, овса, овощей, сахарной свёклы и т.д. на 6 – 22% (Пейве, 1963). Интересные и важные результаты получены Ш.М. Кулиевым (1962). Для повышения урожайности хлопчатника он применил 0,1%-й раствор йодистого калия и 0,1%-й раствор йодиднафтената для замачивания семян в течение 6 часов, что дало прибавку урожая хлопчатника на 15,3 и 18,8% соответственно. Таких примеров в литературе очень много, и положительное влияние йодной подкормки на рост и развитие культурных растений не вызывает никаких сомнений». (Мохнач, 1974).

2.3.2. Опыт применения йод-полимерного лекарственного средства «Монклавит-1» для лечения, профилактики заболеваний животных (в соавторстве с к. в. н. А. В. Варюхиным)

Использование препарата «Монклавит-1» для обогащения йодом продукции животноводства имеет ряд неоспоримых преимуществ перед иным методами. Эти преимущества связаны с необычными свойствами препарата, в котором йод, будучи в составе полимерной матрицы, теряет свои токсические свойства, но полностью сохраняет биологическую активность как микроэлемент, а свои антисептические свойства даже усиливает.

Эти свойства препарата обеспечивают не только йодирование продукции животноводства, но и профилактику инфекционных заболеваний животных и птицы, снижение микробной и вирусной нагрузки на организм животных, повышение неспецифического иммунитета и т. д.

В фармацевтическом аспекте йод – биологически высокоактивный химический элемент, являющийся основным действующим началом для большого числа медикаментов, широко применяемых в медицине и ветеринарии. Он определяет антимикробное, фунгицидное, антигельминтное, антивирусное и противопротозойное действие йодсодержащих препаратов, в особенности антисептиков.

За всю историю широкого применения растворов йода никто и никогда не сообщал о каком бы то ни было снижении антибактериальной активности препаратов на основе йода. «Единственным антисептическим средством, применявшимся для профилактики инфицирования раны на протяжении всей войны, был йод» (Либов, 1951).

Однако длительный опыт применения различных препаратов йода показал, что те из них, которые обладают выраженными антимикробными свойствами с широким спектром действия (спиртовой раствор йода и йод однохлористый, например) являются вместе с тем резко токсичными при введении в организм животных и человека, что значительно суживает область их клинического применения (например, одномоментный прием внутрь 30 мл спиртового раствора йода заканчивается, как правило, летально). И наоборот, те йодистые препараты, которые являются нетоксичными при введении в организм (в том числе йодистый калий), совершенно лишены антимикробных свойств и поэтому применение их для лечения и профилактики микробных заболеваний не имеет смысла.

В комплексе же с полимерами йод теряет свойство обжигать ткани, теряет токсичность, но сохраняет высокую бактерицидную активность, что позволило значительно расширить области его применения как антисептического средства. Благодаря полимерной молекуле, йод проникает глубоко в рану, в воспаленные ткани, под струп и т. д.

«Йодполимеры должны обязательно включаться в медикаментозный набор при комплектовании средств запаса для бригад медицины катастроф, военно-медицинской службы» (Лоде, 1998).

«Монклавит-1» – антисептическое и дезинфицирующее лекарственное средство широкого спектра действия, производства завода «Оргполимерсинтез СПб», представляющее собой водно-полимерную систему на основе йода в форме комплекса поли-N-виниламидациклосульфойодида. Лекарственное средство «Монклавит-1» зарегистрировано в Российской Федерации, номер регистрационного удостоверения 78-3-21.13-1595 № ПВР-3-4.6/01766, имеет сертификат соответствия № РОСС RU.ПТ79.Н00359 от 14.12.12 г. и выпускается в соответствии с Техническими условиями № 9337-007-46270704-2006.

Высококачественное сырье для синтеза полимерных компонентов «Монклавит-1» поставляется из Германии и Японии, синтез же производится в России, в Санкт-Петербурге на современной производственной базе, со строжайшим соблюдением технологической дисциплины, необходимой для производства лекарственных средств. При разработке препарата «Монклавит-1» учитывался огромный практический опыт создания советских йод-полимерных лекарственных средств, а также последние достижения мировой науки в области тонкого химического синтеза высокополимеров. Созданный препарат относится к последнему поколению лекарств, в которых основным действующим веществом является йод. Препарат разрабатывался в тесном контакте со специалистами Санкт-Петербургской Государственной Академии Ветеринарной Медицины, с практикующими ветеринарными врачами.

Монклавит-1 проявляет высокую активность в отношении грамотрицательных и грамположительных микроорганизмов, патогенных грибов и дрожжей: *Salmonella enteritidis*, *Escherichia coli*, *Proteus vulgaris*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas anguilliseptica*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans*, *Malassezia pachydermatis*, *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus niger*, *Penicillium granulatum*, *Fusarium graminearum*, *Triphophyton mentagrophytes*, *Flavobacterium psychrophillum*, *Moraxella osloensis*, *Microsporium canis*, *Mikoplazma* и др.

«Монклавит-1» не вызывает привыкания (резистентности) у болезнетворной микрофлоры в процессе длительного применения, а также не является иммунодепрессантом, не имеет противопоказаний и побочных действий на организм животных и птицы. Препарат позволяет снизить количество применяемых антибиотиков, хорошо дополняет схемы введения лекарственных средств.

Эксперименты в Вирусологическом центре 48 ЦНИИ Министерства обороны РФ (г. Сергиев Посад) показали, что «Монклавит-1» обладает выраженной вирулицидной активностью в отношении вируса гриппа А (H5N1). При температуре 14,1 °С препарат (разбавление 1:20) в течение часа полностью подавляет цитопатическую активность данного вируса, а также формирование специфического гемагглютинина.

«Монклавит-1» оказывает пролонгированное антисептическое, дезинфицирующее, десенсибилизирующее, противовоспалительное и регенерирующее действие. При нанесении на поверхность раны и покровные ткани образует воздухопроницаемую микроскопическую гидрофильную пленку, обеспечивающую механическую защиту обрабатываемого места и сохраняющуюся до тех пор, пока из препарата не выделится весь активный йод.

Лечебный эффект наступает быстро, обычно в течение 15–30 секунд. В состав препарата входит высокомолекулярный полимер, являющийся сам по себе сильнейшим антиоксидантом и сорбентом токсических продуктов микробного и тканевого распада и оказывающий детоксикационное воздействие при отравлениях и хронических заболеваниях желудочно-кишечного тракта (атония преджелудков, гастроэнтерит, диспепсия и т.д.).

«Монклавит-1» применяют для обработки асептических и инфицированных ран кожи и слизистых оболочек (кроме конъюнктивы глаза), лечения абсцессов, гематом, ожогов и отморожений, стоматитов, грибковых поражений кожи, отитов, экзем, дерматитов, вульвовагинитов и эндометритов, маститов и желудочно-кишечных расстройств (диспепсий), для санации воздушной среды в присутствии животных и птицы, поверхностей ограждающих конструкций, мест нахождения животных, рук хирурга и операционного поля, а также для дезинфекции инкубационных яиц, инкубационных и выводных шкафов.

Йод, содержащийся в Монклавите в особой форме, усиливает процессы ассимиляторной фазы белкового обмена веществ, способствует усвоению организмом животного фосфора и кальция. Участие йода в синтезе белковых соединений железа, кобальта, цинка, меди и других металлов делает его необходимым для каталитического осуществления синтеза таких соединений, как гемоглобин, кобаламин и др.

Гормональный йод стимулирует и сенсibiliзирует симпатическую нервную систему и, тем самым, косвенно повышает приспособительные и защитные реакции организма. Усилению защитной реакции организма способствует повышение йодом фагоцитарной активности лейкоцитов и выраженные дезинтоксикационные свойства полимеров, содержащихся в Монклавите, по отношению к токсинам.

Стоит отметить, что Монклавит также обладает способностью инактивировать находящиеся в воздухе животноводческих помещений вредоносные газы, в том числе аммиак, что оказывает благотворное влияние на здоровье и продуктивность животных.

Таким образом, преимущества использования «Монклавит-1» в животноводстве основываются на универсальности этого препарата и возможности его комплексного применения.

1. «Монклавит-1» как **лекарственное средство** предназначен для:
 - Эффективного лечения и профилактики инфекционных заболеваний животных. Препарат обладает антибактериальными, фунгицидными, противовоспалительными и регенерирующими свойствами
 - Профилактики и лечения йод-дефицитных заболеваний животных. Повышения неспецифического иммунитета, стимуляции роста.
2. «Монклавит-1» как **дезинфицирующее средство** применяется для:
 - Санации воздушной среды в присутствии животных
 - Дезинфекции животноводческих помещений, инкубационных и выводных шкафов, инкубационных яиц
 - Улучшения гигиены получения молока.
3. Применение «Монклавита-1» позволяет **снизить затраты и повысить эффективность производства**, в том числе:
 - Уменьшить количество применяемых антибиотиков
 - Понизить токсичность кормов
 - Увеличить сохранность, прирост массы тела животных и вывод молодняка птицы
 - Увеличить выпуск готовой продукции.

4. Применение «Монклавита-1» позволяет **улучшить качество** животноводческой продукции по основным показателям, **получать обогащенную йодом продукцию.**

Вся продукция животноводства после применения «Монклавит-1» используется без ограничений.

2.3.3. Бактерицидные свойства «Монклавит-1» по отношению к возбудителям болезней птиц (в соавторстве с А. Яковлевой)

Так как значительная часть настоящего издания посвящена обогащению йодом яиц кур, мы сочли необходимым включить в него главу с описанием экспериментов по определению бактерицидных свойств препарата «Монклавит-1», предлагаемого в качестве йодирующего агента, по отношению к распространенным возбудителям болезней птиц.

Постановка опытов проходила под руководством заслуженного деятеля науки РФ, доктора ветеринарных наук, профессора, главного научного сотрудника ВНИВИП (Всероссийского Научно-Исследовательского Ветеринарного Института Птицеводства) Борисенковой Адели Наумовны. Исследование проводилось сотрудниками ВНИВИП и завода «Оргполимерсинтез»: Новиковой О. Б., Добриной М. С. и Яковлевой А. И.

Опыт 1. Определения чувствительности *S.enteritidis* к «Монклавит-1» in vitro и in vivo в лабораторных условиях.

В результате опыта in vitro, было установлено, что препарат обладает выраженным бактерицидным действием в отношении 10 исследуемых культур *S.enteritidis*. В пробирках со средами МПБ и МПА отмечено полное отсутствие роста бактерий.

После положительного результата опыта in vitro в экспериментальных условиях был поставлен опыт на 20 цыплятах 99-суточного возраста. В качестве контрольного теста был использован прижизненный метод исследования проб помета – цыплята были заражены *S.enteritidis*; через сутки же после заражения опытной группе выпаивали «Монклавит-1».

Таблица 2.3.3.1.

Количество птиц (%), у которых был выделен штамм *S.enteritidis*

День исследования	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Контрольная группа	80%	60%	60%	50%	40%	20%	0%	0%	0%
Опытная группа, выпаивание Монклавит-1» со 2-го дня	80%	30%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Всего от зараженных птиц было выделено 39 культур *S.enteritidis*, в том числе от контрольной группы птицы – 31 культура, а от опытной – 8 культур. С момента начала выпаивания «Монклавит-1» от опытной группы было выделено только 3 культуры *S.enteritidis*.

Полученные данные показали, что «Монклавит-1» обладает бактерицидной активностью в отношении *S.enteritidis* как in vitro, так и in vivo – на птице 99-суточного возраста его эффективность равна 70%.

Опыт 2. Определение эффективности «Монклавит-1» при выпаивании птице в условиях производства.

После того, как результат опыта *in vitro* был подтвержден на экспериментальной группе цыплят *in vivo*, испытания «Монклавит-1» продолжились в производственных условиях на поголовье 21400 кур-несушек 410-суточного возраста, кросса Хайсекс Уайт клеточного содержания. Препарат выпаивали курам с водой с помощью дозаторов ежедневно в течение 5 суток, из расчета 1,5 мл/голову в сутки.

Для изучения эффективности препарата исследовали пробы помета до и после выпаивания «Монклавит-1». Эффективность оценивали по результатам бактериологического исследования помета.

Таблица 2.3.3.2.

Исследуемый объект	Состояние микрофлоры до начала эксперимента	Состояние микрофлоры после выпаивания «Монклавит-1»
Помет, 18 проб до и после выпойки	Escherichia coli – 18 культур	Escherichia coli – 8 культур
	Citrobakter diverus – 7 культур	Citrobakter diverus – 2 культуры
	Enterobakter agglomerance – 3 культуры	Enterobakter agglomerance – 1 культура

Данные исследования показали, что «Монклавит-1» при выпойке в указанных дозах ингибирует развитие патогенной микрофлоры толстого кишечника, выделяемой с пометом.

Опыт 3. Определение эффективности «Монклавита-1» при аэрозольном применении в условиях производства.

Производственный эксперимент был проведен на одной из птицефабрик Российской Федерации на родительском стаде бройлеров 24-недельного возраста кросса Hubbard-F15.

Поголовье в птичнике – 12700 голов кур и петухов (из расчета 1 петух на 8 кур). Содержание напольное. Сохранность птицы – 98,82%. Яйценоскость – 7,2%. Падёж с начала посадки – 152 головы. Размеры птичника – 86×21×2,5; объём 4515 м³.

Обработку воздушной среды птичника «Монклавит-1» проводили аэрозольным методом в присутствии птицы из расчета 3 мл препарата на 1 м. куб. (с добавлением 1,4 л глицерина для стойкости аэрозоля) в течение 25 минут. С целью контроля эффективности применения препарата проводили бактериологическое исследование воздуха птичника до и после применения «Монклавит-1».

С целью исследования воздуха чашки с питательными средами (мясопептонный агар (МПА), солевой агар для выделения стафилококков и среда Эндо для выделения энтеробактерий) выдерживали открытыми в птичнике в течение пяти минут. Всего было 5 точек исследования (на протяжении всего птичника от начала до конца) на высоте 80 см – 1 м от пола. После чего чашки с МПА и со средой Эндо инкубировали в термостате в течение 24 часов при температуре +37 °С, а с солевым агаром – в течение 48 часов при той же температуре.

До применения «Монклавит-1»: Во всех пробах воздуха были выделены культуры кишечной палочки (*Escherichia coli*) и кокковой микрофлоры. В первых двух точках на чашках со средой Эндо отмечен сплошной рост кишечной палочки (невозможно подсчитать точное количество колоний).

Таким образом, в хозяйстве отмечена инфицированность птиц и воздушной среды помещения кишечной палочкой и кокковой микрофлорой.

После аэрозольного применения «Монклавит-1»: Во всех точках отмечено значительное снижение роста кишечной палочки, особенно в 1-й и 2-й точках, отмечен рост лишь единичных колоний *Escherichia coli*. Кокковая микрофлора в воздухе снизилась, но не столь значительно.

Полученные данные по изучению активности «Монклавит-1» при обработке воздушной среды птицеводческого помещения свидетельствуют об его высокой эффективности в отношении культур *Escherichia coli* в производственных условиях.

Вернемся теперь к рассмотрению вопросов обогащения йодом продукции животноводства.

2.3.4. Планирование и прогнозирование процесса обогащения йодом продуктов питания, коэффициент обогащения

Представляется необходимым создать математическую модель для определения дозы йодирующей добавки в корм или воду для получения заданного содержания йода в продуктах питания. Метод предполагает пересчёт исходной концентрации йода в добавке на общий йод, поэтому не зависит от типа вводимой добавки.

С этой целью нами был введён коэффициент обогащения $K_{\text{йод}}$, прямо пропорциональный концентрации йода в продукте и обратно пропорциональный количеству йода, потребляемого животным в сутки с кормом:

$$K_{\text{йод}} = C_{\text{I,foodstuff}} / C_{\text{I,feed}}, \quad (1)$$

где $C_{\text{I,foodstuff}}$ – концентрация йода в продукте, **мкг/unit** (мкг/кг, мкг/л, мкг/яйцо – в зависимости от объекта исследования);
 $C_{\text{I,feed}}$ – концентрация йода в корме, **мг/кг**.

Количество йода, потребляемое животным в сутки, определяется следующей простой формулой:

$$Q_{\text{I per bw}} = C_{\text{I,feed}} \times W_{\text{feed}} / W_{\text{animal}} \quad (2)$$

где $Q_{\text{I per bw}}$ – количество (*quantity*) йода, потребляемое животным в сутки, в расчёте на кг веса тела, **мг/кг bw¹**;
 $C_{\text{I,feed}}$ – концентрация (*concentration*) йода в корме, **мг/кг**;
 W_{feed} – вес корма (*weight*), потребляемого животным в сутки, **кг**;
 W_{animal} – вес животного, **кг**.

¹ bw – body weight (англ. ‘вес тела’), используется для обозначения расчёта на кг веса тела.

ГЛАВА 3.
Применение йод-содержащих добавок
и лекарственных средств в птицеводстве
и животноводстве.
Йодирование куриных яиц и куриного мяса.
Содержание йода в органах и тканях
животных и птицы

3.1. Содержание йода в куриных яйцах

Максимальное содержание йода в яйцах отмечается в США и Великобритании и составляет в среднем 30 мкг/яйцо, макс. – 50 мкг/яйцо. Европейские производители поставляют яйца с содержанием йода в среднем 10–25 мкг/яйцо или менее (Hardmann, 2005; Kaufmann, 1998; FEEDAP Panel, EFSA, 2005). В СССР среднее содержание йода в яйцах составляло 12 мкг/яйцо (Национальный доклад, 2006).

Йодированные яйца кур широко представлены на рынке Российской Федерации. Производители указывают содержание йода в яйцах от 27 до 50 мкг/яйцо.

Физико-химическая лаборатория компании «Техгеосервис» провела исследование содержания йода в йодированных куриных яйцах методом инверсионной вольтамперометрии, по методике, разработанной в ОАО НПП «Буревестник» и аттестованной в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ Р ИСО 5725–2002 (Части 1–6). Указанный метод отвечает всем требованиям, установленным РФ к качеству лабораторных испытаний и результатов измерений. Для анализа использовался вольтамперометрический анализатор АВА-3.

В качестве исследуемых образцов были взяты йодированные яйца нескольких российских птицефабрик. Образцы приобретены через предприятия розничной торговли Санкт-Петербурга. Результаты измерений представлены в таблице 3.1.1.

Таблица 3.1.1.

Птицефабрика	Торговая марка	Дата сортировки	Содержание йода, мкг/яйцо	
			Данные производителя	Результаты измерений
«Роскар»	«Активита»	07.11.08	50	29,4 ± 3,0 (5)*
		26.06.10	50	12,3 ± 0,6 (5)

Продолжение таблицы

Птицефабрика	Торговая марка	Дата сортировки	Содержание йода, мкг/яйцо	
			Данные производителя	Результаты измерений
«Роскар»	«Пользики»	17.11.08	50	48,2 ± 1,1 (3)
		05.07.10	50	26,8 ± 5,4 (4)
		07.08.10	50	21,7 ± 2,8 (3)
		23.08.10	50	33,7 ± 1,9 (3)
«Невская»	«Мамина забота»	26.11.08	27	21,2 ± 2,8 (5)
		11.08.10	не указано	12,1 ± 0,8 (5)
«Боровская»	«Жёлтое и белое»	19.11.08	не указано	41,8 ± 1,2 (5)
«Волжанин»	«Умница»	18.07.11	15 – 45	13,3 ± 0,7 (4)

* – в скобках () указано число проб.

Испытания, проведенные нашей лабораторией, показывают, что содержание йода в яйцах кур ниже, чем заявлено производителем – в среднем на 10–60% (а в некоторых случаях разница составляет 75%!). Нами также были проведены определения йода в яйцах кур после кулинарной обработки (результаты приводятся в пункте 3.11.).

Точность измерений исследованных образцов, проведенных лабораторией НПК «Техгеосервис», подтверждается измерением стандартного образца яичного порошка Whole Egg Powder, NIST RM 8415 (США).

Таблица 3.1.2.

Стандарт NIST RM 8415	Число измерений	Содержание йода, мкг/кг	
		Сертифицированные значения NIST (Национальный институт стандартов и технологий США)	Результаты измерений лаборатории НПК «Техгеосервис»
	8	1970 ± 460	1824 ± 147

Содержание йода в этом стандартном образце было определено специалистами Национального института стандартов и технологий США следующими методами: нейтронной активации с радиохимическим разделением, эпитеpmальным инструментальным методом нейтронной активации, методом абсорбционной спектpометрии и дифференциальной импульсной полярографии.

Результаты измерений лаборатории НПК «Техгеосервис» согласуются с результатами указанных высокоточных методов.

3.2. Минимальный, максимальный и оптимальный уровни содержания йода в яйцах кур

Минимальный уровень – 10 мкг/яйцо: Gesellschaft fur Ernahrungsphysiologie (Общество Физиологии Питания, Германия) и Национальный Исследовательский Совет (США) установили минимальные необходимые уровни содержания йода в корме для кур-несушек в 0,5 мг/кг, при этом расчетное содержание йода в яйце составляет не менее 10 мкг/яйцо

(необходимо учитывать погрешность измерений). В России нормативное содержание йода в кормах составляет 0,6–1,0 мг/кг.

Максимальный уровень – 70 мкг/яйцо: Уровень содержания йода в кормах кур 5 мг/кг в ЕС признан максимально безопасным для получения обогащенных йодом яиц как в отношении здоровья кур, так и потребителей йодированных яиц (European Food Safety Authority, Scientific Panel on additives and product or substances used in animal feed, FEEDAP Panel, EFSA, 2005), при этом расчетное содержание йода в яйце составит около 70 мкг.

Оптимальный уровень – 50 мкг/яйцо: Опираясь на выработанные мировым сообществом рекомендуемые и максимальные нормы потребления йода, принимая во внимание возможный негативный эффект от избыточного потребления этого микроэлемента, а также наш опыт по обогащению йодом яиц кур, предлагаем установить рекомендуемое содержание йода в йодированном сыром яйце в размере 50 мкг.

При содержании 50 мкг йода в курином яйце потребление 2–3 яиц взрослым человеком, до 2 яиц – подростком и 0,5-1 яйца – ребенком, обеспечит их йодом в размере суточной нормы. Даже в случае ЕЖЕДНЕВНОГО потребления яиц доза поступающего с пищей йода не приведет к негативными клиническим последствиям (табл. 3.2.1.).

Учитывая, что содержание этого микроэлемента в продуктах питания снижается при кулинарной обработке, для йодирования яиц должны использоваться только соединения устойчивые к термическому воздействию.

Таблица 3.2.1.

Количество яиц /сутки	Взрослые	Подростки	Дети от 1 года
	2–3 яйца	1–2 яйца	0,5–1 яйцо
Поступление йода из яиц (мкг/сут)	100–150 мкг	50–100	25–50
Максимальный уровень потребления йода UL, ЕС (мкг/сутки)	600	300–500	200

Стоит также отметить, что количество йода, поступающее в организм кур для обеспечения содержания 50 мкг йода в яйце, является безопасным для здоровья самих кур (FEEDAP Panel, EFSA, 2005).

3.3. Содержание йода в курином мясе

Содержание йода в курином мясе находится в прямой зависимости от содержания йода в корме. По данным европейских исследователей среднее содержание йода в грудных мышцах мяса кур может варьироваться от 56 до 1248 мкг/кг, в печени – от 16 до 9184 мкг/кг и в почках – от 22 до 6385 мкг/кг (FEEDAP Panel, EFSA, 2005).

Чешские учёные исследовали естественное содержание йода в мясе кур, сравнив при этом грудные и бедренные мышцы (Herzig, 2007). Согласно их работе содержание йода в мышцах бедра может превышать содержание йода в грудных мышцах в 2 – 3 раза. Уровень содержания йода, установленный в пробах мяса из хозяйств Чехии, составил в грудных мышцах от 11,4 до 24,3 мкг/кг (среднее 18,9), в бедренных мышцах – от 18,3 до 61,2 (среднее 38,1). Исследование было проведено в период с августа по сентябрь 2004 г.

По данным Министерства Здравоохранения РФ среднее содержание йода в тушке нейодированной курицы составляет 56 мкг/кг (Национальный доклад, 2006).

Эти данные полностью согласуются с результатами, полученными немецкими учёными, а также с отчётом, сделанным Еврокомиссией. При этом минимальные значения в представленных исследованиях соответствуют естественному уровню содержанию йода в мясе, который составляет порядка 20–50 мкг/кг (FEEDAP Panel, EFSA, 2005).

Близость же содержания йода в мясе к максимальным значениям говорит о проведении йодирования кормов посредством применения йод-содержащих добавок.

Исследование, проведенное Groppel (FEEDAP Panel, EFSA, 2005; Groppel, 1991), позволяет проследить зависимость содержания йода в различных типах мышечных тканей кур от уровня йодирования корма (таблица 3.3.1.). Так, при содержании йода в корме 10 мг/кг (йодирующая добавка KIO_3) содержание йода в грудных мышцах составляет 385 мкг/кг, в печени – 525 мкг/кг, а в сердце – 295 мкг/кг. Отмечается также, что содержание йода в сердечной мышце значительно превышает содержание йода в других органах, и даже у кур, не получавших йодированного корма, содержание йода в сердце составляло не менее 350 мкг/кг.

Таблица 3.3.1

Уровень йодирования корма	Содержание йода, мкг/кг сухого вещества		
	грудные мышцы	сердце	печень
Контроль (0,03 мг/кг DM*)	32	354	30
+ 0,1 мг/кг DM (KIO_3)	57	459	45
+ 1 мг/кг DM (KIO_3)	73	518	71
+ 10 мг/кг DM (KIO_3)	385	1295	525

* – DM = Dry Matter (англ. 'сухое вещество').

Содержание в корме кур-несушек и бройлеров минимального необходимого количества йода в 0,3-0,5 мг/кг [Gesellschaft fur Ernahrungsphysiologie (Общество Физиологии Питания, Германия) и Национальным Исследовательский Совет (США)] соответствует содержанию йода в грудных мышцах примерно в 50 мкг/кг (Groppel, 1991).

Максимальным достаточным уровнем Еврокомиссия полагает уровень йода в кормах 5 мг/кг, при этом концентрации йода в грудных мышцах по Groppel не превышает 385 мкг/кг (10 мг/кг KIO_3 соответствует 6 мг/кг йода).

ООО НПК «Техгеосервис» провело исследование содержания йода в мясе кур методом инверсионной вольтамперометрии. Анализ содержания йода в мясе кур выполнялся по МУК 4.1.1187-03. Для анализа использовался вольтамперометрический анализатор АВА-3.

В качестве исследуемых образцов были взяты 20 образцов мяса кур нескольких российских птицефабрик, приобретенных через предприятия розничной торговли Санкт-Петербурга. Результаты измерений представлены в таблице 3.3.2.

Таблица 3.3.2.

Расположение птицефабрики	Птицефабрика	Среднее содержание йода, мкг/кг		Отношение содержания йода в бедре к грудке
		грудка	бедро	
Ленинградская обл.	Роскар (дата изг. 16.04.09)	107	212	1,98
	Роскар (дата изг. 11.08.10)	–	164	–
	Северная	16,5	84	5,09
	Русско Высоцкая	11	58	5,27
Белгородская обл.	Приосколье	54,5	195	3,58
	Белгранкорм	<2	–	–

Содержание йода в бедре превышает содержание йода в грудке в 2 – 3,5 раза (при концентрации йода в бедре около 200 мкг/кг). При низких концентрациях устанавливается соотношение порядка 5. Данная пропорциональная зависимость согласуется с данными чешских исследователей (Herzig, 2007).

Тушки, мясо которых содержит большее количество йода, имеют лучший товарный вид, а наличие в их составе такого микроэлемента, как йод, делают их и более полезными для здоровья потребителя.

Полученные нами данные о содержании йода в грудных мышцах кур производства птицефабрик «Роскар» и «Приосколье» в 107 мкг/кг и 50 мкг/кг говорят об уровне йодирования кормов на этих птицефабриках, необходимом для восполнения йодной недостаточности и обеспечения синтеза гормонов щитовидной железы у кур. Куры, произведенные птицефабриками «Северная», «Русско-Высоцкая» и «Белгранкорм», не получают необходимого количества йода с кормом.

3.4. Исследование эффективности использования разных форм йода в качестве йодирующей добавки в корм. Максимальный уровень содержания йода в корме

Единой рекомендации по форме добавляемого йода не существует. Многообразие используемых добавок отражено в таблице 3.4.1.

Таблица 3.4.1.

Формы йода, применяемые в качестве кормовых добавок

Добавка			Исследователи
Форма йода	Наименование (торговая марка)	Формула (состав)	
Неорганическая форма йода – минеральные соли	Кальция йодат	$\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$	Yalcin, 2004
	Калия йодат	KIO_3	Ungelenk, 2000; S. Kaufmann, G. Wolfram, F. Delange, 1998
	Калия йодид	KI	
	«КаЙод»	KI	
Органическая форма йода – морские водоросли	Laminaria digitata		Ungelenk, 2000
	Ascophyllum nodosum		Ungelenk, 2000
	Eucheuma spinosum		S. Kaufmann, G. Wolfram, 1998
Йодированный белок коровьего молока	«ЙодДар»		ВНИТИП, 2008
Йод-полимерное лекарственное средство	«Монклавит-1»	0,1% $\text{I}_{\text{крист}}$ 0,2% KI, полимеры	ООО НПК «Техгеосервис»

Yalcin производит йодирование с помощью йодата кальция $\text{Ca}(\text{IO}_3)_2$. Однако полученное им содержание йода в яйцах является достаточно низким. Возможно это вызвано трудностью усваивания кальция организмом, а, соответственно, и йода, связанного с кальцием. Литовские исследователи R. Cepulienė et al. (2008), изучавшие стабильность различных йодных добавок в корм для кур, пришли к выводу, что йодид калия KI и йодид натрия NaI летучи и нестабильны в корме, хотя и часто используются. Исследователи рекомендуют применять в качестве йодирующих добавок более стабильные формы йода.

Ungelenk (2000) и Kaufann (1998) в своих работах наблюдали за процессом йодирования, применив в качестве добавок различные типы водорослей. Но полученные результаты говорят о нестабильности водорослей как добавок.

Kroupova (2006) в своей работе выявила сезонную зависимость содержания йода в яйцах. Осенью и зимой содержание йода в яйцах, по сравнению с результатами весеннего и летнего периодов, выше на 10%, а иногда и на 60%. Это объясняется переменой в рационе кур, так как в Чехии, где проводилось исследование, осенью и зимой куры питаются сухими кормами, обогащёнными микроэлементами, в том числе и йодом.

Работ, посвящённых нахождению максимального допустимого уровня содержания йода в корме, крайне мало. Peterson (1997) отмечает изменения репродуктивной способности кур, получающих корм с концентрацией йода 40 мг/кг, что при среднем уровне потребления корма курой в 125 грамм (Lichovnicova, 2004) соответствуют 5 мг йода в день.

Arrington (1968) в своём исследовании отмечает, что признаками начала токсикоза у кур является сокращение производства яиц и изменения размера яйца. Многие исследователи указывают основные признаки токсикоза – ухудшение продуктивности кур, их состояния, изменение вида и качества яиц. Превышение максимального уровня содержания йода в корме на порядок вызывает у кур нарушения репродуктивной функции.

3.5. Йодирование куриных яиц. Коэффициент обогащения йодом куриных яиц

На основании многочисленных исследований, проводимых европейскими учеными, мы определили зависимость содержания йода в яйце от концентрации йода в корме, и рассчитали коэффициент обогащения для куриных яиц:

$$K_{\text{йод}} = C_{\text{I,egg}} / C_{\text{I,feed}}, \quad (1.a)$$

где $C_{\text{I,egg}}$ – концентрация йода в яйце, мкг/яйцо;
 $C_{\text{I,feed}}$ – концентрация йода в корме, мг/кг;
 $K_{\text{йод}}$ – коэффициент обогащения.

Результаты расчёта коэффициента обогащения для всех исследованных нами данных можно увидеть в таблице 3.5.1., а также 3.5.2. и 3.5.3. Рекомендованное содержание йода в йодированном яйце – 50 мкг. В среднем такое содержание достигается при значении коэффициента обогащения яиц $K_{\text{йод}} = 14$ (таблица 3.5.1.). Lichovnicova (2004) в своём исследовании приняла средний уровень потребления корма равный 125 г/сутки.

Таблица 3.5.1.

Расчётные значения коэффициента обогащения $K_{\text{йод}}$

Содержание йода в яйце $C_{\text{I,egg}}$, мкг/яйцо	Коэффициент $K_{\text{йод}}$
менее 50	от 18 до 36, среднее по исследованиям – 19
50 – 100	14
более 100	менее 14, вплоть до 8

Таблица 3.5.2.

Обобщённая таблица

Общая концентрация йода в корме, $C_{I,feed}$	Кол-во йода, потребляемое курой в сутки, $Q_{I per bw}$	Содержание йода в яйце, $C_{I,egg}$	Коэффициент $K_{йод}$	Исследование (тип исследуемой матрицы*)	Результат
мг/кг	мкг/(кгbw)	мкг/яйцо			
0,4	50	7,4	18,5	Richter (м) (1995)	контроль
0,5	62,5	17,7	35,4	Kaufmann (ж/б) (1998)	
0,9	112,5	17,5	19,4	Richter (м)	
1	125	27,3	27,3	Kaufmann (ж/б)	Высокая продуктивность птицы
2	250	38	19,0	Kaufmann (ж/б)	
5	625	65,6	13,1	Kaufmann (ж/б)	
5,4	675	77,4	14,3	Richter (м)	
20,4	2550	371	18,2	Richter (м)	
40,4	5050	565,51	14,0	Richter (м)	Нарушение репродуктивной способности, сокращение производства яиц и изменение размера яиц
2 мл «Монклавит-1»**	5080	335,1	8,2	Техгеосервис (ж)	Изменение общ.морфологии яиц

* – для расчёта содержания йода в яйце использовалась концентрация йода в: (ж/б) – желтке и белке; (ж) – желтке; (м) – меланже.

** – экспериментальная, избыточная доза «Монклавит-1», не применяемая для йодирования яиц.

Таблица 3.5.3.

Обобщённая таблица йодирования яиц при помощи йодата кальция

Общая концентрация йода в корме, $C_{I,feed}$	Кол-во йода, потребляемое курой в сутки, $Q_{I per bw}$	Содержание йода в яйце, $C_{I,egg}$	Коэффициент $K_{йод}$	Исследование (тип исследуемой матрицы)	Результат
мг/кг	мкг/(кг bw)	мкг/яйцо			
0,8	100	8,3	10,4	Yalcin (ж/б)* (2004)	
2,9	362,5	12,5	4,3	Yalcin (ж/б)	
5,2	650	21,1	4,1	Yalcin (ж/б)	
11,1	1387,5	36,69	1,9	Yalcin (ж/б)	Ув. потребл. корма, ум. яичн.индекс
21,5	2687,5	62,99	2,9	Yalcin (ж/б)	Ув. потребл. корма, ум. яичн.индекс

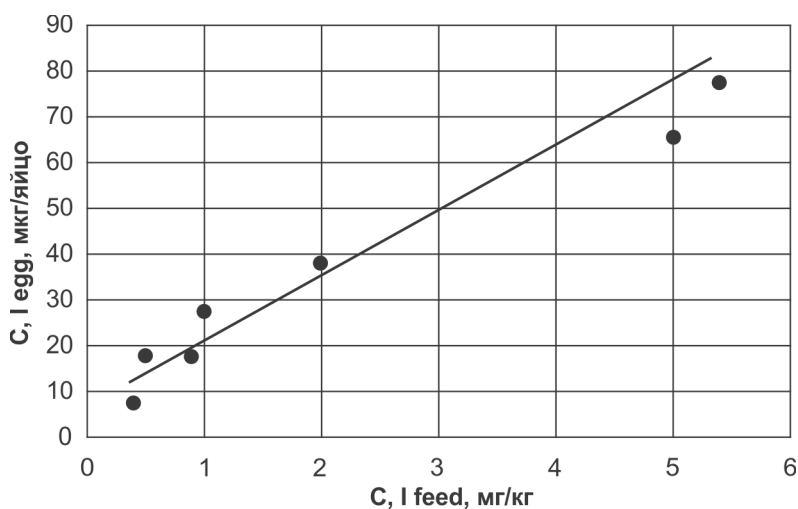
* – для расчёта содержания йода в яйце использовалась концентрация йода в желтке и белке.

Исследователи не пришли к единой форме представления и, следовательно, понимания полученных результатов. Это следует из того, что расчёт содержания йода в яйце понимается каждым исследователем по-своему. Так Richter берёт для анализа меланж (всю съедобную часть яйца); Yalcin и Kaufmann анализировали по отдельности желток и белок; Ungelenk, Кгочурова и мы взяли за исследуемую матрицу только желток. Наш вывод не случаен. Как правило, желток составляет 35% от съедобной части яйца, а содержание йода в белке – 3% от концентрации йода в желтке (FEEDAP Panel, EFSA, 2005). Принимая за средний вес яйца 60 г, а скорлупы – 7 г (Щербатов, 2005), становится возможным определить в дальнейшем содержание йода в яйце, используя простой математический пересчёт.

В среднем при уровне йодирования 5 мг I/кг корма (максимально разрешенном в ЕС) достигается содержание йода в яйце порядка 70 мкг.

График 1.

Зависимость содержания йода в яйце от содержания йода в корме



3.6. Применение препарата «Монклавит-1» для обогащения йодом куриных яиц

Предлагаем использовать для йодирования яиц лекарственный препарат «Монклавит-1», применение которого в качестве йодирующей добавки удовлетворяет условиям производства обогащенной продукции (п. 2.3.).

Рассчитаем количество препарата «Монклавит-1», необходимое для получения яйца с содержанием йода 50 мкг/яйцо. Содержание йода в препарате составляет не менее 2,5 мг/мл. Принимаем для расчетов вес курицы за 1 кг, потребление корма в день – 125 г. Кйод = 14 для яиц с содержанием йода 50 мкг/яйцо.

1. Определим концентрацию йода в корме:

$$C_{I,feed} = C_{I,egg} / \text{Кйод} = 50 / 14 = 3,57 \text{ мг/кг}$$

2. Таким образом птица получает в день следующее количество йода:

$$Q_{I \text{ per bw}} = 3,57 \text{ мг/кг} * 0,125 \text{ кг} / 1 \text{ кг} = 0,45 \text{ мг (на 1 кг веса птицы)}$$

3. Вычисляем объём Монклавита, содержащий столько же йода:

$$V_{\text{монс per bw}} = Q_{I \text{ per bw}} / 2,5 \text{ мг/мл} = 0,445 / 2,5 = 0,18 \text{ мл (на 1 кг веса птицы)}$$

Используя такую же последовательность, мы рассчитали добавку препарата для различных значений содержания йода в яйце (таблица 3.6.1.).

Таблица 3.6.1.

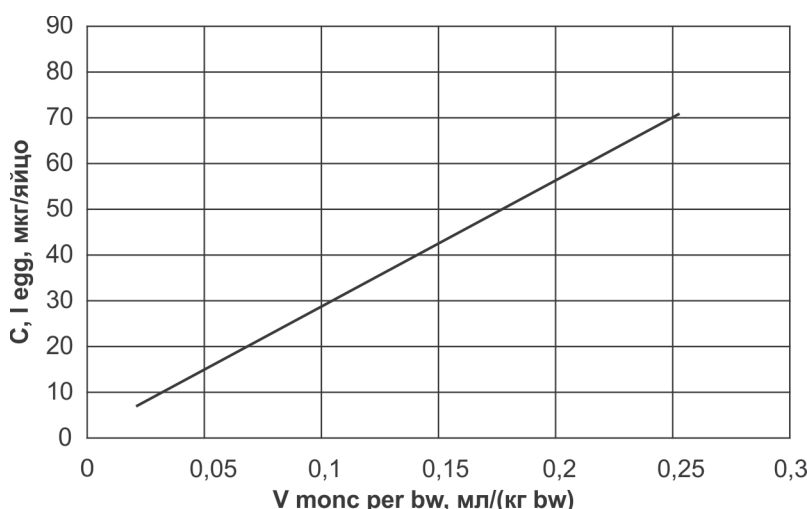
Концентрация йода в корме, $C_{I,feed}$	Кол-во йода, потребляемого курой в сутки*, $Q_{I \text{ per bw}}$	Кол-во препарата «Монклавит-1», потребляемое в сутки*, $V_{\text{монс per bw}}$	Содержание йода в яйце, $C_{I,egg}$	Физиологическая значимость
мг/кг	мг/кг bw	мл/(кг bw)	мкг/яйцо	
0,5	0,06	0,025	7	Нормальный синтез тироксина
1,0	0,13	0,050	14	
1,5	0,19	0,075	21	
2,0	0,25	0,100	28	
2,5	0,31	0,125	35	
3,0	0,38	0,150	42	
3,5	0,45	0,175	49	Получение йодированных яиц
4,0	0,50	0,200	56	
5,0	0,63	0,250	70	Макс. уровень йодирования яиц

* – расчёт производился на 1 кг веса курицы с учётом суточного потребления корма, принятым нами как 125 г.

Таблица 3.6.1. наглядно показывает простоту и удобство использования препарата «Монклавит-1» для получения йодированных яиц. Какое бы содержание йода в яйце не требовалось получить, доза потребления препарата «Монклавит-1» при этом весьма незначительна.

График 2.

Расчетная зависимость содержания йода в яйце от количества препарата «Монклавит-1», потребляемого в сутки



Данная методика расчёта количества йодирующей добавки позволит без труда планировать и прогнозировать процесс обогащения йодом куриных яиц.

Ежедневная доза «Монклавит-1» используемая для получения йодированных яиц более чем в 10 раз меньше фармакологической, лечебной дозы этого препарата (см. п. 3.7.), что позволяет не опасаться случайной передозировки даже в несколько раз при йодировании продукции.

Йод, находящийся в препарате в форме полимерного комплекса, устойчив при применении и сохраняется в продуктах при кулинарной обработке.

Расчетный расход препарата Монклавит на 1 голову составляет:

Для обеспечения физиологических потребностей в йоде (как для кур несушек, так и для бройлеров)*:	0,025-0,05 мл/сутки (0,75–1,5 мл/месяц)
Для производства йодированных яиц с содержанием йода 50 мкг/яйцо :	0,175 мл/сутки (5,25 мл/месяц)
Фармакологическая доза:	2 мл/сутки

* – для визуализации расчётов отмечаем объёмное соответствие 0,05 мл с одной каплей медицинской пипетки; 0,1 мл – 2 капли и т. д.

После прекращения выпойки Монклавита концентрация йода в яйцах начинает снижаться и достигает фоновых значений уже через 4–5 суток.

Введение небольших доз йода в рацион птицы позволяет использовать в кормах такой идеальный ингредиент как рапсовое масло. Однако содержание в составе рапсового масла глюкозинолатов, относящихся в категории зобогенов, существенно ограничивают его применение. И хотя в современных сортах рапса содержание глюкозинолатов и тиоцианатов значительно уменьшено, применение рапсового масла может привести к значительному

увеличению веса щитовидной железы и снижению продуктивности птицы. Этот негативный эффект может быть скомпенсирован при введении в рацион птицы дополнительных доз йод-содержащих препаратов (М. Lichovnikova, L. Zeman, 2004), к категории которых и относится Монклавит.

Согласно исследованию Baker et al. (2003) добавка брома в корм даёт возможность преодолеть негативные последствия от передозировки йода.

Вещества, блокирующие усвоение йода, также содержатся во многих видах капусты (белокачанной, цветной, брокколи, кольраби, брюссельской), репе, кукурузе, орехах, а также в соевой муке. Однако, можно ли компенсировать возможное негативное влияние фармакологических доз йода на щитовидную железу, например, при лечении и профилактике заболеваний птицы, введением рапсового масла или этих ингредиентов в кормовой рацион – вопрос очень сложный.

Ряд лабораторных экспериментов на крысах, поставленных в 1990–2000-х годах в Европейском союзе, подтвердил негативное влияние избытка тиоцианатов на фоне совместного дефицита йода и селена в рационе животных на развитие патологий щитовидной железы (Contempre, 1995, 2004). Хотя созданная в ходе лабораторных исследований модель не встречается ни в естественных условиях, ни в условиях содержания животных в хозяйствах, мы полагаем, что к использованию в кормах указанного растительного сырья следует относиться с крайней осторожностью, одновременно обеспечив поступление селена в организм животных в соответствии с физиологическими нормами.

Очевидно, что вопрос о введении в рацион птицы веществ, оказывающих влияние на функционирование эндокринной системы, чрезвычайно сложный и только опыт их практического применения на действующем животноводческом производстве является действенным критерием безопасности тех или иных методик, химических соединений и кормовых добавок.

3.7. Максимальная добавка препарата «Монклавит-1» в пищевой рацион кур, не оказывающая негативного воздействия на организм кур

При очень высоких уровнях добавки йода в корм возможно негативное воздействие на организм кур.

Определим максимально допустимую добавку препарата «Монклавит-1».

В работе Richter (1995) указано, что при концентрации йода в кормах 40 мг/кг отмечались неблагоприятные изменения здоровья кур. При употреблении такого корма кура получает около 5000 мкг йода в сутки.

Рассчитаем концентрацию йода в Монклавите:

Монклавит содержит: не менее 0,1% $I_{\text{крист}}$ и 0,2% KI

$$C[I] = C[I_{\text{крист}}] + C[I]$$

$$C[I_{\text{крист}}] = 0,1\% = 1000 \text{ мг/кг}$$

из пункта 2.2.:

$$C[I] = C[KI] * 0,764 = 2000 \text{ мг/кг} * 0,764 = 1528 \text{ мг/кг}$$

$$C[I] = 1000 + 1528 = 2528 \text{ мг/кг}$$

плотность Монклавита $\rho = 1,005 \text{ г/см}^3$

$$C[I], \text{ мг/л} = \rho * C[I], \text{ мг/кг} = 1,005 * 2528 = 2540,6 \text{ мг/л},$$

что соответствует 2540,6 мкг/мл

В 1 мл Монклавита содержится 2540,6 мкг йода I:

1 мл Монклавита – 2540,6 мкг

X мл – 5000 мкг

Используя правило пропорций, вычисляем:

$$X = (1 \cdot 5000) / 2540,6 = 1,97 \text{ мл/сутки}$$

Таким образом, указанной в работе Peterson (1997) концентрации 40 мг I/кг корма соответствует потребление Монклавита 1,97 мл/сутки, т.е. около **2 мл**.

Исследования, проведённые лабораторией «Техгеосервис», позволяют проследить данные метаморфозы. В качестве йодирующей добавки использовался лекарственный препарат «Монклавит-1». При его использовании в количестве 2 мл/голову (не менее 5080 мкг) нами были сделаны следующие наблюдения: изменение общей морфологии яйца, изменение размеров яиц (как правило, в сторону увеличения), нарушение осевой симметрии, неравномерность толщины скорлупы (местами её хрупкость, доходящая до прозрачности, местами утолщения), многочисленные вкрапления и выпуклости.

При этом никакого негативного влияния экспериментальной дозировки «Монклавит-1» на здоровье стада птиц отмечено не было. Указанные изменения в куриных яйцах могли быть вызваны и иными причинами, так как для исследования не были предоставлены контрольные образцы яиц, а у яиц с содержанием йода 20–50 мкг/яйцо данные изменения не наблюдались.

3.8. Кинетика процесса обогащения яиц йодом

Изучив многочисленные научные публикации, посвящённые обогащению пищевых продуктов микроэлементом йодом, нами был сделан вывод, что очень мало внимание уделяется изучению самого процесса йодирования, его механизму и кинетике.

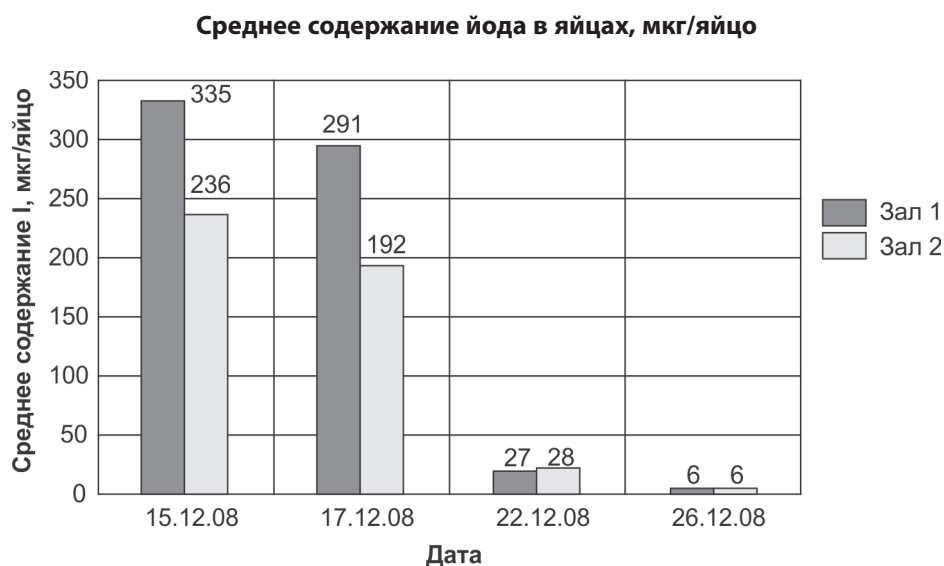
Накопив большое количество данных, достаточное для изучения вопросов механизма и кинетики процессов йодирования, по заявке завода изготовителя препарата «Монклавит-1» мы провели исследование, позволившее сделать выводы, подкреплённые реальными практическими экспериментами.

Для осуществления обогащения пищевых продуктов в данном исследовании использовался лекарственный препарат «Монклавит-1».

Исследование проводилось на одной из птицефабрик РФ в декабре 2008 г. Препарат рекомендовалось выпаивать курам по 2 мл на голову, при этом 2 мл «Монклавит-1» соответствуют \approx 5000 мкг йода. Процесс выпаивания и отбора яиц для исследования осуществлялся работниками птицефабрики. Выпойка была прекращена 14 декабря 2008г., отбор яиц кур происходил, начиная с 15 декабря. Для химико-аналитических исследований птицефабрика предоставила 48 яиц.

Как видно из графика 3, через 7 дней после прекращения выпойки содержание йода в яйцах составляет около 50 мкг и их можно употреблять в пищу. 10 дней являются тем сроком, когда действие йодирующей добавки прекращается полностью. Исследование позволило установить, что в первые дни после последней выпойки наблюдаются изменения внешних параметров яиц: изменения общей морфологии, нарушение осевой симметрии, изменения размеров яиц, неравномерность толщины скорлупы, многочисленные вкрапления и выпуклости на ней, а также всплески массы яиц (максимум наблюдался 17.12.08 и составил 79,3 г). Однако через неделю внешний облик яиц и их геометрия стабилизируются. На графике 4 наглядно показано наступление равновесия.

График 3.



Таким образом, совершенно очевидно, что процесс йодирования является управляемым. Уже через 5–7 дней после прекращения выпойки содержание йода в яйцах самопроизвольно стабилизируется.

Возможно существует прямая зависимость между физическими и геометрическими параметрами яиц от содержания йода в них, и изменения этих параметров могут использоваться как качественный признак нарушения дозирования или режимов выпойки препарата.

График 4.



3.9. Опыт практического применения препарата «Монклавит-1» для обогащения йодом яиц кур

Производственные опыты по обогащению йодом куриных яиц были поставлены на ЗАО «Птицефабрика «Лаголово», ООО «Авангард», и ОАО «Птицефабрика Приморская» совместно с ветеринарными специалистами завода «Оргполимерсинтез», производителя лекарственного средства «Монклавит-1», использовавшегося в качестве йодирующего агента.

На ОАО «Птицефабрика Приморская» производственный опыт проводился в 2010 году, а в 2011 году предприятие начало промышленное производство йодированной продукции.

Препарат применялся перорально, подавался через систему водопоеения, норма ввода препарата базировалась на расчетах, проводимых в предыдущих пунктах настоящего издания, с учетом технологических потерь.

В связи с тем, что «Монклавит-1» является лекарственным средством и при выпаивании, кроме функции источника стабильного нетоксичного йода, играет роль дезинфектанта системы водопоеения, на птицефабрике «Лаголово» также производилась оценка свойств препарата при профилактике бактериальных заболеваний кур-несушек.

Экспертиза результатов проводилась в ФГУ «Ленинградская межобластная ветеринарная лаборатория», клинико-биохимической лаборатории ФГОУ ВПО «СПБГАВМ», лаборатории ООО НПК «Техгеосервис» и ГНУ ВНИВИП Россельхозакадемии.

Определение содержания йода в куриных яйцах проводилось лабораторией НПК «Техгеосервис» методом инверсионной вольтамперометрии по методике, разработанной в ОАО НПП «Буревестник» и аттестованной в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ Р ИСО 5725-2002 (Части 1-6). Указанный метод отвечает всем требованиям, установленным РФ к качеству лабораторных испытаний и результатов измерений. Для анализа использовался вольтамперометрический анализатор АВА-3.

Содержание йода было замерено в 148 куриных яйцах.

Точность измерений подтверждается измерением стандартного образца яичного порошка Whole Egg Powder, NIST RM 8415 (США) (таблица 3.9.1.).

Таблица 3.9.1.

Стандарт NIST RM 8415	Число измерений	Содержание йода, мкг/кг	
		Сертифицированные значения NIST (Национальный институт стандартов и технологий США)	Результаты измерений лаборатории НПК «Техгеосервис»
	12	1970 ± 460	1803 ± 69

Измерение толщины скорлупы проводилось согласно Методическому руководству для зоотехнических лабораторий «Оценка качества кормов, органов, тканей, яиц и мяса птицы» В. И. Фисинин, А. Т. Тищенко, И. А. Егоров и др., ВНИТИП, г. Сергиев Посад, 2007.

При проведении опыта на птицефабрике «Приморская» также определялась концентрация йода в мясе кур-несушек, которым выпаивался препарат Монклавит (таблица 3.9.5.).

Проведенные промышленные испытания подтвердили, что процесс обогащения йодом куриного яйца при помощи препарата Монклавит является контролируемым, а содержание йода в яйце – предсказуемым. Результаты приведены в таблицах 3.9.2. – 3.9.4.

Таблица 3.9.2.

**Результаты производственных испытаний
по обогащению йодом яиц кур**

Птицефабрика	Характеристика стада птиц	Дозировка и методика ввода препарата
«Лаголово», производство товарного яйца	Производственное стадо, поголовье птиц, участвующих в опыте, – 21900 голов, кросс «Хайсекс Браун», возраст 780 дней, содержание клеточное	0,36-0,4 мл/гол в сутки, ежедневно; длительность исследования – 22 дня
«Авангард», производство товарного яйца	Производственное стадо, поголовье птиц, участвующих в опыте, – 80000 голов, средний вес птицы 1,5 кг	0,3 мл/кг веса птицы в режиме: неделя выпойка, неделя перерыв; длительность исследования – 1 месяц
«Приморская», производство товарного яйца (производственный опыт)	Производственное стадо, поголовье птиц, участвующих в опыте, – 8000 голов, средний вес птицы 1,8 кг	0,3 мл/кг веса птицы в течении первых 7 дней, 2 дня перерыв; далее по 6 дневному циклу: 1 день – 0,3 мл/кг; 2, 3 день – 0,2 мл/кг; 4, 5, 6 день – перерыв; длительность исследования – 30 дней
«Приморская», производство товарного яйца	Производственное стадо	Методика как в производственном опыте, длительность исследования – 3 месяца

Таблица 3.9.3

Птицефабрика	Концентрация йода в яичном желтке (мкг/кг)			Содержание йода в яйце (мкг/яйцо)		
	Отбор яиц до начала опыта	Отбор яиц в период выпойки	Отбор яиц при перерыве в выпойке	Отбор яиц до начала опыта	Отбор яиц в период выпойки	Отбор яиц при перерыве в выпойке
«Лаголово» (октябрь–декабрь 2009)	1380 ± 141 (5)*	2528 ± 155 (43)	перерыва в выпойке не было	32 ± 3	60 ± 4	перерыва в выпойке не было
«Авангард» (март–апрель 2010)	5 ± 1 (5)	1936 ± 178 (5)	нет проб	менее 1	52 ± 5	нет проб
«Приморская», опыт (сентябрь–октябрь 2010)	687 ± 109 (5)	1865 ± 86 (16)	1531 ± 134 (9)	14 ± 2	42 ± 1	35 ± 3
«Приморская», производство (7-й зал) (май–август 2011)	–	2086 ± 69 (20)	1782 ± 59 (25)	–	43 ± 1	36 ± 1
«Приморская», производство (зал П-14) (июль–август 2011)	524 ± 97 (5)	2405 ± 206 (5)	1938 ± 220 (5)	10 ± 2	44 ± 2	37 ± 2

* – в скобках () указано число проб.

Таблица 3.9.4.

Птицефабрика	Толщина скорлупы (микромметр, мкм)	
	Отбор яиц до начала опыта	Отбор яиц в период выпойки
«Лаголово» (октябрь–декабрь 2009)	407 ± 30 (5)	426 ± 10 (43)
«Авангард» (март–апрель 2010)	335 ± 20 (5)	404 ± 30 (5)
«Приморская», опыт (сентябрь–октябрь 2010)	365 ± 50 (5)	388 ± 10 (16)
«Приморская», производство (7-й зал) (май–август 2011)	–	402 ± 9 (20)
«Приморская», производство (зал П-14) (июль–август 2011)	349 ± 17 (5)	402 ± 27 (5)

Таблица 3.9.5.

Описание пробы, птицефабрика «Приморская» (производственный опыт)	Средняя концентрация йода, мкг/кг	
	Бедро	Грудка
Кура-несушка, до выпаивания «Монклавит-1» (контрольная проба)	68 ±6 (2)	59 ± 19(2)
Кура-несушка, после выпаивания «Монклавит-1»	380 ±13 (3)	219 ± 51 (2)

Выводы по результатам производственных испытаний и производства йодированной продукции.

1. Получение йодированных яиц.

Подтверждена прямая зависимость между содержанием йода в пищевом рационе кур-несушек и содержанием йода в товарном яйце. Во всех опытах удалось получить обогащенные йодом товарные куриные яйца с содержанием йода 42–60 мкг/яйцо.

2. Профилактика заболеваний стада птиц.

В проведенных опытах использовались различные модели перорального введения препарата, с чередованием периодов выпаивания и периодов покоя, когда выпойка препарата не производилась. При этом во время периодов покоя содержание йода в яйцах несколько уменьшалось, также незначительно снижалась толщина скорлупы. Так, в опыте на птицефабрике «Приморская» наблюдалось снижение содержания йода в яйцах до 20%, однако, и в данном случае полученные яйца относятся к категории йодированных.

Как правило, при обогащении куриных яиц йодом при помощи неорганических или органических соединений, содержащих йод, концентрация йода в рационе птицы постоянна на всем протяжении производственного цикла. В нашем случае методика «выпойка-покой» использовалась с целью достижения максимальных концентраций лекарственного средства Монклавит в системе водопоя, который, как указывалось выше, оказывает сильное дезинфицирующее действие, очищая внутренние поверхности труб от патогенных микроорганизмов, таких как *Escherichia*, *Pseudomonas*, *Staphylococcus*, *Camplilobacter* и многих других.

Применяемый метод продемонстрировал свою эффективность. Проведенные на птицефабрике «Лаголово» микробиологические исследования выявили высокое saniрующее действие Монклавита (таблица 1).

Таблица 3.9.6.

Исследуемый объект	Состояние микрофлоры до начала эксперимента	Состояние микрофлоры после выпаивания Монклавита
Воздух	<i>Coccus</i> , <i>E. coli</i>	Значительное снижение <i>Coccus</i> ; <i>E. coli</i> – не выделена
Вода	<i>Coccus</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. vulgaris</i>	Значительное снижение <i>Coccus</i> ; <i>E. coli</i> , <i>P. vulgaris</i> – не выделены
Помет	<i>Coccus</i> , в том числе микроаэрофильные стафилококки, <i>E. coli</i> , <i>P. vulgaris</i>	Снижение <i>Coccus</i> ; <i>E. coli</i> , <i>P. vulgaris</i> , микроаэрофильные стафилококки – не выделены

Исследования показали, что Монклавит, выпаиваемый в малых дозах, привел к значительному снижению микробной нагрузки не только в системе водопоя и помете, что можно было предположить, но и в воздушной среде!

При этом у кур не выявлено признаков йодизма, а также побочных явлений и осложнений, связанных с выпойкой Монклавита. Сохранность птицы и потребление ею корма соответствовала хозяйственным показателям. Яйценоскость повышалась с первых дней испытаний, также было отмечено снижение боя снесенных яиц, что связано с повышением прочности скорлупы.

На птицефабрике «Приморская» в течение производственного опыта отмечено небольшое повышение сохранности поголовья (0,015%) и яйценоскости.

3. Улучшение качества скорлупы.

Проведенные исследования также показывают, что увеличение количества йода в рационе птицы, при прочих равных условиях, приводит к увеличению толщины скорлупы и повышению ее качества. Мы полагаем, что данный эффект связан с лучшим усвоением кальция и других веществ, вызванным стимуляцией щитовидной железы препаратами йода.

Так, на птицефабрике «Лаголово» наблюдается увеличение толщины скорлупы на 18 мкм; на птицефабрике «Авангард» – на 69 мкм; на птицефабрике «Приморская» в период проведения производственного опыта – на 23 мкм, а в период производства – на 53 мкм.

Таким образом, введение лекарственного средства Монклавит в систему водопоя в небольших дозах является комплексным решением, поскольку позволяет не только обеспечить обогащение товарных яиц йодом, улучшить качество скорлупы, но и профилактировать заболевания стада птиц.

3.10. Зависимость толщины скорлупы яиц от содержания йода в пищевом рационе кур-несушек

Решение задачи улучшения качества скорлупы имеет большое экономическое значение и ведет к увеличению прибыли предприятия. На некоторых птицефабриках потери товарных яиц из-за плохой скорлупы составляют более 10%.

Скорлупа играет важнейшую роль в развитии эмбриона. Она дает физическую защиту, обеспечивает дыхание эмбриона, служит источником кальция, необходимого для развития зародыша. Пищевая и, соответственно, коммерческая ценность яиц также зависят от качества скорлупы. Толстая и прочная скорлупа является надежным барьером для бактерий и патогенных грибов, препятствует адсорбции яйцом внешних запахов и обеспечивает сохранность яиц на птицефабрике и при транспортировке.

Здоровье птицы и ее полноценное питание – ключевые факторы, обеспечивающие качество яиц и скорлупы. Условия содержания, температурный режим, вентиляция помещений, освещение, содержание в кормах кальция и фосфора в усваиваемой форме и в оптимальном соотношении, обеспеченность птицы микроэлементами (йодом, цинком, марганцем, магнием) – все это оказывает существенное влияние на качество скорлупы.

Физико-химическая лаборатория НПК «Техгеосервис» провела оценку качества скорлупы яиц кур, полученных в рамках исследований по применению препарата Монклавит для обогащения йодом продуктов питания и влияния препарата на физиологическое состояние животных. При этом также изучались куриные яйца, приобретенные в предприятиях розничной торговли Санкт-Петербурга.

Часть результатов измерений приведены в пункте 3.9. В настоящем пункте 3.10. дается более подробное рассмотрение вопроса, а также представлены результаты измерений, полученные для яиц производства ЗАО «Птицефабрика Роскар», ООО «Леноблптицепром» и ОАО «Волжанин». В целом была замерена толщина скорлупы 126 яиц.

Проведенные исследования показывают наличие прямой зависимости между содержанием йода в яйце и толщиной скорлупы, при условии сбалансированного питания и нормальных условий содержания (график 3.10.1.). Чем больше содержание йода в яйце, тем толще скорлупа. Результаты измерений приведены в таблице 3.10.1.

Таблица 3.10.1.

Зависимость толщины скорлупы от содержания йода в яйце

Наименование птицефабрики	№ на графике	Время отбора пробы	Концентрация йода в желтке яйца, мкг/кг	Содержание йода в яйце, мкг	Толщина скорлупы, мкм
«Лаголово»	1	До начала опыта (29.10.09)	1380 ± 141 (5)*	32 ± 3	407 ± 30
«Лаголово»	2	Период выпойки Монклавита (ноябрь–декабрь 2009)	2528 ± 155 (43)	60 ± 4	426 ± 10
«Авангард»	3	До начала опыта (29.03.10)	5 ± 1 (5)	менее 1	335 ± 20
«Авангард»	4	Середина 2-го периода выпойки Монклавита (апрель 2010)	711 ± 157 (5)	15 ± 4	358 ± 10
«Авангард»	5	Окончание 1-го периода выпойки Монклавита (апрель 2010)	1936 ± 178 (5)	52 ± 5	404 ± 30
«Приморская», опыт	6	До начала опыта (13.09.10)	687 ± 109 (5)	14 ± 2	365 ± 50
«Приморская», опыт	7	Окончание периодов выпойки Монклавита (сентябрь–октябрь 2010)	1865 ± 86 (16)	42 ± 1	388 ± 10

Продолжение таблицы

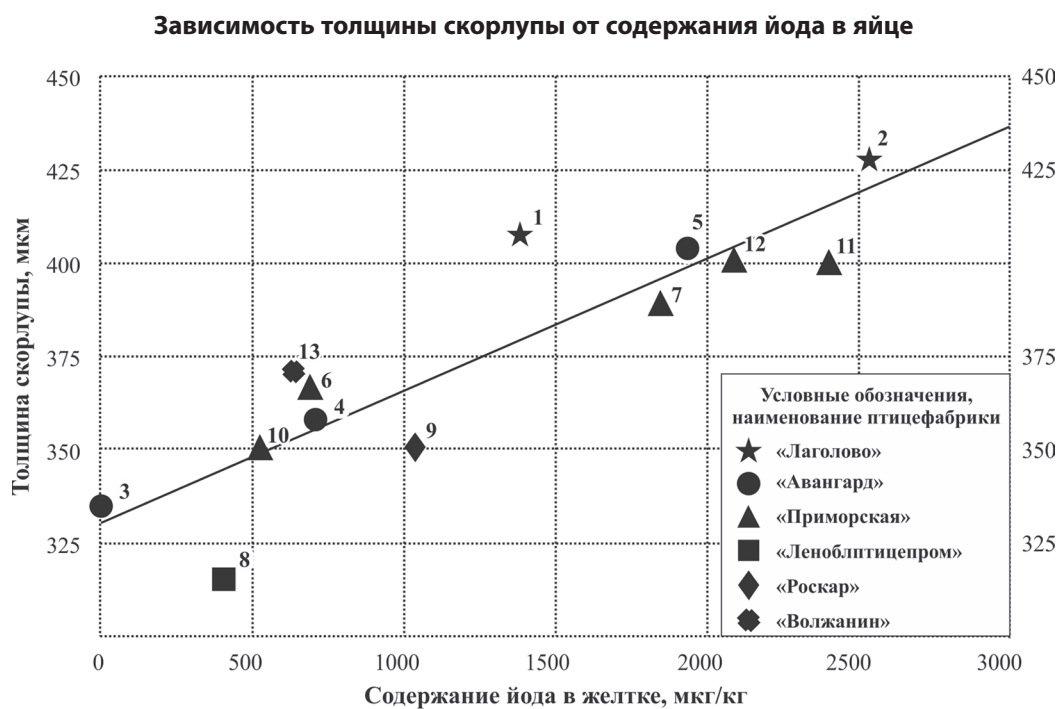
Наименование птицефабрики	№ на графике	Время отбора пробы	Концентрация йода в желтке яйца, мкг/кг	Содержание йода в яйце, мкг	Толщина скорлупы, мкм
«Леноблптицепром», марка «Столовое отборное»	8	Яйца куриные, сортировка 12.08.2010	403 ± 26 (5)	9 ± 1	315 ± 40
«Роскар», марка «Пользики»	9	Яйца йодированные, сортировка 07.08.2010	1037 ± 155 (3)	22 ± 3	351 ± 60
«Приморская», производство (зал П-14)	10	До начала опыта (31.07.11)	524 ± 97 (5)	10 ± 2	349 ± 17
«Приморская», производство (зал П-14)	11	Период выпойки Монклавита (август 2011)	2405 ± 206 (5)	44 ± 2	402 ± 27
«Приморская», производство (7-й зал)	12	Период выпойки Монклавита (июнь-август 2011)	2086 ± 69 (20)	43 ± 1	402 ± 9
«Волжанин», марка «Умница»	13	Яйца йодированные, сортировка 18.07.2011	664 ± 34 (4)	13 ± 1	370 ± 36

* – в скобках () приводится количество исследованных проб.

В приведенной выборке коэффициент корреляции между средними значениями содержания йода в желтке и толщины скорлупы составляет 0,9!

Учитывая же прямую связь между содержанием йода в яйце и содержанием йода в корме и воде, можно утверждать, что существует прямая зависимость между содержанием йода в рационе птицы и толщиной и прочностью скорлупы. Наличие этой зависимости подтверждается также данными исследований чешских ученых (Lichovnikova, Zeman, 2004) и работами ВНИТИП. Во ВНИТИП в 2007–2008 были проведены эксперименты под руководством академика РАСХН И.А. Егорова по изучению биологической активности и доступности йода как кормовой добавки, показавшие, что «качество скорлупы яиц при даче в комбикорм йодсодержащего препарата повышалось» (ВНИТИП, 2007–2008).

График 3.10.1.



Интересно, что по нашим наблюдениям значительное повышение прочности скорлупы наблюдается именно при ликвидации дефицита йода в питании птицы, то есть при увеличении содержания йода в яйце до «нормальных» 7–15 мкг. Яйца с крайне малым содержанием йода обладают хрупкой, легко крошащейся скорлупой.

Таким образом, обеспечение птицы йодом в стабильной усваиваемой форме является необходимым условием для получения толстой и прочной скорлупы товарных яиц, и, соответственно, приводит к повышению качества продукции, снижению расходов и увеличению прибыли предприятия.

На основании произведенных измерений нами было выведено уравнение, описывающее зависимость толщины скорлупы от содержания йода в яйце:

$$Y = 0,035X + 331 ,$$

где Y – толщина скорлупы, мкм;
X – содержание йода в желтке, мкг/кг (до 2500 мкг/кг).

Так как настоящая модель была построена на основании замеров толщины скорлупы и содержания йода в 126 яйцах, произведенных на 5 птицефабриках в разные периоды времени, она может считаться предварительной моделью, для подтверждения и уточнения которой потребуются дополнительные исследования.

Однако если модель верна, то измеряя толщину скорлупы при помощи механического микрометра, можно будет определить относится ли яйцо к категории йодированных или нет.

Также значительно упростится контроль содержания йода в производимых на птицефабрике яйцах. Измерив содержание йода и толщину скорлупы у первой партии яиц и приняв полученные значения за точку отсчета, в дальнейшем содержание йода в готовой продукции можно будет определять, измеряя микрометром толщину скорлупы (в соответствии

с методикой ВНИТИП), что значительно дешевле, проще и быстрее определения содержания йода силами специализированной лаборатории.

Разумеется, предлагаемая методика контроля содержания йода будет действовать только при сохранении неизменным рациона питания птицы и условий содержания.

3.11. Определение стабильности йода в куриных яйцах при кулинарной обработке

Обогащение куриных яиц микроэлементами, витаминами, Омега-3-полиненасыщенными жирными кислотами или иными субстанциями должно удовлетворять одному очень важному критерию – сохранностью «обогапителя» в процессе кулинарной обработки (Фисинин, 2009).

Нет никакого смысла обогащать яйца йодом или селеном, если при кулинарной обработке содержание этих веществ уменьшится до фоновых показателей, и, конечно, такие продукты питания нельзя отнести к категории функциональной пищи, которая выполняет не только энергетическую функцию и доставляет материал для строения тела человека, но и обеспечивает улучшение здоровья и самочувствия, снижает риск тех или иных заболеваний.

Физико-химическая лаборатория НПК «Техгеосервис» провела оценку сохранности йода в яйцах кур при варке. Изучались приобретенные в предприятиях розничной торговли Санкт-Петербурга йодированные куриные яйца производства ЗАО «Птицефабрика «Роскар», торговая марка «Пользики», яйца марки «Умница» производства ОАО «Волжанин», а также – яйца производства ОАО «Птицефабрика Приморская», полученные в ходе производственных опытов по обогащению йодом яиц кур с использованием йод-полимерного препарата «Монклавит-1», и во время полноценного промышленного производства.

Исследовались желток и белок сырых и вареных яиц, количество яиц – 63 штуки. Варка яиц производилась в кипящей воде в течение 10 минут. Результаты экспериментов приведены в таблице 3.11.1.

По результатам наших предыдущих экспериментов можно утверждать, что в сыром яйце около 97–98% йода содержится в желтке. При повышении содержания йода в желтке, в диапазоне 1000–2000 мкг/кг и более, распределение йода в яйце, как правило, несколько меняется: около 94% йода содержится в желтке, 6% – в белке.

Полученные данные показывают, что при варке яиц йод, содержащийся в желтке, частично переходит в белок и далее покидает исследуемый объект. Белок является зоной миграции йода, и количество йода в нем определяется длительностью и температурой обработки, а также толщиной скорлупы. Поэтому главным критерием сохранности йода в яйцах при кулинарной обработке следует считать стабильность йода в желтке.

Яйца, обогащенные йодом без использования препарата Монклавит.

Яйца производства птицефабрики «Роскар» в сыром виде содержат 22–34 мкг йода, однако при варке активно теряют йод – потери составляют 56–60%, а содержание этого микроэлемента в вареных яйцах составляет всего 9–15 мкг.

Яйца производства ОАО «Волжанин» в сыром виде содержат в среднем 13 мкг йода, в вареных же яйцах содержание йода составляет 7 мкг, потеря микроэлемента – около 50%.

Яйца из контрольных партий птицефабрики «Приморская» в сыром виде содержат 14 и 10 мкг йода соответственно, в вареном – около 12 и 9 мкг. Потери йода в яйце в процентном отношении в целом не так велики, потому что значительная часть йода задержалась в белке (в некоторых случаях происходит рост концентрации йода в белке более, чем на 100%!), однако потери в желтке достаточно существенны и составляют до 42%.

Таблица 3.11.1.

Содержание йода в сырых и вареных яйцах кур

Описание пробы	Средняя концентрация йода, мкг/кг				Потери йода при варке, %		Среднее содержание йода в яйце, мкг*		Потери йода при варке % В яйце в целом
	Желток	Белок	Вареный желток	Вареный белок	Желток	Белок ****	Сырое яйцо	Вареное яйцо	
«Роскар», «Пользики» 07.08.2010	1037 ± 155 (3) ***	[31 ± 5]**	396 ± 101 (3)	23 ± 1 (1)	-62%	-26%	22 ± 3	9 ± 2	-60%
«Роскар», «Пользики» 23.08.2010	1510 ± 108 (3)	[45 ± 3]	643 ± 20 (3)	42 ± 4 (3)	-57%	-7%	34 ± 2	15 ± 1	-56%
«Волжанин», «Умница» 18.07.2011	664 ± 34 (4)	[20 ± 1]	230 ± 77 (4)	84 ± 4 (1)	-65%	Рост более 100%	13 ± 1	7 ± 1	-46%
«Приморская», контроль (опыт) 13.09.10	687 ± 109 (5)	[21 ± 3]	399 ± 36 (5)	93 ± 13 (2)	-42%	Рост более 100%	14 ± 2	12 ± 1	-20%
«Приморская», выпойка Монклавита (опыт) сентябрь-октябрь 2010	2061 ± 78 (5)	127 ± 26 (2)	1627 ± 135 (5)	133 ± 17 (4)	-21%	Рост +5%	45 ± 3	40 ± 5	-10%
«Приморская» выпойка Монклавита (7-й зал; производство) май-август 2011	2066 ± 170 (4)	[62 ± 5]	1521 ± 254 (3)	422 ± 5 (1)	-26%	Рост более 100%	45 ± 7	46 ± 6	менее 1%
«Приморская» контроль (зал П-14; производство) 31.07.11	524 ± 97 (5)	[16 ± 3]	449 ± 139 (3)	52 ± 13 (1)	-14%	Рост более 100%	10 ± 2	9 ± 3	-10%
«Приморская» выпойка Монклавита (зал П-14; производство) август 2011	2405 ± 206 (5)	[72 ± 6]	1667 ± 381 (3)	394 ± 45 (1)	-31%	Рост более 100%	44 ± 2	39 ± 2	-11%

* – значения округлены для лучшего восприятия, потери йода в яйце при варке рассчитывались по неокругленным значениям.
 ** – в квадратных скобках [] указаны расчетные значения, полученные на основании данных предыдущих многочисленных экспериментов.

*** – в круглых скобках () указано число исследованных проб.

**** – при варке йод из желтка переходит в белок, чем и объясняется значительный рост содержания йода в белке.

Таким образом, яйца кур этой категории после кулинарной обработки содержат небольшое количества йода 7–15 мкг и не могут быть отнесены к разряду функциональных продуктов.

Яйца, обогащенные йодом с использованием препарата Монклавит.

Выпаивание препарата Монклавит на птицефабрике «Приморская» позволило получить товарное куриное яйцо, обогащенное микробиоэлементом йод в количестве 45 мкг/яйцо. Снижение содержания йода в желтке после варки составляет в среднем 26%; общие потери микроэлемента – не более 10–11% (в некоторых случаях потери йода вообще не происходит!). Вареные яйца содержат в среднем 42 мкг йода.

Эти данные подтверждаются нашими исследованиями свойств яиц, йодированных при помощи Монклавита на птицефабрике «Авангард», где также наблюдалась практически полная сохранность йода при кулинарной обработке.

Мы полагаем, что высокая сохранность йода при варке этих яиц объясняется свойствами йодирующего агента – препарата Монклавит, содержащего йод в форме стабильного высокомолекулярного комплекса.

Вывод:

Таким образом, яйца кур, обогащенные йодом при помощи препарата «Монклавит-1», практически полностью сохраняют йод при кулинарной обработке и могут считаться функциональными продуктами, обеспечивающими организм человека необходимыми для сохранения здоровья и качества жизни микронутриентами.

Яйца кур, обогащенные другим способом, при кулинарной обработке теряют этот микроэлемент в значительной степени (42–65% в желтке), их йодирование носит формальный характер и не обеспечивает необходимый уровень йода в конечном пищевом продукте – вареном яйце.

3.12. Определение стабильности йода в курином мясе при кулинарной обработке

При проведении опыта по обогащению йодом товарных яиц на птицефабрике «Приморская» также определялась концентрация йода в мясе кур-несушек, которым выпаивался препарат «Монклавит-1».

Содержание йода в мясе кур до выпойки препарата соответствует уровню, характерному для кур, получающих с кормом необходимое количество йода.

После выпаивания препарата «Монклавит-1» содержание йода в мясе кур соответствует уровню, обычному для кур, потребляющих корм или воду с повышенным количеством йода, достаточным для обогащения товарных яиц (FEDAP Panel, EFSA, 2005, Groppel, 1991). Разница почти в 2 раза между содержанием йода в бедре и грудке является характерной для этой категории птиц (см. п. 3.3.)

Еврокомиссия полагает максимальным безопасным уровнем содержания йода в кормах 5 мг/кг корма, при этом концентрация йода в грудных мышцах птицы по Groppel не превышает 385 мкг/кг. При выпаивании Монклавита мы получили концентрацию йода в грудных мышцах, равную 219 мкг, что почти в 2 раза меньше. Это еще раз свидетельствует, что при применении препарата Монклавит для получения йодированных яиц и мяса в указанных дозировках максимальный безопасный уровень введения этого микроэлемента в рацион птицы не превышает.

Нами было проведено определение сохранности йода в мясе, подвергнутом кулинарной обработке, сходной с методикой приготовления куриного супа (варка в течение 90 минут). Для варки использовалась дистиллированная вода; соль и иные ингредиенты не

добавлялись. Также была измерена концентрация йода в бульоне, полученном при варке птиц. Результаты представлены в таблице 3.12.1.

Несмотря на то, что сырое мясо контрольного образца содержит йод, в вареном мясе йода фактически уже нет. Следовательно, йод в контрольном образце находится в форме, не способствующей его сохранности при кулинарной обработке.

Йод, содержащийся в тушке птицы, при варке переходит в воду, однако содержание йода в бульоне, полученном при варке контрольного образца, также весьма невелико.

В мясе кур, получавших Монклавит, йод сохраняется значительно лучше. Уровень содержания йода в вареном мясе является безопасным для человека и способствует удовлетворению его потребностей в этом незаменимом микроэлементе.

Принимая во внимание тот факт, что вареный куриный окорочок (250 г) содержит количество йода, составляющее до 20% суточной потребности человека в этом микроэлементе, а одна порция бульона (250 мл) – около 30% этой потребности, можно утверждать, что полученная пища относится к категории функциональной, обеспечивающей организм человека микроэлементом йодом.

Таблица 3.12.1.

Описание пробы	Средняя концентрация йода, мкг/кг				Полученный бульон	Потери йода при варке, %	
	Мясо сырое		Вареное мясо			Бедро	Грудка
	Бедро	Грудка	Бедро	Грудка			
Кура-несушка, до выпаивания «Монклавит-1» (контрольная проба)	68 ± 6 (2)	59 ± 19 (2)	менее 2 (2)	менее 2 (2)	28 ± 8 (2)	-100%	-100%
Кура-несушка, после выпаивания «Монклавит-1»	380 ± 13 (3)	219 ± 51 (2)	89 ± 25 (2)	56 ± 2 (2)	168 ± 2 (2)	-77%	-74%

Вывод:

Таким образом, использование лекарственного средства Монклавит позволяет решить сложную задачу производства куриного мяса, обогащенного йодом, стабильным при кулинарной обработке, и позволяет получать кулинарные блюда, относящиеся к категории функциональной пищи.

3.13. Определение концентрации йода в инкубационных яйцах дезинфицированных при помощи «Монклавит-1»

Йод-полимерное лекарственное средство «Монклавит-1» широко применяется для дезинфекции инкубационных яиц и инкубаторов.

Влажная дезинфекция инкубационных яиц «Монклавитом-1» значительно уменьшает их загрязнение и обсемененность микроорганизмами, образуемая воздухопроницаемая гидрофильная плёнка оказывает ярко выраженный пролонгированный бактерицидный и фунгицидный эффект в отношении патогенной микрофлоры, оседающей на поверхности скорлупы и передающейся трансвариально.

Препарат не обладает эмбриотоксическим действием, является безопасной и эффективной альтернативой чрезвычайно токсичному и канцерогенному формальдегиду, который, к сожалению, еще применяется как дезинфектант в птицеводстве (Варюхин, 2010; Мурашова, Спиридонов, 2010).

Результаты экспериментов по дезинфекции инкубационных яиц показали, что использование «Монклавит-1» приводит к снижению доли «задохликов» и слабых цыплят, выводимость увеличивается на 1,5–6,5% в сравнении с контрольными партиями яиц обработанных парами формальдегида.

В 2014 году нами был проведен ряд новых экспериментов. Цель – определение количества йода проникающего через скорлупу при различных методах дезинфекции яиц йод-полимерным препаратом «Монклавит-1».

Опыт 1. Способ дезинфекции яиц – распыление «Монклавит-1» на поверхность скорлупы.

Опыт проводился на одной из птицефабрик Ленинградской области совместно с ветеринарными специалистами завода «Оргполимерсинтез СПб». Объект эксперимента – инкубационные яйца кур, поступающие на птицефабрику от различных производителей.

На поверхность скорлупы опытной партии яиц на птицефабрике был распылен «Монклавит-1». Контрольная партия обработке не подвергалась. На следующий день образцы были доставлены в лабораторию «Техгеосервис» для определения содержания йода.

Определение содержания йода в яйцах проводилось методом инверсионной вольтамперометрии по методике, разработанной в ОАО НПП «Буревестник» и аттестованной в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ Р ИСО 5725-2002 (Части 1–6). Указанный метод отвечает всем требованиям, установленным РФ к качеству лабораторных испытаний и результатов измерений. Для анализа использовался вольтамперометрический анализатор АВА-3.

Исследовались желток и белок сырых яиц. Результаты приведены в таблице 3.13.1.

Таблица 3.13.1

Содержание йода в инкубационных яйцах обработанных «Монклавит-1» методом распыления

Объект анализа – инкубационные яйца кур	Средняя концентрация йода в объекте (мкг/кг)		Среднее содержание йода в объекте (мкг)		Среднее содержание йода в яйце (мкг)
	Желток	Белок	Желток	Белок	
До обработки препаратом «Монклавит-1» (фон)	251 ± 226 (3)*	170 ± 33 (3)	5 ± 1	6 ± 1	12 ± 2
После обработки (орошение из распылителя)	216 ± 182 (3)	1017 ± 105 (3)	4 ± 1	44 ± 13	48 ± 13

* – в скобках () указано число исследованных проб.

Анализ инкубационных яиц показал, что при обработке препаратом «Монклавит-1» концентрация йода в белке значительно возрастает – от 170 мкг/кг в контрольных образцах до 1017 мкг/кг в опытных. Концентрация йода в желтке обработанных яиц находится примерно на том же уровне, что и в контрольных образцах.

Среднее содержание йода в яйцах, не подвергшихся обработке препаратом, составляет около 12 мкг/яйцо, что соответствует содержанию йода в яйце при использовании кормов кур с минимально необходимым содержанием этого микроэлемента.

Среднее содержание йода в инкубационных яйцах после обработки составило 48 мкг/яйцо. Такая концентрация характерна для яиц обогащенных йодом, дополнительно вводимым в корма или воду кур-несушек.

Таким образом, эксперимент показал, что при дезинфекции инкубационных яиц «Монклавит-1» методом распыления, йод проходит через скорлупу в крайне незначительных количествах и задерживается в белке.

Опыт 2. Способ дезинфекции яиц – погружение в «Монклавит-1».

Эксперимент проводился в лаборатории НПК «Техгеосервис». В качестве объекта анализа использовались инкубационные яйца из той же партии, что и в предыдущем эксперименте.

В данном опыте яйца погружались в препарат на 2–3 секунды. После высыхания препарата образцы были помещены в контейнер, в котором хранились при комнатной температуре. Первый образец был проанализирован на следующий день (17 часов выдерживания в комнатных условиях после обработки); 2 образца были проанализированы на 5-й день эксперимента. Контролем служил образец, необработанный препаратом. Результаты приведены в таблице 3.13.2.

Таблица 3.13.2.

Содержание йода в инкубационных яйцах обработанных «Монклавит-1» методом погружения

Объект анализа – инкубационные яйца кур		Средняя концентрация йода в объекте (мкг/кг)		Среднее содержание йода в объекте (мкг)		Среднее содержание йода в яйце (мкг)
		Желток	Белок	Желток	Белок	
До обработки препаратом «Монклавит-1» (фон)	через 17 часов	173 ± 18	147 ± 14	3 ± 1	5 ± 1	8 ± 1
	После обработки (погружение)					
После обработки (погружение)	через 17 часов	731 ± 180	507 ± 50	15 ± 4	19 ± 2	35 ± 7
	на 5-й день	862 ± 125	752 ± 110	16 ± 2	26 ± 4	42 ± 6

Эксперимент показал, что при погружении инкубационных яиц в препарат «Монклавит-1» йод также проникает через скорлупу, но при этом обогащается не только белок, как в предыдущем эксперименте, но и желток. Однако суммарное содержание йода в яйце после обработки находится на одном уровне для всех методов дезинфекции.

Концентрация йода в яйцах, проанализированных на 5-й день после обработки препаратом, оказалась выше, чем в образцах с 17-ти часовой экспозицией. Можно предположить, что йод при обработке сперва частично задерживается в скорлупе и подскорлупной оболочке, и затем с течением времени проникает дальше.

Содержание йода в контрольном образце составило около 8 мкг/яйцо, а среднее содержание йода в инкубационных яйцах после обработки при экспозиции 17 часов составило 35 мкг/яйцо, при экспозиции 5 дней – 42 мкг/яйцо.

Таким образом, при погружении инкубационных яиц в «Монклавит-1», также как при распылении препарата на поверхность яйца, йод поступает в яйцо в крайне незначительных количествах – содержание йода в яйце увеличивается примерно на 30 микрограмм при всех вариантах обработки.

Вопрос можно ли обогащать товарные яйца кур при помощи «Монклавит-1» методом распыления или погружения требует дополнительных исследований.

3.14. Содержание йода в тканях и органах животных при обогащении мяса йодом, а также при применении йод-содержащих лекарственных средств

Для планирования обогащения мяса птицы и других животных необходимо выявить закономерности распределения йода в организме животного. Зная распределение йода, мы можем определить, какая часть или какой орган может использоваться в качестве функциональной пищи, обеспечивающей человека этим незаменимым микроэлементом, а какие продукты животного происхождения содержат йод в недостаточном или избыточном количестве.

На основании исследований нашей лаборатории, а также данных европейских ученых, попытаемся выявить закономерности распределения йода между органами животных, и определить зависимость между концентрацией этого микроэлемента в корме и его концентрацией в тканях организма животных.

3.14.1. Содержание йода в мясе свиней, быков, овец

Определим минимальный уровень концентрации йода в тканях и органах сельскохозяйственных животных, таких как: свиньи, быки, козы и овцы.

Для этого сведем в одну таблицу данные исследований Groppe et al. в части, касающейся сравнения содержания йода в тканях организма животного при уровне йодирования корма 0,3 – 0,7 мг/кг, являющегося минимально необходимым для удовлетворения физиологических потребностей животных.

Таблица 3.14.1.1.

Вид животных	Уровень йодирования	Орган/ткань (мкг/кг)			Исследователи, год
		сердце	печень	мышцы	
Быки	0,71 мг/кг корма	274	244	–	Groppe et al., 1991
Овцы	0,36 мг/кг корма	117	206	–	Groppe et al., 1991
Козы	0,63 мг/кг корма	162	214	211	Groppe et al., 1991

Исследуемый объект – высушенные образцы органов и тканей.

Таблица 3.14.2.2.

Вид животных	Уровень йодирования	Орган/ткань (мкг/кг)			Исследователи, год
		сердце	печень	мышцы	
Свиньи	0,5 мг/кг корма	51	86	38	He et al., 2002, Германия

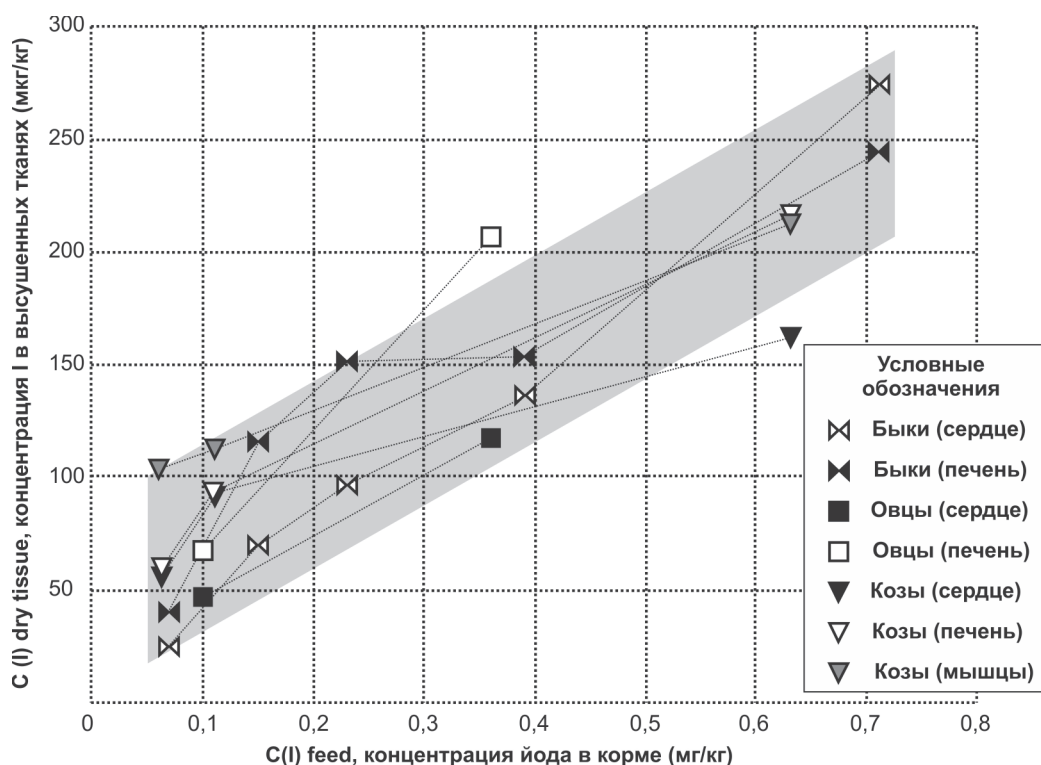
Исследуемый объект – сырые образцы органов и тканей.

Определим зависимость распределения йода в тканях и органах сельскохозяйственных животных на основании данных исследования Groppel et al., 1991.

Поскольку определение содержания йода проводилось одной исследовательской группой (Groppel и др.) сведем на один график данные различных комбинаций концентрации йода в корме и его концентрации в мышцах, сердце и печени сельскохозяйственных животных.

График 3.14.1.1.

Зависимость содержания йода в высушенных образцах органов и тканей быков, овец и коз (мкг/кг) от уровня йодирования корма (мг/кг)



На графике серым цветом выделена область, в пределах которой происходит варьирование концентрации йода в органах (тканях) разных типов животных при изменении концентрации йода в корме в диапазоне 0,1-0,7 мг/кг.

Следует отметить, что выявленная данной группой исследований разница между концентрацией йода в мышечных тканях, сердце и печени животных является незначительной для целей обогащения йодом.

Результаты этих исследований можно принять за основу при прогнозировании концентраций йода в тканях (органах) животных при разработке методики обогащения йодом мяса.

3.14.2. Содержание йода в органах и тканях крыс

Хотя мясо крыс не используется в пищу, данные о распределении йода между органами могут помочь выявить закономерности, возможно характерные для других видов животных.

В рамках проведения испытаний йод-полимерного препарата «Монклавит-Мазь» по заявке завода изготовителя препарата были проведены определения содержания йода в органах и тканях подопытных крыс, которым «Монклавит-Мазь» вводился подкожно.

Исследование содержания йода в мясе крыс проводилось методом инверсионной вольтамперометрии. Анализ выполнялся по МУК 4.1.1187-03 с использованием вольтамперометрического анализатора АВА-3.

В опыте участвовало 6 крыс, крысам №1 и №2 «Монклавит-мазь» вводился в количестве 0,2 мл, крысам №3 и №4 – в количестве 0,4 мл. Крысы №5 и №6 – контроль.

Полученные результаты указаны в таблице 3.14.2.1.

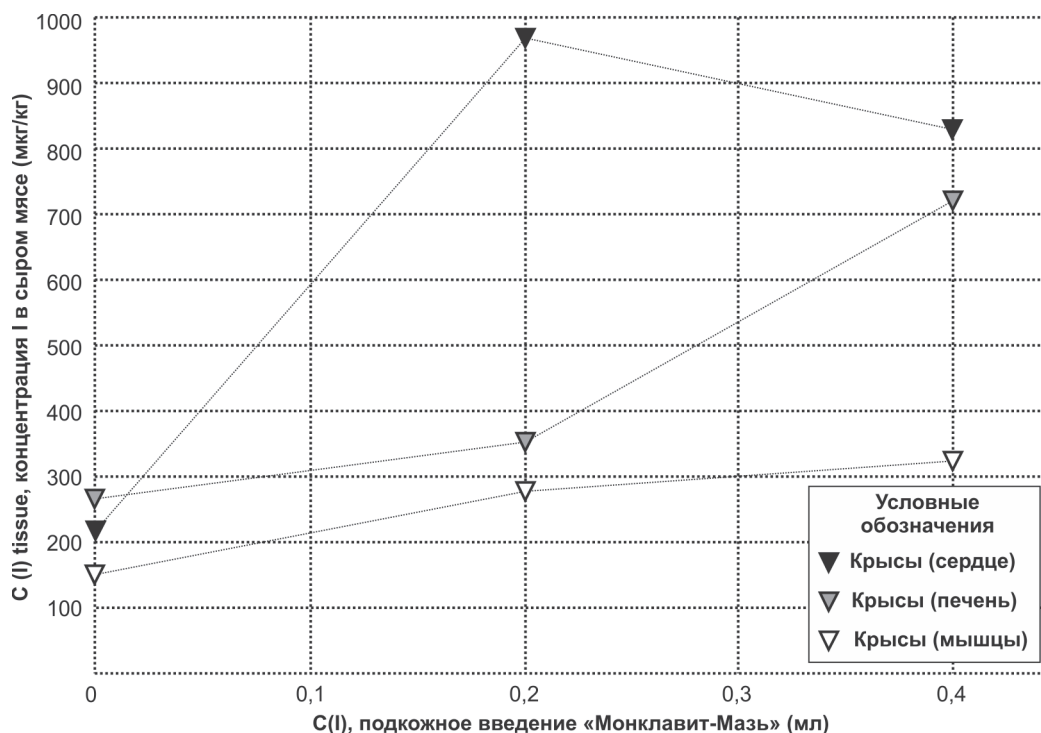
Таблица 3.14.2.1.

Вид животных	Уровень йодирования	Орган/ткань (мкг/кг)			Исследователи, год
		сердце	печень	мышцы	
Крысы	Контроль	209	247	150 (бедро)	Лаборатория «Техгеосервис», 2013
	0,2 мл препарата «Монклавит-мазь»	971	345	280 (бедро)	
	0,4 мл препарата «Монклавит-мазь»	819	715	316 (бедро)	

Исследуемый объект – сырые образцы органов и тканей.

График 3.14.2.1.

**Зависимость содержания йода в образцах органов и тканей крыс (мкг/кг)
от количества введенного препарата «Монклавит-мазь»**



В работе N. Krari, S. Berre, P. Allain, 1991 (Франция) была определена концентрация йода в мясе крыс при содержании йода в корме близком к естественному потреблению, достаточному для удовлетворения организма животного в йоде (таблица 3.14.3.2.)

Таблица 3.14.2.2.

Вид животных	Уровень йодирования	Орган/ткань (мкг/кг)			Исследователи, год
		сердце	печень	мышцы	
Крысы	Контроль (0,48 мг/кг сухого корма)	13	51	–	N. Krari, S. Berre, P. Allain, 1991 (Франция)
	Опыт (+0,51 мг NaI на литр воды)	38	76	–	

Исследуемый объект – сырые образцы органов и тканей.

3.14.3. Выявленные закономерности и выводы

Значительная разница между результатами рассмотренных исследований может свидетельствовать о том, что в мышечных тканях, сердце и печени разных типов животных уровни естественного содержания йода отличны друг от друга.

Однако, нельзя исключать воздействие стороннего фактора – например, такого, как несхожие условия проведения исследования: разные условия содержания животных и способ кормления; разные формы йодирующей добавки и способ её введения; разный метод анализа мяса животных и многое другое.

Значения **минимальной** концентрации йода в мышцах, характерной для уровня потребления йода, необходимого для удовлетворения физиологических потребностей, также разнятся весьма сильно. Хотя большинство полученных результатов свидетельствует, что указанная концентрация йода в мышцах животных составляет 50–70 мкг/кг.

Для определения **максимальной** концентрации йода в корме или воде при обогащении йодом мяса следует учитывать следующие ограничения:

- Верхняя граница безопасной для здоровья животного концентрации йода в корме;
- Верхняя граница разрешенной законодательством концентрации йода в корме;
- При постоянном использовании человеком в пищу обогащенного йодом мяса или органов животного не должна возникать вероятность превышения максимально безопасного уровня потребления этого микроэлемента. В настоящее время этот уровень законодательно определен в разных странах, и составляет около 600 мкг/день.

Последний пункт особенно важен, так как данные о распределении йода между органами животных весьма различны, причем для одних и тех же животных эти соотношения могут меняться в зависимости от концентрации йода в корме.

Так по Groppe максимальное содержание йода у птиц наблюдается в сердце, причем эта концентрация многократно, до 12 раз, превышает концентрацию йода в печени, примерно равное концентрации в грудных мышцах.

По нашим же данным у крыс содержание йода в сердце несколько больше, чем в печени, а в бедренных мышцах йода меньше, чем в печени. Однако полученные нами концентрации в 5–15 раз превышают аналогичные у N. Krari.

С другой стороны, концентрации йода в сердце крыс, определенные в нашей лаборатории, по порядку совпадают с концентрациями йода в сердце кур, полученных в исследовании Groppe et al.

Таким образом, мы полагаем, что для планирования и прогнозирования обогащения йодом мяса животных требуется значительно больше данных.

ГЛАВА 4.

Применение йод-содержащих добавок и лекарственных средств в производстве молока. Йодирование коровьего молока

4.1. Содержание йода в молоке

Продукты животного происхождения являются важным источником поступления йода с пищей (FEEDAP Panel, EFSA, 2005). Вклад отдельных продуктов питания в обеспечении йодом организма человека связан с особенностями пищевого рациона в различных странах. Так, последние данные свидетельствуют о том, что в Германии молоко и молочные продукты обеспечивают в среднем 37% йода, поступающего в организм жителей этой страны (Jahreis, 2001). В Дании более, чем 44% йода поступает из молока (Rasmussen, 2002). В США также основным источником поступления йода с пищей является молоко (Pearce, 2004).

При этом необходимо учитывать возраст потребителей. Швейцарские экспериментальные исследования показали, что детям с молоком поступает 40–50% йода в зимнее время. Этот доля в два раза выше, чем у взрослых, питание которых более разнообразно (Als, 2003).

Исследований, посвященных определению содержания йода в молоке, проводится достаточно много, и они показывают высокую вариативность концентраций этого микроэлемента (таблица 4.1.1.).

Таблица 4.1.1.

Уровень содержания йода в молоке в разных странах

Страна	Источник данных	Год	Содержание йода, мкг/л	
			диапазон	среднее
США	Bruhn	1983	21 – 281	142
США	Bruhn	1985	22 – 4048	499
США	Pennington	1990	20– 740	230
США	Demott	1991	222 – 762	350 – 419
США	Pearce	2004	352 – 672	464
Великобритания	MAFF	2000	80 – 930	311

Продолжение таблицы

Страна	Источник данных	Год	Содержание йода, мкг/л	
			диапазон	среднее
Австралия	Mu Li	2006	60 – 412	200
Канада	Fischer	1993	87 – 1304	117 – 456
Германия	Preiss	1997		115
Италия	Cocchieri	1989	8 – 4226	
Словакия	Paulikova	2008	8 – 1791	50 – 200
Чехия	Curda, Rudolfova	2005	53- 1078	
Чехия	Travnicsek	2006	68 – 1000	442
Польша	Bulinski	1988	24 – 521	
Япония	Ohno	1989	42 – 316	
Россия	Техгеосервис	2009	20 – 408	

Увеличение в течение последних лет концентрации йода в коровьем молоке в Германии объясняется активизацией использования йодированной минеральной смеси для молочных коров (Jahreis, 1999; Bader, 2003). Учёные из Великобритании отмечают рост содержания йода в молоке – с 150 мкг/л в 1991/92 году до 311 мкг/л в 1998/99 году (MAFF, 2000).

По Lengemann (1979) содержание йода в козьем молоке при температуре окружающей среды 33 °С в шесть раз больше, чем при 5 °С. Автор предполагает, что при 33 °С для производства тироксина используется меньше йода, в то время как концентрирование йода в молочной железе продолжается. Однако, по нашему мнению, указанное явление легко объясняется законом Вант-Гоффа, описывающим увеличение скорости химических реакций при увеличении температуры.

Исследование (Pearse, 2004), проведённое в Бостоне (США), показало, что содержание йода в молоке увеличилось на 300 – 500% в период 1965–1980 гг в основном за счёт изменения состава кормов коров.

В Австралии и Новой Зеландии законодательно установлен верхний предел содержания йода в молоке в 500 мкг/л и отмечено необходимым проведение мониторинга содержания йода в молоке (Mu Li, 2006).

4.2. Уровень содержания йода в молоке в Санкт-Петербурге

Физико-химической лабораторией «Техгеосервис» было проведено исследование содержания йода в коровьем молоке методом инверсионной вольтамперометрии по методике, разработанной в ОАО НПП «Буревестник» и аттестованной в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ Р ИСО 5725–2002 (Части 1–6). Указанный метод отвечает всем требованиям, установленным РФ к качеству лабораторных испытаний и результатов измерений. Для анализа использовался вольтамперометрический анализатор АВА-3.

4.2. Уровень содержания йода в молоке в Санкт-Петербурге

В качестве исследуемых образцов были взяты 17 образцов молока нескольких российских молочных заводов. Образцы приобретены через предприятия розничной торговли Санкт-Петербурга. Период проведения измерений – март 2009 г. Результаты измерений представлены в таблице 4.2.1.

Таблица 4.2.1.

Производитель	Торговая марка	Содержание йода в молоке				
		Среднее (мкг/кг)	±	Указано на упа- ковке (мкг/кг)	(мкг/л)	(мкг/ 250 мл)
ОАО «Вимм-Билль- Данн»	«Весёлый молочник»	172,0	43,0		180,6	45,2
	«Агуша, А и С»	20,5	5,1		21,2	5,3
	«Агу Мама»	81,0	20,3	100	86,4	21,6
	«БиоМАХ»	184,5	46,1	188	190,7	47,7
	«Домик в деревне»	25,0	6,3		26,3	6,6
ООО «Санкт- Петербургский молочный завод Пискарёвский»	«Пискарёвское особое»	<2			<2	
	«Пискарёвское»	<2			<2	
	«Клеверок»	<2				
АО «Валио»	«Valio»	<2			<2	
«Молочный ком- бинат «ПЕТМОЛ» ОАО «Компания Юнимилк»	«Тёма»	395,0	98,8		408,2	102,0
	«Петмол»	295,5	73,9		310,3	77,6
	«Простоквашино»	<2			<2	
ОАО «Кингисеп- ский молочный комбинат»	«LATE premium»	82,0	20,5		87,5	21,9
АО «ПЕНО ЖВАЙГЖДЕС»	«Сваля»	<2			<2	
ООО «Комбинат дет- ского питания» Гатчина	«Доярушка»	48,0	12,0		51,2	12,8
ОАО «Бологовский молочный завод»	«Российское»	<2			<2	
ЗАО «Великолук- ский молочный комбинат»	«Вологодские кружева»	<2			<2	

Испытания, проведённые ООО «НПК Техгеосервис», показывают, что содержание йода в молоке варьируется в широких пределах, максимальное содержание йода обнаружено в молоке «Тёма» – около 400 мкг/л.

Производители, за исключением ОАО «Вимм-Билль-Данн», не указывают содержание йода в своей продукции.

ОАО «Вимм-Билль-Данн» указывает на упаковке молока содержание йода, но только для торговых марок «Агу Мама» и «BioMAX». Содержание йода в молоке «Агу Мама» и «BioMAX», указанное производителем, совпадает, с учетом погрешности измерений, с результатами испытаний.

Образец молока «Агуша, А и С», позиционируемый как молоко для детей, содержит примерно 5 мкг йода на 250 мл молока – количество явно недостаточное для восполнение запасов этого микроэлемента в организме ребенка.

В то же время, молоко «Веселый молочник» содержит йод в достаточном количестве, но сведения о количестве йода на упаковке не указаны.

Следует также отметить, что в большом количестве образцов (8 из 17) содержание йода в молоке ниже 2 мкг/кг!

4.3. Минимальный, максимальный и оптимальный уровни содержания йода в молоке

Минимальный уровень – 25 мкг/л: На основании многочисленных исследований можно утверждать, что достаточно часто концентрация йода в молоке составляет меньше 2 мкг/л.

Исследования (FEEDAP Panel, EFSA, 2005) показали, что потребление 1,5 мг йода на 100 кг веса коровы (9 мг/день для коровы весом 600 кг) является достаточным количеством для осуществления нормального синтеза гормона тироксина, при этом содержание этого микроэлемента в молоке составляет около 25 мкг/л.

Максимальный уровень – 500 мкг/л: В настоящее время за максимальный уровень содержания йода в йодированном молоке принимается 500 мкг/литр, в некоторых странах этот уровень утвержден законодательно. Производители молочной продукции в государствах, где максимальный уровень содержания йода не определен, как правило, стараются не превышать уровень в 500 мкг/литр на добровольной основе.

Оптимальный уровень – 200 мкг/л: За оптимальный уровень содержания йода в молоке мы предлагаем принять 200 мкг/л. При содержании йода в молоке 200 мкг/л его содержание в стакане на 250 мл будет составлять 50 мкг, что при совместном включении в рацион йодированных яиц, мяса и соли позволит обеспечить необходимую потребность организма в йоде (150–200 мкг/сутки) и способствовать устранению йоддефицита у человека.

При таком содержании йода в продукте вероятность превысить человеком, потребляющем данное молоко в течение длительного времени, максимальный суточный уровень потребления йода (600 мкг/сутки РФ и ЕС, 1100 мкг США) минимальна. Обращаем внимание на необходимость соблюдать законодательно установленные в РФ ограничения по содержанию йода в молоке для детей.

Также следует принимать во внимание, что при пастеризации содержание йода в молоке уменьшается.

4.4. Обогащение йодом комбикормов коров

Как правило, обогащение проводят, используя минеральные или органические соли, дезинфицирующие и лекарственные йод-полимерные препараты. Перечень йодирующих веществ – в таблице 4.4.1.

Таблица 4.4.1.

Добавка	Формула	Тип	Исследователи
Калия йодид	KI	Минеральная соль	Swanson (1990)
Этилендиамин дигидройодид (EDDI), также Jodethamine Hydrodine	$C_2H_{10}N_2I_2$	Органическая соль	Swanson (1990), Pennington (1990), Sustala (2003), Berg, Maas, Petersen (1989)
Липоидол* (ИФАЕ – йод в форме эфиров жирных кислот)	480 мг I/1 мл масла	Средство йодной профилактики	Herzig (2003)
Йодоформ	CHI_3	Дезинфицирующий препарат	Pearce et al. (2004), Pennington (1990), MAFF (2000)
Повидон		Дезинфицирующий препарат	Pearce et al. (2004)
Бетадин, также поливидон-йод		Антисептический и дезинфицирующий препарат	Curda, Rudolfova (2000)
«Монклавит-1»	0,1% I _{крист} 0,2% KI	Лекарственное средство	Техгеосервис (2009)

* – препарат Липоидол использовался для профилактики йод-дефицита как у животных, так и у людей посредством внутримышечных инъекций. Исследователи (Herzig, 2003) наблюдали также йодирующий эффект при выпаивании его коровам.

Увеличение потребления йода коровами способствует повышению массовой доли жира в молоке, что связано с действием продуцируемого щитовидной железой гормона тироксина, составной частью которого является йод. Тироксин принимает активное участие в регулировании биохимических процессов в рубце. При наличии же в кормах коров капусты, являющейся ингибитором усвоения йода организмом, жирность молока резко падает (Богатова и др., 2003).

По исследованиям Underwood и Suttle **минимальное** содержание йода в рационе коров составляет 0,05 – 0,10 мг/кг корма (сухого вещества).

В ЕС установлено **максимальное** содержание йода в кормах для дойных коров в 5 мг/кг (при этом расчетное содержание йода в молоке составит около 125 мкг/л), однако этот уровень признается британскими экспертами как недостаточный для устранения дефицита йода у самих коров, особенно из-за присутствия в кормах ингибиторов усвоения йода, таких как рапс и капуста (Animal nutrition section, Committee on the food chain and animal health, EU, 2005).

По данным NRC (National Research Council, USA) (Flachowski, 2007) содержание йода в корме в концентрации 50 мг/кг является **максимально** допустимым. При этом введение

этилендиамин дигидроидида (EDDI) в количестве больше, чем 50 мг/кг, негативных клинических последствий не вызывает. Однако механизм воздействия на коров вещества EDDI изучен недостаточно.

При уровне потребления йода в 12 мг/голову в день негативный клинический эффект не наблюдается (FEEDAP Panel, EFSA, 2005).

Кroupova (2006) отмечает, что с началом применения минеральных кормовых добавок произошло увеличение содержания йода в молоке в среднем на 200 – 600 мкг/л. При этом совместное использование йодирующих добавок и рапсового корма снижает содержание йода в молоке.

По исследованиям, проведённым Еврокомиссией, хранение кормов и премиксов в условиях повышенной температуры и влажности, перемешивание и измельчение приводят к потерям йода (FEEDAP Panel, EFSA, 2005).

4.5. Применение йод-содержащих лекарственных средств

Йодирующий эффект вызывает также использование йодсодержащих дезинфицирующих и лекарственных препаратов. По отчёту Еврокомиссии (FEEDAP Panel, EFSA, 2005) на сегодняшний день для обработки сосков коров преимущественно используют Поливинилпирролидон-йод или Ноноксинол-9-йод с содержанием йода от 0,1 до 0,5%, после чего отмечается увеличение содержания йода в молоке. Такой же эффект вызывают препараты для очистки и дезинфекции доильного оборудования, содержащие йод, например, Повидон (Mu Li, 2006).

Дезинфектант Йодоформ нашёл широкое применение на молочных хозяйствах в ряде стран, однако его довольно высокая токсичность стимулирует к поиску альтернативных средств йодирования.

Согласно ряду заключений, сделанных Еврокомиссией, применение йод-содержащих антисептиков может повысить содержание йода в молоке на 50 – 150 мкг/л (FEEDAP Panel, EFSA, 2005).

Словацкие учёные Kurda и Rudolfova отмечают йодирующий эффект при использовании дезинфицирующего средства «Бетадин» (Kursa, 2005).

Чешскими исследователями был замечен йодирующий эффект при выпаивании и внутримышечном введении препарата Липоидол (Herzig, 2003).

Hamann и Heeschen (1982) отмечают, что наряду с использованием дезинфицирующих средств, доение, марка доильных машин, размер стада, производительность коровой молока и сезон также оказывают влияние на содержание йода в молоке.

Исследования, проведённые в Австралии, показали взаимосвязь между отказом от использования йодсодержащих антисептиков для обработки вымени и возникновением проблемы йод-дефицита в стране (Mu Li, 2006).

4.6. Йодирование коровьего молока. Коэффициент обогащения йодом молока

Коэффициент $K_{\text{йод}}$, описывающий процесс обогащения йодом корма коров с целью получения йодированного молока, рассчитывается по следующей формуле:

$$K_{\text{йод}} = C_{\text{I,milk}} / C_{\text{I,feed}}, \quad (1.6)$$

где $C_{\text{I,milk}}$ – концентрация йода в молоке, мкг/л;
 $C_{\text{I,feed}}$ – концентрация йода в корме, мг/кг.

Таблица 4.6.1.

Таблица параметров процесса йодирования молока коров

Концентрация йода в корме, $C_{I,feed}$	Кол-во йода, потребляемого коровой в сутки на 100 кг bw*, $Q_{I\text{ per }100bw}$	Содержание йода в молоке, $C_{I,milk}$	Коэффициент Кйод	Источник	
мг/кг	мг/(100 кг bw)	мкг/л			
0,6	1	25	41,67	Полиномиальная модель расчёта, Binnerts: $1,5 + 17,5x - 1,6x^2 - 0,008x^3$ $01500,000007x^4 = C_{milk}$, мкг/100мл, (где x – ежедневная добавка йода в мг отнесённая к 100) (Binnerts, W.T. 1958)	
1	1,67	32	32,00		
1,5	2,5	41	27,33		
2	3,33	50	25,00		
4	6,67	84	21,00		
6	10	118	19,67		
10	16,67	184	18,40		
0,6	1	16	26,67		Линейная модель расчёта, Aldermann and Stranks: $2,13x+3,1 = C_{milk}$, мкг/кг, (где x – добавка йода в мг/день) (Alderman, G. and Stranks, M.H. 1967)
1	1,67	24	24,00		
1,5	2,5	35	23,33		
2	3,33	46	23,00		
4	6,67	88	22,00		
6	10	131	21,83		
10	16,67	216	21,60		
Среднее значение коэффициента \approx			25		

* – bw – body weight (англ. 'вес тела'), используется для обозначения расчёта на кг веса тела.

4.7. Методика обогащения молока посредством йодирования корма коров. Йодирование молока специальными добавками

Как правило исследователи в опытах по обогащению йодом коровьего молока рассчитывали дозу йодирующей добавки индивидуально для каждой коровы с учётом её веса и потребления корма.

Добавку в корм вносили, соблюдая определенный режим. Чешские исследователи (Sustala, 2003) выбрали двухразовый прикорм – в 7 часов утра и 15 часов дня. Американский учёный Swanson (1990) для йодирующего прикорма использовал трёхразовое кормление: в 7, 12 и 17 часов дня.

Получение йодированного молока возможно также за счёт его прямого обогащения на молочном заводепосредством йодирующих добавок. Например, ряд российских заводов в качестве йодирующей добавки используют препарат «Йодказеин».

4.8. Применение препарата «Монклавит-1» для йодирования коровьего молока

Использование «Монклавит-1» в качестве йодирующей добавки удовлетворяет условиям производства обогащенной продукции (п. 2.3.).

Концентрация йода в препарате составляет не менее 2,5 мг/мл. Во всех представленных ниже отчётах вес коровы принят равным 600 кг, а потребление корма в день – 10 кг по умолчанию. На основании исследований европейских ученых мы получили среднее значение коэффициента обогащения К_{йод}, равным 25 (Binnerts, W.T. 1958; Alderman, G. and Stranks, M.H. 1967).

Рассчитаем количество препарата «Монклавит-1», необходимое для получения молока с концентрацией йода 225 мкг/л (методика расчета аналогична расчетам, приведенным в разделе о йодировании яиц):

1. Определим концентрацию йода в корме:

$$C_{I,feed} = C_{I,milk} / 25 = 225 / 25 = 9 \text{ мг/кг},$$

2. Таким образом корова получает в день следующее количество йода:

$$Q_{I \text{ per } 100bw} = 9 \text{ мг/кг} * 10 \text{ кг} * 100 \text{ кг} / 600 \text{ кг} = 15 \text{ мг} \\ (\text{на } 100 \text{ кг веса животного}).$$

3. Вычисляем объём Монклавита, содержащий столько же йода:

$$V_{\text{монс per } 100bw} = Q_{I \text{ per } 100bw} / 2,5 \text{ мг/мл} = 15 / 2,5 = 6 \text{ мл} \\ (\text{на } 100 \text{ кг веса животного}).$$

Используя такую же последовательность, мы рассчитали добавку препарата Монклавит ещё для нескольких концентраций йода в молоке (таблица 4.8.1.).

Таблица 4.8.1.

Расчётная таблица для получения йодированного молока с заданным содержанием йода

Концентрация йода в корме, $C_{I,feed}$	Кол-во йода, потребляемого коровой в сутки*, $Q_{I \text{ per } 100bw}$	Кол-во препарата «Монклавит-1», потребляемое в сутки*, $V_{\text{монс per } 100bw}$	Концентрация йода в молоке, $C_{I,milk}$	Физиологическая значимость
мг/кг	мг/(100 кг bw)	мл/(100 кг bw)	мкг/л	
0,36	0,6	0,24	9,0	Нормальный синтез тироксина
0,6	1,0	0,4	15,0	Для ремонтного молодняка
0,9	1,5	0,6	22,5	В период лактации
1,5	2,5	1,0	37,5	
2,5	4,2	1,5	62,5	
3,0	5,0	2,0	75,0	

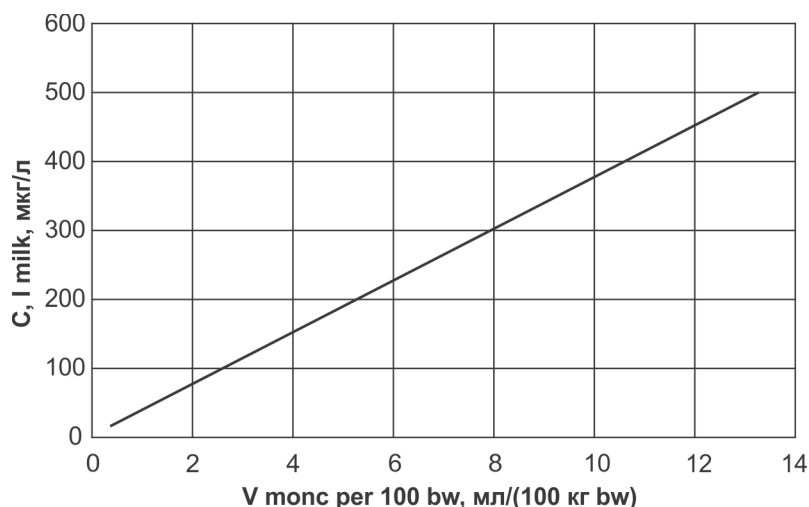
Продолжение таблицы

Концентрация йода в корме, $C_{I,feed}$	Кол-во йода, потребляемого коровой в сутки*, $Q_{I \text{ per } 100bw}$	Кол-во препарата «Монклавит-1», потребляемое в сутки*, $V_{\text{монс per } 100bw}$	Концентрация йода в молоке, $C_{I,milk}$	Физиологическая значимость
мг/кг	мг/(100 кг bw)	мл/(100 кг bw)	мкг/л	
6,0	10,0	4,0	150,0	
9,0	15,0	6,0	225,0	Получение йодированного молока
15,0	25,0	10,0	375,0	
20,0	33,33	13,3	500,0	

* – расчёт производился на средний вес коровы 600 кг с учётом суточного потребления корма, принятым нами как 10 кг.

График 5.

Расчетная зависимость содержания йода в молоке от количества препарата «Монклавит-1», потребляемого в сутки



По данным, предоставленным Еврокомиссией (FEEDAP Panel, EFSA, 2005), ежедневное производство тироксина растущих и некормящих коров составляет 0,2 – 0,3 мг тироксина на 100 кг веса коровы, что соответствует 0,13 – 0,2 мг йода. Изучение процессов поглощения йода щитовидной железой и его переработки показали, что 0,6 мг йода (0,24 мл Монклавита) на 100 кг веса коровы являются достаточным количеством для осуществления нормальной синтеза гормона тироксина в организме коровы. Получаем, что для коровы весом 600 кг необходимо потребление 3,6 мг йода в сутки (1,44 мл препарата Монклавит).

Для ремонтного молодняка (растущих бычков и тёлочек) требуется почти такое же количество йода, как для беременных коров. Тем не менее, рекомендованные значения несколько выше – 0,4 мл препарата Монклавит в расчёте на 100 кг веса животного.

В период лактации коров темпы производства гормона тироксина увеличиваются в 2,5 раза. Требуемое количество йода становится равным 1,5 мг на 100 кг веса коровы или

9 мг в день в расчёте на одно животное. Таким образом, для коровы весом 600 кг в период лактации необходимо 3,6 мл препарата Монклавит в сутки.

Расчетный расход Монклавита на 1 голову составляет:

Для обеспечения физиологических потребностей в йоде телят и сухостойных коров	0,24 мл/сутки на 100 кг веса (7,2 мл/месяц)
Для обеспечения физиологических потребностей в йоде ремонтного молодняка	0,4 мл/сутки на 100 кг веса (12 мл/месяц)
Для обеспечения физиологических потребностей в йоде коров в период лактации, концентрация йода в молоке – 20 мкг/л	0,6 мл/сутки на 100 кг веса (18 мл/месяц)
Для получения йодированного молока с содержанием йода – 200 мкг/л	6 мл/сутки на 100 кг веса (180 мл/месяц)
Фармакологическая доза препарата «Монклавит-1», концентрация йода в молоке – 500 мкг/л	13,3 мл/сутки на 100 кг веса

Выполним теоретический расчёт для возможного **прямого добавления препарата Монклавит** в молоко, принимая, что 1 мл Монклавита содержит 2500 мкг йода:

Рассчитаем добавку Монклавита для получения концентрации йода в молоке 250 мкг/л:

$$C_{I,milk} = (V_{monc} * C_{I,monc}) / V_{milk},$$

где $C_{I,milk}$ – концентрация (*concentration*) йода в молоке, мкг/л;

$C_{I,monc}$ – концентрация йода в препарате Монклавит, мкг/мл;

V_{milk} – объём (*volume*) молока, л;

V_{monc} – объём добавки препарата Монклавит, мл.

Получаем:

$$V_{monc} = (C_{I,milk} * V_{milk}) / C_{I,monc} = (250 \text{ мкг/л} * 1 \text{ л}) / 2500 \text{ мкг/мл} = 0,1 \text{ мл}$$

Таблица 4.8.2.

**Расчётная таблица для йодирования молока
напрямую с помощью препарата «Монклавит-1»**

Объём добавки Монклавита на 1 литр молока, V_{monc}	Содержание йода в литре молока, $C_{I,milk}$	Содержание йода в стакане молока
мл*	мкг/л	мкг/250мл
0,05	125	31,25
0,1	250	62,5
0,15	375	93,75
0,2	500	125

* – для визуализации расчётов отмечаем объёмное соответствие 0,05 мл с одной каплей медицинской пипетки, 0,1 мл – 2 капли и т.д.

4.9. Оценка эффекта применения препарата «Монклавит-1» при аэрозольном распылении и алиментарном применении (в соавторстве с к. в. н. Н. А. Михайловым)

По заявке завода изготовителя препарата «Монклавит-1» нашей компанией совместно с сотрудниками Санкт-Петербургской Государственной Академии Ветеринарной Медицины (СПБГАВМ) и одним из животноводческих хозяйств Ленинградской области было проведено исследование, целью которого являлась оценка эффекта применения препарата «Монклавит-1» при аэрозольном распылении и выпаивании. Постановка опыта проходила под руководством профессора СПБГАВМ, доктора ветеринарных наук Кузнецова Анатолия Федоровича.

Исследование состояло из 2-х частей:

1. Аэрозольная обработка животноводческих помещений препаратом «Монклавит-1» в присутствии животных. Период проведения опыта – с 23.06.09 по 04.07.09 (12 дней). Препарат «Монклавит-1» в объеме 2 литра распыляли ежедневно 1 раз в течение 12 дней распылителем Sprayer в кормовом проходе над коровами опытной группы.

2. Выпаивание коровам препарата «Монклавит-1» с водой 1 раз в день по 100 мл на голову в течении 5 дней. Период проведения опыта – с 30.06.09 по 04.07.09 (5 дней).

В исследовании участвовали коровы чёрно-пёстрой породы. Каждая группа состояла из 5 коров. По окончании опытов у опытных и контрольной групп отобрали пробы молока и крови. Контрольные пробы отобраны в коровнике, где препарат «Монклавит-1» не применялся. Результаты измерений представлены в таблице 4.9.1.

Таблица 4.9.1.

Уровень содержания йода в молоке после аэрозольной обработки и выпаивания препарата

Описание проб	Количество проб	Среднее в группе содержание йода, мкг/л	Среднее в группе содержание жира в молоке, %	Среднее в группе содержание соматических клеток (тыс/см.куб)
Контроль	5	<2	3,24	$8,76 \times 10^5 \pm 2,55$
Опыт – аэрозольная обработка	5	$62,3 \pm 28,5$	3,80	$9,94 \times 10^5 \pm 2,28$
Опыт – выпаивание	5	$509,9 \pm 20,5$	4,08	$2,96 \times 10^5 \pm 1,07$

Измерение содержания йода в молоке производилось в лаборатории НПК «Техгоссервис», биохимический анализ проводился на базе испытательной лаборатории кафедры биохимии и органической химии ФГОУВПО «СПБГАВМ».

После проведения **аэрозольной обработки** препаратом «Монклавит-1» содержание йода в полученном молоке находится в интервале от 30 до 93 мкг/л. Содержание жира в молоке при этом довольно стабильно и составляет в среднем 3,85% жира, что на 17% больше, чем в контрольных пробах. Содержание йода в полученном молоке свидетельствует, что лактирующие коровы получили при аэрозольной обработке помещения дозу йода достаточную для обеспечения потребности их организмов (см. табл. 4.9.2).

Выпаивание «Монклавита-1» с водой в фармакологической дозе 100 мл позволило получить достаточно стабильное содержание йода в молоке – порядка 510 мкг/л, находящееся на границе максимальной нормы содержания йода в молоке (см. главу 4.3). Обращаем

внимание, что при тепловой обработке молока, стерилизации содержание йода уменьшается. Содержание жира в молоке составило в среднем около 4,1%, что на 26% больше, чем в контрольных пробах. Следует также отметить, что в двух случаях содержание жира составило 4,5 и 4,7%.

Количество соматических клеток в молоке является параметром качества молока и индикатором физиологического статуса молочной железы.

В молоке коров группы выпаивания содержание соматических клеток составляло $2,96 \times 10^5 \pm 1,07$, что приближает полученное молоко к оценке высшего сорта, а молоко коров группы аэрозольного применения ($9,94 \times 10^5 \pm 2,28$) и контрольной группы ($8,76 \times 10^5 \pm 2,55$) – к 1 сорту.

На вариативность результатов по содержанию йода и жира в молоке возможное влияние оказало состояние здоровья коров, технология проведения распыления, аэродинамика помещения.

Таблица 4.9.2.

Сравнительная оценка результатов биохимического исследования крови коров до и после аэрозольного применения «Монклавита-1»

№	Показатель	Ед. изм.	Норма	До применения	После применения
1	α-глобулин	%	12–20	$12,58 \pm 0,6$	$14,826 \pm 2,85$
2	γ-глобулин	%	25–40	$35,59 \pm 2,83$	$43,394 \pm 1,89$
3	Гормон T ₃	нмоль/л		$4,25 \pm 0,25$	$5,58 \pm 0,32$

Основные биохимические показатели находятся в пределах физиологической нормы. Анализируя полученные данные (табл. 4.9.2.), можно отметить, что после применения «Монклавита-1» у коров в крови отмечено увеличение α-альфа глобулинов – на 17,8% и γ – глобулинов – на 21,9%, гормона T₃ – на 31,3%. Наблюдается ожидаемое повышение уровня гормонов щитовидной железы, но гормональный статус находится в пределах физиологической нормы.

Из клинических показателей крови – после применения «Монклавита-1» отмечено увеличение гемоглобина на 6,3%, цветного показателя – на 36,2%. Также зарегистрировано в лейкоформуле увеличение числа сегментоядерных нейтрофилов с 38,3% до 52% (т.е. на 35,7%) и снижение эозинофилов на 0,66%. Снижение количества эозинофилов подтверждает, что препарат Монклавит не обладает аллергенностью.

Приведенные данные по гематологическим показателям подтверждают, что «Монклавит-1» при аэрозольном использовании оказывает стимулирующее действие на клинические показатели крови у коров.

Вывод: Поставленный опыт подтверждает, что использование препарата «Монклавит-1» в молочном скотоводстве является безопасным, обеспечивает потребность животных в йоде, повышает их иммунитет, а также позволяет получать высококачественную, обогащенную йодом продукцию.

4.10. Производственный эксперимент по обогащению йодом молока коров (в соавторстве с А. Яковлевой)

Производственный эксперимент по практической отработке методики обогащения йодом молока коров при помощи ветеринарного лекарственного средства «Монклавит-1» проводился в конце февраля – начале марта 2012 году в ПК «Шушары», п. Шушары, Санкт-Петербург.

Выбор этих месяцев для проведения эксперимента не случаен – по нашим данным, именно данный период является одним из самых сложных в году: происходит снижение иммунитета животных, повышается риск инфекционных заболеваний, зачастую в хозяйствах снижается питательность кормов.

Как было сказано в предыдущих главах настоящего издания, йод, содержащийся в «Монклавит-1» в форме полимерного комплекса, усиливает процессы ассимиляторной фазы белкового обмена веществ, способствует усвоению организмом животного фосфора и кальция. Органифицированный щитовидной железой животных йод стимулирует и сенсибилизирует симпатическую нервную систему и тем самым косвенно повышает приспособительные и защитные реакции организма. Усилению защитной реакции организма способствует повышение йодом фагоцитарной активности лейкоцитов и выраженные дезинтоксикационные свойства полимеров, содержащихся в «Монклавит-1».

Длительность эксперимента составила 19 дней. Препарат «Монклавит-1» распылялся на корм животных при помощи ранцевого спрейера один раз в сутки во время утреннего кормления. Дозировка варьировала от 30 до 80 мл на голову.

Обработка корма производилась ежедневно в течение первых 5 дней, следующие 3 дня – перерыв, затем один раз в 3–4 суток.

Взятие проб осуществлялось во время дневной дойки.

День эксперимента	17.01	1 день 13.02	2 день 14.02	3 день 15.02	4 день 16.02	5 день 17.02
Отбор проб	Фоновые пробы молока					Отбор проб
6 день 18.02	7 день 19.02	8 день 20.02	9 день 21.02	10 день 22.02	11 день 23.02	12 день 24.02
		Отбор проб				
13 день 25.02	14 день 26.02	15 день 27.02	16 день 28.02	17 день 29.02.12	18 день 01.03.12	19 день 02.03.12
						Отбор проб
03.03.12	04.03.12	05.03.12	06.03.12			
			Отбор проб			

Условные обозначения:

	День с обработкой корма препаратом «Монклавит-1»
	День без применения препарата

Введение препарата в течение первых 5 пяти суток в значительной дозировке применялось для максимизации лечебно-профилактического эффекта «Монклавит-1», сочетающего в себе свойства лекарственного средства, стимулятора неспецифического иммунитета, дезинтоксиканта и источника стабильного йода для организма животных.

Опыт показал, что для производства йодированного молока достаточно вводить препарат один раз в 3–4 суток – в этом случае значительная концентрация «Монклавит-1», достигаемая в день введения препарата, обеспечивает также профилактику заболеваний животных, вызываемых патогенной микрофлорой, в отношении которой препарат работает как антисептик и дезинфектант.

Сходная методика применялась при производстве йодированных яиц и описана в соответствующей главе настоящего издания.

Определение содержания йода в полученном молоке производилось в физико-химической лаборатории ООО НПК «Техгеосервис». Анализ проводился по модифицированной методике, разработанной в ОАО НПП «Буревестник» и аттестованной в соответствии с ГОСТ Р 8.563-96 и ГОСТ Р ИСО 5725–2002 (Части 1–6).

Для определения концентрации микроэлемента в коровьем молоке до начала опыта, по окончании 5-дневного лечебно-профилактического курса препарата, а также на 19-й день эксперимента были отобраны пробы молока у отдельных коров и пробы из общего резервуара. Анализ показал, что среднее содержание йода в пробах, полученных непосредственно от коров и в пробах из резервуара, с учетом погрешности определения, практически одинаково.

Таблица 4.10.1

Результаты измерений содержания йода в молоке

День эксперимента/ дата	Описание дня взятия проб	Количество образцов, шт	Среднее содержание йода в молоке, мкг/л
17.01.12	Фоновые пробы (до начала опыта)	10	23 ± 2
День 5 17.02.12	Окончание 5-дневного терапевтического курса «Монклавит-1»	10	542 ± 23
День 8 20.02.12	3-й день после окончания терапевтического курса «Монклавит-1»	5	449±35
День 19 02.03.12	День возобновления обработки кормов «Монклавит-1» после перерыва	10	242 ± 13
06.03.12	4-й день после прекращения введения «Монклавит-1»	5	139 ± 70

Содержание йода 23 мкг/л в фоновых пробах молока, отобранных до начала опыта, характерно для молока коров, получающих йод в количестве, достаточном для обеспечения их физиологических потребностей.

После окончания лечебно-профилактического 5-дневного курса препарата «Монклавит-1», доза которого составляла 60–80 мл/голову, содержание йода в молоке достигло 542 мкг/л; после прекращения введения препарата содержание йода в молоке за 3 дня уменьшилось примерно на 20% и составило около 450 мкг/л.

Для получения йодированного молока доза «Монклавит-1» была уменьшена по сравнению с терапевтической в 2 раза – до 30–40 мл/голову. Соответственно, в пробах, отобран-

ных на 19-й день эксперимента после чередования дня выпойки и 2–3-х дневного «покоя», концентрация йода в молоке составила около 240 мкг/л, что в 2 раза меньше концентрации йода в молоке после лечебно-профилактического курса.

Через 4 дня после завершения опыта концентрация йода снизилась примерно в 2 раза и составила 140 мкг/л.

Так как снижение концентрации йода в молоке в периоды «покоя» незначительно, а концентрации антисептического лекарственного средства в периоды «введения» достаточны для профилактики заболеваний животных, то настоящая методика позволяет не только получать обогащенное йодом молоко, но и профилактировать заболевания животных, тем самым органично дополняя существующие в хозяйстве схемы лечебно-профилактических мероприятий.

Таким образом, данный производственный эксперимент еще раз продемонстрировал преимущества использования препарата «Монклавит-1» для производства молока, обогащенного йодом.

ГЛАВА 5.

Влияние лекарственного средства «Монклавит-1» на медоносных пчёл.

Содержание йода в мёде при использовании «Монклавит-1» для подкормки пчел

Резко выраженные фунгицидные свойства «Монклавит-1» в сочетании отсутствием токсичности обуславливают эффективность и безопасность его применения для борьбы с микозами пчел, в том числе аскоферозом и аспергиллезом.

Для дезинфекции ульев препарат применяют аэрозольно с использованием мелкодисперсных распылителей. В начальной стадии заболевания для получения оздоравливающего эффекта достаточно 2-х обработок, при развитой (запущенной) форме – 3-х обработок с интервалом 5–10 дней.

На пасеках неблагополучных по микозам «Монклавит-1» также применяют в виде углеводной подкормки в периоды активного выращивания потомства медоносными пчелами весной (апрель-май). За 14 суток до начала главного медосбора подкормки с препаратом «Монклавит-1» прекращают, а после отбора товарной продукции повторяют с целью профилактики и превентивного лечения в период выращивания зимних генераций рабочих пчел (август-сентябрь).

Для исследования препарата «Монклавит-1» как биологического стимулятора и профилактического средства для отрасли пчеловодства под руководством профессора Кузнецова А.Ф. и доцента К.А. Рожкова (СПбГАВМ) в сезон 2013 г. была проведена серия полевых опытов в условиях Выборгского района Ленинградской области на пасеке медового направления продуктивности (Рожков, Кузнецов, 2013).

В рамках проводимого эксперимента:

- контрольные группы пчелиных семей при весенней и осенней подкормках получали сахарный сироп без добавок общим количеством 10 кг при суточной дозе 0,5 кг;
- опытные группы получали сахарный сироп с добавкой препарата в соотношении – 12 мл «Монклавит-1» на 1 литр 60% сахарного сиропа по 0,5 кг в сутки по 10 кг на семью в те же сроки.

Приведенные исследователями данные показывают, что применение препарата «Монклавит-1» в составе углеводной подкормки способствовало лучшему снабжению личинок рабочих пчел молочком в период весеннего развития. Так, количество молочка в ячейках с 3 дневным расплодом у опытных групп было в пределах 7,2...5,3 мг против 4,3...4,2 мг у контроля, а период осеннего выращивания расплода соответственно 17,7...16,0 против 11,1...10,1 мг в независимости от погодных условий и наличия медосбора в природе.

Данное обстоятельство исследователи связывают с коррекцией микрофлоры пищеварительной системы у полезных насекомых препаратом «Монклавит-1», вследствие чего улучшается усвояемость кормов и возрастает потенциальная возможность у пчел-кормилиц выделять молочко для кормления пчелиной матки и личинок.

Помимо молочка пчёл-кормилец у опытной группы пчелиных семей карпатской породы (I опытная группа, n = 3) в период осеннего выращивания расплода был отобран на анализ кормовой мёд. Мёд отбирался для анализа в виде проб сотового мёда.

Забор образцов производился в период с 01.08.13 по 25.08.13, каждые 12 суток (соответствует одной фазе выкармливания расплода); всего 3 раза: 1-ый образец – перед началом кормления; 2-ой и 3-ий – в период кормления сахарным сиропом с «Монклавит-1».

Определение концентрации йода в кормовом мёде производилось лабораторией ООО НПК «Техгеосервис» методом инверсионной вольтамперометрии. Для анализа использовался вольтамперометрический анализатор АВА-3. Результаты приведены в таблице 5.1

Таблица 5.1.

Содержание йода в кормовом мёде

Исследуемый объект	Дата отбора и условия	Условия	№ пчелиной семьи	Содержание йода в кормовом мёде (мкг/кг)
Сотовый мёд (опытная группа пчелиных семей)	I день отбора – 01.08.13	Фон (перед началом кормления подкормкой «сахарный сироп + Монклавит-1»)	1	176 ± 4
			2	102 ± 8
			3	172 ± 6
	II день отбора – 13.08.13	Опыт (в период кормления подкормкой)	1	239 ± 22
			2	452 ± 25
			3	428 ± 20
	III день отбора – 25.08.13	Опыт (в период кормления подкормкой)	1	538 ± 62
			2	436 ± 10
			3	529 ± 10

Согласно данным проведённого анализа у пчелиных семей I опытной группы, получавшей подкормку с препаратом осенью, концентрация йода в углеводном корме, расположенном вокруг зоны, где выращивался расплод, постепенно возросло в течение 36 суток опыта с 102 мкг/кг до 538 мкг/кг. В этот же период наблюдалось увеличение массы молочка в ячейках сотов с 11,2 мг до 17,7 мг и увеличение плотности расположения расплода, что указывает на увеличение выживаемости потомства на стадии личинки и куколки у семей, получавших с углеводной подкормкой препарат «Монклавит-1».

Вывод: Эксперимент по исследованию влияния препарата «Монклавит-1» на медоносных пчёл показал, что препарат обладает высокой активностью и выраженным пролонгированным действием, повышает адаптацию организма полезных насекомых к неблагоприятным условиям (Рожков, Кузнецов, 2013).

При этом, добавка препарата в углеводный корм в периоды активного выращивания потомства способствует улучшению снабжения личинок кормом и увеличивает выживаемость расплода на стадии личинки и куколки, что показывает перспективность данного направления исследований.

Библиография

- Алиева С.* «Ликвидировать йододефицит раз и навсегда», www.zerkalo.az, 19.06.2010.
- Алиева Н.* «Азербайджан увеличивает экспорт соли», 03.06.2012. www.mir24.tv – интернет-сайт МТРК «Мир».
- Агрохимиздат.* «Химический состав пищевых продуктов», 2-е изд., М., 1987
- Антонова М. С.* Борьба с йод-дефицитом: история и современность.// Электронный журнал «Исследовано в России», 2004.
- Ахмедова З.* «Потребление нейодированной соли чревато для населения Азербайджана серьезными заболеваниями – эксперт (фотосессия)», www.trend.az, 09.06.2010.
- Богатова О. В., Догарева Н. Г.* Химия и физика молока. ГОУ высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет», Кафедра технологии переработки молока и мяса. – Оренбург, 2003.
- Борисенкова А. Н.* О лечебно-профилактических свойствах йодиола при экспериментальном пастерилезе кур.// Сб. Трудов ВНИИ БП, 1965. с. 149–151.
- Варюхин А. В.* «Йодистые аэрозоли в промышленном птицеводстве. Преимущества и недостатки.// «Птицеводство», 2010 г., № 6.
- Василенко И. Я., Василенко О. И.* «Радиоактивный йод» // Энергия: экономика, техника, экология. 2003, № 5, с. 57–62.
- Василенко Л.* Статья, www.inkar-info.livejournal.com, 07.05.2008.
- Васильева С. В., Конопатов Ю. В.* Клиническая биохимия крупного рогатого скота. Учебное пособие. – СПб., Издательство СПбГАВМ, 2009.
- Виноградов А. П.* Геохимия редких и рассеянных химических элементов в почвах. // М. – 1950.
- ВНИТИП, 2007–2008.* Эксперименты под руководством академика РАСХН И. А. Егорова по изучению биологической активности и доступности йода, как кормовой добавки. Источник – компания «Кормозаготовка».
- ВОЗ, Всемирная Организация Здравоохранения.* «Опасения связанные с кризисной ситуацией на атомной электростанции в Японии», 2011.
- Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ)* «Медицинские последствия Чернобыльской аварии» Информационный бюллетень № 303, 2006.
- Герасимов Г.* «О рекомендациях всемирной организации здравоохранения по йодной профилактике после ядерных катастроф», «Клиническая Тиреоидология». Т. 1. 2003. № 4.
- Герасимов Г.* «Йодный дефицит в России все еще не устранен», www.fbr.info, 2010.
- Голубкина Н. А., Папазян Т. Т.* Селен в питании: растения, животные, человек. / Печатный город, 2006.

- Гуревич Г. П., Жабская Л. К., Межвинская Э. А. Содержание йода в йодированной соли в зависимости от температуры, влажности и срока хранения. // *Вопр.питания*, 12, 1:84.–1953.
- Дефицит йода – угроза здоровью и развитию детей России. Пути решения проблемы. Национальный доклад. // Министерство здравоохранения и социального развития РФ, Российская академия медицинских наук, ГУ Эндокринологический научный центр РАМН, Центр по йододефицитным заболеваниям МЗ и СР РФ, ГУ НИИ питания РАМН, Центр научно-технического сотрудничества предприятий соляной промышленности. – М. – 2006.
- Закон Республики Казахстан от 14.10.2003 № 489-III «О профилактике йододефицитных заболеваний». www.pavlodar.com – сайт ТОО «КАМАЛ-Консалтинг», Павлодар, Казахстан; 2011.
- Завтра, медиа-группа. Статья: «Дефицит йода в Украине приобретает угрожающие формы. Где рождаются дебилы в Украине», www.zavtra.com.ua, 20.01.2010.
- Йодомарин – интернет-сайт, www.iodomarin.com.ua. Статьи: «Чем опасен йододефицит?», 22.06.2010; «Украинская педиатрия не стоит на месте», 09.04.2010; «Профилактика и лечение ЙДЗ», 2010.
- Каган Р. С., Казначей Р. Я. О профилактике эндемического зоба. // *Врач. Дело*, 4: 305 – 1951.
- Качан В. И., Мохорт Т. В., Коломиец Н. Д., Филонов В. П., Петренко С. В., Забаровская З. В., Гусина Н. Б., Герасимов Г. А. «Стратегия устранения йодного дефицита в Республике Беларусь: оценка результатов 10-летней работы». *Клиническая и экспериментальная тиреоидология*, 2010, том 6, № 3.
- Киняева М. «30 регионов России, где отмечается дефицит йода», www.aquaexpert.ru, 2009.
- Кулиев Ш. М. Влияние новых йодных удобрений на рост, развитие и урожайность хлопчатника. В сб.: *Микроэлементы в сельск. хоз. и мед.*, Киев.– 1962.
- Лифляндский В. Г. Витамины и минералы от А до Я. // Издательский Дом Нева – Москва, Петербург – 2006.
- Либов Л. Л. 1951. Лекарственная терапия. Опыт советской медицины в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.
- Лоде Х. «Катетер-ассоциированные инфекции в ОИТ». *Материалы Международной конференции «Нозокомиальные инфекции в отделениях интенсивной терапии»*. 1998; С.15–16.
- Маменко М. Е. «Интервью с Маменко М. Е. (педиатр о йододефиците)», www.iodomarin.com.ua, 06.04.2010.
- Назаревская Т. И. «Роль йододефицита в канцерогенезе и новые методы терапии онкологических больных». // Доклад. 01.03.2012, Уфа. – по материалам интернет-сайта rk-prostor.ru.
- Новицкий А. А. «Роль и значение недостаточности селена в патологии», 2012.
- «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации». Методические рекомендации МР 2.3.1.2432 -08.
- «Мёд с молочая содержит йод» / medovyy-spas.rf – интернет-сайт / статья от 03.09.2011.
- Министерство сельского хозяйства Российской Федерации «Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации». – 2010.
- Министерство Здравоохранения Российской Федерации, приказ от 24 января 2000 г. № 20.
- Министерство Здравоохранения РФ, 31.03.1993. Рекомендации по применению препаратов стабильного йода населением для защиты щитовидной железы и организма от радиоактивных изотопов йода.
- Моллаева Н. Р. Пренатальный, интранатальный и постнатальный период у детей, страдающих психическими расстройствами, на территории с различной степенью йоддефицита. Российская медицинская академия последиplomного образования, Москва // *Российский психиатрический журнал*, № 2, 2009.

- Мохнач В. О.* Соединения йода с высокополимерами, их антимикробные и лечебные свойства. // М.-Л. –1962.
- Мохнач В. О.* Теоретические основы биологического действия галоидных соединений. // Л. –1968.
- Мохнач В. О.* Йод и проблемы жизни (Теория биологической активности йода и проблемы практического применения соединений йода с высокополимерами). // Изд-во «Наука», Ленингр. отд., Л. - 1974.
- Мохорт Т. В.* Белорусский государственный медицинский университет; Петренко С. В., Океанов А. Е., Международный государственный экологический университет им. А. Д. Сахарова; Коломиец Н. Д. Белорусская академия последилового образования «Результаты внедрения стратегии ликвидации йодной недостаточности в республике Беларусь» // Международный эндокринологический журнал 2(8) 2007 / Оригинальные исследования /Original Researches/.
- Мохорт Е. Г.* Роль селена в патогенезе йодной недостаточности. Белорусский государственный медицинский университет.
- Мурашова Е., Спиридонов А.* «Монклавит-1 – замена формальдегида» // «Птицеводство», 2010 г., № 1, с. 28
- Национальный доклад.* Дефицит йода – угроза здоровью и развитию детей России. Пути решения проблемы. //Минздравсоцразвития РФ, Российская Академия медицинских наук, ГУ Эндокринологический научный центр РАМН Центр по йоддефицитным заболеваниям МЗ и СР РФ, ГУ НИИ питания РАМН, Центр научно-технического сотрудничества предприятий солевой промышленности. – М. – 2006.
- «*Наш продукт*», информационное агенство, Украина. www.ianp.com.ua. Статья «Йодированная соль – панацея от йододефицита или убийца здоровья?», 11.04.2012.
- Пейве Я. В.* Руководство по применению микроудобрений. / М.– 1963.
- Посканная Е.* «Украинцы не могут быстро принимать решения из-за нехватки йода», www.kr.ua – интернет-сайт Комсомольской Правды в Украине. 18.05.2012.
- Постановление* главного санитарного врача РФ от 11.07.2000 № 5 «О коррекции качества питьевой воды по содержанию биогенных элементов».
- Постановление* Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 14 июня 2013 г. № 31 г. Москва «О мерах по профилактике заболеваний, обусловленных дефицитом микронутриентов, развитию производства пищевых продуктов функционального и специализированного назначения»
- Рак И. В.* «Мифы Древнего и раннесредневекового Ирана (зороастризм)» – Спб. – Москва: «Журнал «Нева» – «Летний сад», 1998).
- РОСБАЛТ*, информационное агенство. Статья:«От правительства РФ ждут закон об йодированной соли», www.rosbalt.ru, 16.11.2010.
- Рожков К. А., Кузнецов А. Ф.* «Изучение влияния «Монклавит-1» на процесс кормления потомства у медоносных пчел». // СПбГАВМ. Северо-Западная ветеринарная ассоциация. Материалы международ. науч. конференции студентов, аспирантов и молодых учёных «Знания молодых для развития ветеринарной медицины и АПК страны». Ноябрь 2013, с. 109.
- Спасюк Е.* «Победу над дефицитом йода Беларуси праздновать рано», www.naviny.by, 24.03.2010.
- Спасюк Е.* «Соль земли – цветам жизни», www.naviny.by, 10.09.2010.
- Справочник* по инкубации яиц. // М., Агропромиздат, 1990, с. 8, 20.
- Тажигаев Ш. С., Оспанова Ф. Е., Ергалиева А. А., Сарсембаева А. П.* О профилактике анемии, йододефицита и дефицита витаминов у школьников. // под ред. акад. НАН РК и РАМН, проф. Шарманова Ш. С. - Алматы, 2008.

- Тиронет* – интернет сайт, www.thyronet.ru.
- Тутельян В. А., Княжев В. А., Хотимченко С. А., Голубкина Н. А., Кушлинский Н. Е., Соколов Я. А. «Селен в организме человека: метаболизм, антиоксидантные свойства, роль в канцерогенезе». М.: Издательство РАМН, 2002.
- Фисинин В. И. Птицеводство России – стратегия инновационного развития. // ГНУ Всероссийский научно-исследовательский и технологический институт птицеводства, 2009 г. Москва, 2009.
- Фисинин В. И., Сурай П. Природные минералы в кормлении животных и птицы. // Животноводство России, август 2008.
- Фогель Л. С., Кузнецов А. Ф., Варюхин А. В., Павлов А. В., Табунс Э. В. и др. Йод в молоке. // Ветеринария, № 3. – 2007.
- «Химический состав пчелиного мёда» /rudmeda.com – интернет-сайт/ статья , 2013.
- «Химический состав и свойства мёда», реферат // knowledge.allbest.ru – база рефератов, 2010.
- Широкова В. И., Голоденко В. И., Демин В. Ф. и др. Йодная недостаточность: диагностика и коррекция. // Педиатрия, № 6 – 2005.
- Щербатов В., Сидоренко Л. и др. Новый признак в селекции несушек. // Животноводство России, декабрь 2005.
- Эндокринологический научный центр Минздравсоцразвития, 2011. Материалы круглого стола «Профилактика заболеваний, связанных с дефицитом йода в России»
- Abraham, Guy E., The Wolff-Chaikoff Effect: Crying Wolf.// The Original Internist –2005.*
- AIF.RU* – интернет-сайт. Аргументы и факты. Здоровье. Статья «У трети российских детей отмечены задержка роста и дефицит массы тела», 06.06.12.
- Alderman, G. and M.H. Stranks. The iodine content of bulk herd milk in summer in relation to estimated dietary iodine intake of cows. // J. Sci. Food Agric. 18, 151–153.– 1967.*
- Als, C., M. Haldimann, E. Burgi, F. Donati, H. Gerber and B. Zimmerli. Swiss pilot study of individual seasonal fluctuations of urinary iodine concentration over two years: is agedependency linked to the major source of dietary iodine? // Eur. J. Clin. Nutr. 2003 May; 57(5), 636–46.- 2003.*
- Animal nutrition section. Summary minutes of the meeting of the standing committee on the food chain and animal health. // Brussels – 2005.*
- Arrington L.R., N.A. Marcilese, R.H. Harms and R.M. Valsecchi. Iodine uptake by ova of hens given excess iodine and effect upon ova development. //J. Nutrition, 94. – 1968.*
- Bader, N., U. Möller, M. Leiterer, K. Franke, and G. Jahreis. Iodine content in human milk and cows milk increased continuously. – Investigations in Jena/Thuringia. Submitted for publication.- 2003.*
- Baker D.H., T.M. Parr and N.R. Augspurger. Oral iodine toxicity in chicks can be reversed by supplemental bromine./ The American Society for Nutritional Science. Journal Nutrition.Vol.133. – 2003.*
- Beck Melinda. Selenium and Vitamin E Status: Impact on Viral Pathogenicity. J. Nutr. 137: 1338–1340, 2007*
- Berg J.N., D. Padgitt, B. McCarthy. Iodine concentration in milk of dairy cattle fed various amounts of iodine as ethylenediamine dihydroiodide. Journal of Dairy Science, 71, 3283–3291.– 1988.*
- Binnerts, W.T. 1958. Acta Physiol. Pharmacol. Neerlandica 7, cited from Harding, F. 1982. Iodide in Milk and Milk Prodcuts. International Dairy federation, IDF Doc 152, Bruxelles.*
- Bruhn, J.C., A.A. Franke. An Indirect Method for the Estimation of the Iodine Content in Raw Milk.Journal of Food Protection 48:397–400.- 1985.*

- Bruhn, J.C., A.A. Franke.* Iodine in Human Milk; *Journal of Dairy Science* 66:1396–1398.
- Bruhn, J.C., A.A. Franke, R.B., Bushnell, et al.* Sources and Content of Iodine in California Milk and Dairy Products. *Journal of Food Protection* 46:41–46.- 1983.
- Bruhn, J.C., A.A. Franke, T.W. Smith.* Iodine in California Farm Milk. *Journal of Food Protection* 50:765–768: 1885–1986.- 1987.
- Bulinski, R., Z. Marzec, N. Koktysz.* Determination of Iodine in Milk and Milk Products. *Roczniki Panstwowego Zakladu Higieny* 39:198–202.- 1988.
- Cepulienė R., R. Bobiniene, V. Sirvydis, D. Gudaviciute, M. Miskiniene, I. Kepaliene.* Effect of stable iodine preparation on the quality of poultry products. / *Veterinarija ir zootechnika*, 42(64) – 2008 .
- Cocchieri, R.A., A. Arnese, A.M Minicucci, et al.* The Iodine Content of Milk Produced in Central-Southern Italy. *Rivista della Societa Italiana di Scienze dell’Alimentazione* 18:331–338.- 1989.
- Contempré B, Dumont JE, Deneff JE, Many MC.* Effects of selenium deficiency on thyroid necrosis, fibrosis and proliferation: a possible role in myxoedematous cretinism. *Eur J Endocrinol.* Jul;133(1):99–109. Free University of Brussels, Belgium. 1995
- Contempré B, de Escobar GM, Deneff JE, Dumont JE, Many MC,* Thiocyanate induces cell necrosis and fibrosis in selenium- and iodine-deficient rat thyroids: a potential experimental model for myxedematous endemic cretinism in central Africa. *Endocrinology.* 2004
- Curda L., J. Rudolfová.* Changes of iodine content in milk of cows treated with Betadine. *Czech J. Food Sci.*, 18 (2000): 5–8.
- Demott, B.J., H.C. Holt.* Iodine Concentration of Raw Milk in Tennessee. // *Tennessee Farm and Home Science* 158:31–34.- 1991.
- A.T. Diplock, B. Contempré, J. Dumont, N. Bebe, J. Vanderpas.* “Interaction of selenium and Iodine deficiency in the development of human Iodine deficiency diseases.” Discussion. 9 international Symposium on Trace elements in man and animal. Canada, 1996
- FEEDAP Panel, EFSA.* Opinion of the Scientific Panel on additives and product or substances used in animal feed on the request from the Commission on the use of iodine in feedingstuffs.// *The European Food Safety Authority Journal.*–2005:168.
- Fischer, P.W.F., A. Giroux.* Iodine Content of Canadian Retail Milk Samples. *Food Research International* 26:277–281.- 1993.
- Flachowski G.* Iodine in animal nutrition and iodine transfer from feed into food of animal origin. Vol. 42 (2), Oct. 2007.
- Flynn, A., O. Moreiras, P. Stehle et al.* Vitamins and minerals: A model for safe addition to foods.// *European Journal of Nutrition.* – 2003.
- Groppel, B., W.A. Rambeck and J. Gropp.* Jodanreicherung in Organen und Geweben von Mastkühen nach Jodsupplementierung des Futters. Proc. 11. Arbeitstagung Mengen- und Spurenelemente, 12./13.12.1991, Jena, 300–308.- 1991.
- Hamann, J. and W. Heeschen.* On the iodine content of milk. *Milchwissenschaft* 37(9), 525–529.- 1982.
- Hardmann, M., A. Alt, A. Blanc, K. Bloundeau.* Iodine content of food groups.// *Journal of food Composition and Analysis*, 18, 2005.
- Health info,* интернет-портал, статья «Украинцы потребляют йода в три раза меньше нормы», 27.03.2012.
- Herzig I., J. Poul, B. Pisaricova, E. Gopfert.* Milk iodine concentration in cows treated orally or intramuscularly with a single dose of iodinated fatty acid esters. *Vet. Med. – Czech*, 48, 2003 (6):155–162.

- Herzig I., J. Travnicek, J. Kursa, V. Kroupova, I. Reznicek.* Content of iodine in broiler meat/Acta Vet. Brno 2007, 76:137–141.
- ICCIDD.* Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. //Third Edition. World Health Organization, UNICEF [<http://www.iccidd.org>] International Council for the Control of Iodine Deficiency Disorders.
- ICCIDD.* May 2010. IDD newsletter, volume 36, №2.
- ICCIDD.* Global Iodine Nutrition Scorecard for 2012
- Jahreis, G., W. Haussmann, G. Kiessling, K. Franke and M. Leiterer.* Bioavailability of iodine from normal diets rich in dairy products – results of balance studies in women. Exp. Clin. Endocrinol. Diabetes 109 (3), 163 – 167.- 2001.
- Jahreis, G., M. Leiterer, K. Franke, W. Maichrowitz, F. Schöne and V. Hesse.* Jodversorgung bei Schulkindern und zum Jodgehalt der Milch. Kinderärztliche Praxis 16, 172–181.- 1999.
- Kaufmann S., J. Kursa, V. Kroupova, W.A. Rambeck.* Iodine in milk by supplementing feed: An additional strategy to erase iodine deficiency. Vet. Med. – Czech, 43, 173–178.- 1998.
- Kaufmann, S., G. Wolfram, F. Delange, W.A. Rambeck.* Iodine supplementation of laying hen feed: A supplementary measure to eliminate iodine deficiency in humans? //Ernahrungswiss 37. – 1998.
- Kroupova V., J. Travnicek, I. Herzig, J. Kursa.* Iodine content in consumer hen eggs./ Veterinarni Medicina, 51. – 2006.
- Kursa J., I. Herzig, J. Travnicek, V. Kroupova.* Milk as a Food Source of Iodine for Consumption in the Czech Republic. Vet. Brno 2005, 74: 255–264.
- Lengemann FW.* Effect of low and high ambient temperatures on metabolism of radioiodine by the lactating goat. J Dairy Sci 62: 412–417.- 1979.
- Lichovnicova M., L. Zeman.* The effects of a higher amount of iodine supplement on the efficiency of laying fed extruded rapeseed and on eggshell quality./ Czech. J. Anim. Sci., 49. – 2004.
- Linus Pauling Institute // Iodine.*
- Linus Pauling Institute at Oregon State University.* Jane Higdon, Ph.D. Selenium. October 2003.
- Maas J., J.N. Berg, R.G. Petersen.* Serum distribution of iodine after oral administration of ethylenediamine dihydroiodide in cattle. American Journal of Veterinary Research, 50, 1758–1759.- 1989.
- MAFF.* Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 1997. Nutrient analysis of liquid pasteurised milk. Food Surveillance Sheet Number 198 <http://archive.food.gov.uk/maff/archive/food/infsheet/1997/no128/128milk.htm>.
- MAFF.* Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. 2000. Iodine in milk. Food Surveillance Sheet Number 198 www.food.gov.uk/science/surveillance/maffinfo/2000/maff-2000-198.
- Mu Li, Kay V. Waite, Gary Ma, J. Creswell.* Declining iodine content of milk and re-emergence of iodine deficiency in Australia. MJA 2006; 184(6):307.
- Nutrient and energy intakes for the European Community.*// European Commission. Scientific Committee of Food. 31 series. – 1993.
- Ohno, S., T. Itoh, H. Morishima, Y. Honda.* Relationship Among Iodine, Bromine and Chlorine Concentrations in Cow's Milk in Japan. Radioisotopes (Hoshasei Doigenso) 38:279–281.- 1989.
- Paulíková I., H. Seidel, O. Nagy, G. Kováč.* Milk Iodine Content in Slovakia. Acta Vet. Brno 2008, 77: 533–538.
- Pearce Elizabeth N., Sam Pino et all.* Sources of dietary iodine: bread, cow's milk, and infant formula in the Boston area. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 89(7): 3421–3424,–2004.

- Pennington, J.A.T.* Iodine Concentrations in US Milk: Variation Due to Time, Season, and Region. *Journal of Dairy Science* 73:3421–3427.- 1990.
- Peterson J.* Jahrbuch für die geflügelwirtschaft. Eugen ulmer verlag stuttgartd./ – 1997.
- Preiss, U., C. Alfaro Santos, A. Spitzer, P.R. Wallnofer.* Iodine Content of Bavarian Consumer Milk. *Z Ernährungswiss* 36:220–224.- 1997.
- Rasmussen, L.B., L. Ovesen, I. Bülow, T. Jørgensen, N. Knudsen, P. Laurberg and H. Perrild.* Dietary iodine intake and urinary iodine excretion in a Danish population: effect of geography, supplements and food choice. *Br. J. Nutr.* 87, 61 – 69.– 2002.
- Richter G.* Einfluss der jodversorgung der legehennen auf den jodgehalt im ei. Proc. 15. Arbeitstagung mengen- und spurenelemente./ Jena, 8. – 1995.
- SCF. Opinion of the Scientific Committee of Food on Tolerable Upper Intake Level of Iodine.// European Commission. Directorate C. – 2002.
- Sustala M., J. Trinacty, V. Kudrna, J. Illek, K. Sustova.* The effect of iodine supplementation on its output and thyroid gland status in dairy cow on a diet containing rapeseed meal. *Czech J. Anim. Sci.*, 48, 2003(4): 170 – 180.
- Swanson, E.W., J.K. Miller, F.J. Mueller, et al.* Iodine in Milk and Meat of Dairy Cows Fed Different Amounts of Potassium Iodide or Ethylenediamine Dihydroiodide. *Journal of Dairy Science* 73:398–405.– 1990.
- Thomas C. Hemling, PhD.* Iodine in milk. – 2001.
- Thomson Christine D.* Dietary recommendations for iodine around the world. // ICCIDD. IDD Newsletter. Volume 18 Number 3, August 2002.
- Travnicek J., I. Herzig, J. Kursa, V. Kroupova, M. Navratilova.* Iodine content in raw milk. *Vet. Med. – Czech*, 43, 2006 (9): 448 – 453.
- Underwood E.J., N.F. Suttle.* The mineral nutrition of livestock, 3rd ed. (reprinted with corrections). CAB International, Wallington, UK. PB ISBN№ 0 85199 557 8; 624 pp. 2001. Iodine, p.343–374.
- Ungelenk M.B.* Algen als jodquelle in der legehennenfütterung. Möglichkeit zur verbesserung der jodversorgung des menschen./ Diss. LMU München – 2000.
- UNICEF. Iodine deficiency in Europe. A counting public health problem. // World Health Organization.
- UNICEF, 2010. Статья: «Общественная палата РФ выступила против йододефицита и за йодированную соль», 05.10.2010, www.unicef.ru.
- UNICEF, 2005. Оценка адекватности йодирования соли и ее потребления в Казахстане. // Алматы, 2005.
- UNICEF, 2008. 1 декабря – Всемирный день борьбы со СПИДом. // Новостная лента Детского фонда ООН (ЮНИСЕФ) в Казахстане. Выпуск № 11, декабрь 2008.
- Verger P., Aurengo A., Geoffroy B., Le Guen B.* Iodine kinetics and effectiveness of stable iodine prophylaxis after intake of radioactive iodine: a review. *Thyroid*. 2001 Apr;11(4):353–60. Institut of Protection and Nuclear Safety, Human Health Protection and Dosimetry Division, Fontenay-aux-Roses, France.
- WHO, WorldHealth Organization. Guidelines for Iodine Prophylaxis following Nuclear Accidents Update 1999. Geneva. 1999
- WHO and FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). Guidelines on food fortification with micronutrients. 2006.
- WHO. Iodine. //World Health Organization. – Food Additives Series 24.
- WHO. Trace elements in human nutrition and health. // World Health Organization. – Geneva. – 1996.

WHO. UNICEF & ICCIDD. Assessment of iodine deficiency disorders and monitoring their elimination. 3rd ed. Geneva, Switzerland: WHO, 2007;

WHO Secretariat, Andersson M, de Benoist B, Delange F, Zupan J. Prevention and control of iodine deficiency in pregnant and lactating women and in children less than 2-years-old: conclusions and recommendations of the Technical Consultation. Public Health Nutr. 2007 Dec;10(12A):1606–1611. [PubMed abstract].

Yalçın S., Z. Kahraman, S. Yalçın, S.S. Yalçın, H.E. Dedeoğlu. Effects of supplementary iodine on the performance and egg traits of laying hens./ British Poultry Sci., 45 – 2004.

Спирidonov Андрей Александрович
Генеральный директор ООО НПК «Техгеосервис»

Мурашова Евгения Владимировна

Кислова Ольга Федоровна

**ОБОГАЩЕНИЕ ЙОДОМ
ПРОДУКЦИИ ЖИВОТНОВОДСТВА.
НОРМЫ И ТЕХНОЛОГИИ**

Подписано в печать 02.10.2014. Формат 60 × 90 ¹/₈.
Усл. печ. л. 13,25. Тираж 500 экз. Печать цифровая.
Заказ №

ООО НПК «Техгеосервис»
196006, Санкт-Петербург, ул. Коли Томчака, д. 28
Тел./факс: (812) 337-55-94
e-mail: tgs.spb@mail.ru

Отпечатано в ФГБУ «Президентская библиотека им. Б. Н. Ельцина»
190000, Санкт-Петербург,
Сенатская площадь, 3.
www.prlib.ru