

## **ВОЗМОЖНОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО МОЛОКА В УСЛОВИЯХ АНТРОПОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

**Н.Г. Габрук, А.А. Шапошников**

Белгородский государственный университет, 308015, Белгород, ул. Победы, 85  
E-mail: gabruk@bsu.edu.ru

В условиях Белгородской области впервые проведен анализ молока в 29 хозяйствах по показателям качества, а также степени загрязнения тяжелыми металлами и хлорорганическими пестицидами. Изучена сезонная динамика содержания этих веществ в молоке. В лабораторных условиях в опытах *in vitro* подобраны эффективные минеральные добавки, обладающие сорбционной способностью, построены изотермы сорбции. Препарат «Атокс» впервые испытан в рационах лактирующих коров с целью снижения концентрации токсичных веществ в молоке. Оптимальная доза препарата установлена в массе 20 г на одно животное в сутки. При постоянном скармливании, в оптимальной дозе, атокс снижает в молоке концентрацию цинка на 11, меди – 35, кадмия – 36, свинца – 35 и ХОП – на 63%. Дискретное применение препарата снизило концентрацию тяжелых металлов и пестицидов соответственно на 13; 23; 30; 25 и 31%.

Ключевые слова: молоко, тяжелые металлы, хлорорганические пестициды, сорбенты, изотермы сорбции, оптимальная доза сорбентов для животных.

### **Введение**

Составной частью национальных и международных программ охраны здоровья человека является обеспечение безопасности продуктов питания, которые подвержены антропогенному воздействию. Особое внимание уделяется чистоте молока, превалирующего в питании всех категорий населения.

Молоко наряду с медом является одним из натуральных продуктов, пригодных для употребления в пищу без кулинарной обработки.

Минздрав РФ в 1990 г. издал «Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов». В них указаны допустимые уровни токсичных веществ в молоке и основных молочных продуктах. Некоторые из этих соединений в определенных количествах присутствуют в натуральном молоке и являются эссенциальными микроэлементами. К ним относятся: медь, железо, цинк. Они присутствуют в экологически чистом молоке в микроколичествах. Так, в сырье, предназначенном для производства продуктов детского питания и диетических продуктов, содержание меди и свинца не должно превышать соответственно 1,0 и 5,0 мг · кг<sup>-1</sup> [1].

Интенсивность попадания экотоксикантов в молоко предопределяется целым рядом факторов: сезон года, условия содержания животных и их корма, а также хранение и транспортировка молока.

Следует отметить, что количество меди в молоке резко увеличивается в период обработки садов и лугов медьсодержащими фунгицидами.

При изучении содержания кадмия в молоке установлено, что наличие его зависит от степени загрязнения окружающей среды этим металлом.

Содержание свинца в молоке постоянно растет. Особенно его много в молоке, получаемом в зонах, расположенных вблизи шоссе дорог, заводов, производящих или перерабатывающих свинец.

В связи с большой устойчивостью пестицидов некоторые из них могут сохранять свои токсичные свойства в течение многих лет. Они способны накапливаться в почве и ежегодно переходить из неё в растения. Эти вещества представляют опасность всегда. Можно утверждать, что загрязненные ядохимикатами кормовые культуры являются основной причиной попадания их в молоко круглогодично.

Пищевые продукты и корма зачастую загрязняются одновременно многими токсинами в низких концентрациях. Однако при потреблении таких продуктов (или кормов) развиваются хронические токсикозы. Присутствующие у людей, в пище микроколичества микотоксинов синергически взаимодействуют с остатками пестицидов. Это является одной из причин большого числа заболеваний людей, в том числе с резким нарушением иммунной системы, в районах постоянного применения пестицидов при содержании их остатков в пище и воде в пределах санитарной нормы.

Было установлено, что молоко с содержанием кадмия, свинца и ртути в количестве ПДК и ? ПДК показывало высокую мутагенную активность и подострую или скрытую токсичность. Иными словами, проявлявшие скрытую хроническую токсичность образцы полностью соответствовали требованиям к качеству продуктов [1].

Поскольку в настоящее время приоритеты в области экологии направлены в основном на предотвращение загрязнения окружающей среды и уменьшение поступления загрязнителей в растениеводческую и животноводческую продукцию, то в перспективе основной проблемой будет максимальное выведение загрязнителей из организма.

Совершенно естественно, что решить данную проблему в одночасье невозможно. Вместе с тем применение целого ряда мер в состоянии улучшить ситуацию и может оказывать протекторное действие на почву, растения, организм животных и человека.

В числе эффективных средств защиты как самих сельскохозяйственных животных, так и получаемой от них продукции значителен применение синтетических и природных сорбентов (минералы и породы), обладающих уникальными адсорбционными и каталитическими свойствами.

Активные угли – это широко известные сорбенты. Исследования показали, что наиболее активно извлекали хлорорганические пестициды (ХОП) из молока активированные угли марок БАУ, СКГ, АР-3 и АГ-3. Сорбенты, наиболее активно извлекающие ХОП, практически не влияют на основные свойства и химический состав молока.

Другой серией сорбентов, используемых в животноводстве, являются препараты на основе мелкодисперсного диоксида кремния. Они представляют собой разновидность аэросила марки 500 с коммерческим названием авикан. В молочном скотоводстве авикан в качестве кормовой добавки использовали с целью понижения уровня токсичных и вредных веществ в организме коров и в молоке. Несмотря на то, что кремний официально признан биогенным элементом, о физиологической роли его в организме известно крайне недостаточно.

Обобщение научного материала позволяет сосредоточить внимание на узловых проблемах загрязнения объектов окружающей среды экотоксикантами и способах уменьшения токсичной нагрузки на организм человека.

Среди соединений, представляющих наибольшую опасность для здоровья, можно выделить тяжелые металлы (ТМ), остатки хлорорганических пестицидов и радионуклиды.

В связи с тем, что эта проблема глобальная и многоплановая, целесообразно выделить определенный аспект её решения и сузить его до регионального уровня. Поэтому прежде всего необходимо определить хозяйства Белгородской области – потенциальных производителей биологически полноценного и экологически чистого молока, в том числе такого, которое по качеству и содержанию в нём токсичных веществ соответствует медико-биологическим требованиям, предъявляемым к молоку для приготовления детского питания. Несомненно, перспективны исследования по разработке способов выведения ТМ и других ксенобиотиков из организма сельскохозяйственных животных при использовании синтетических и природных сорбентов, обладающих уникальными свойствами. Однако не последнее место в этих исследованиях занимают цена и доступность используемых сорбентов.

### Экспериментальная часть

Целью данного исследования было изучить степень загрязнения молока опасными для здоровья соединениями, а также разработать способы снижения содержания тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов в молоке коров. Для достижения поставленной цели необходимо было:

- проанализировать качество и степень загрязнения ТМ и ХОП молока, производимого в хозяйствах Белгородской области и поступающего для промышленной переработки;
- изучить динамику содержания потенциально опасных для здоровья веществ в молоке в зависимости от сезона года;
- усовершенствовать метод сорбции катионов  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$  в условиях *in vitro* и подобрать эффективные минеральные добавки, обладающие сорбционной способностью;
- испытать на коровах наиболее перспективные сорбенты, подобрать дозу и способ скармливания.

Исследования проводили на Белгородском молочном комбинате путем отбора средних проб молока, поступающего из различных хозяйств Белгородской области. Подбор, изучение физико-химических и адсорбционных свойств препаратов осуществляли в лаборатории биологических исследований Белгородской сельскохозяйственной академии, а опыты на коровах проводили в условиях Майской фермы учхоза «Центральное».

Ежемесячно определяли качество и степень загрязнения средних проб молока, поступавшего из хозяйств Белгородской области на комбинат. Средние пробы отбирали согласно ГОСТ 1328–84.

Всего было обследовано 29 хозяйств области. Показатели качества и степени загрязненности молока определяли согласно «Временной инструкции о порядке проведения государственных закупок молока для производства продуктов детского питания», разработанной Всероссийским научно-исследовательским институтом молочной промышленности и утвержденной в 1992 г.

Следующим этапом исследований был поиск эффективных путей снижения в молоке коров уровня обнаруженных токсичных веществ. Как уже отмечалось, для этого была выбрана концепция применения в кормлении животных некоторых сорбентов. С этой целью исследовали их физико-химические свойства и способность сорбировать из водных растворов ионы  $\text{Cu}^{2+}$  и  $\text{Pb}^{2+}$ .

Для лабораторных опытов отобрали следующие препараты: отработанные активированные угли при производстве витаминов С, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, выпускаемых на АО «Белвитамины», поливинилпирролидон (ПВП), цеолиты, мелкодисперсный диоксид кремния («Атокс»), белую сажу – аналог «Атокса» по базисному химическому веществу  $\text{SiO}_2$ , смесь отработанного при производстве витамина С активированного угля и сорбированного на пшеничных отрубях аскорбината цинка (аскосорб) и кремниевую опоку (месторождение Белгородской области).

Равновесные концентрации названных элементов определяли атомно-абсорбционным методом, построены изотермы адсорбции.

По результатам второго этапа исследований для опытов на коровах были выбраны препараты «Атокс» (изготовлен Киевским НПО «Аксис»), белая сажа (Тула), а также механическая смесь отработанного активированного угля и аскорбината цинка под условным названием аскосорб.

Определение оптимальной дозы и способа скармливания препарата «Атокс» проведен на животных-аналогах по следующей схеме.

Опыт включал в себя две серии. В первой – препарат скармливали ежедневно, во второй – с интервалом в трое суток. Продолжительность каждой серии – 40 суток.

Исходя из полученных в первые 10 суток результатов (ограниченное потребление комбикорма с высокой дозой «Атокса»), а также по причине ограниченного финансирования исследовательского проекта в данную схему были внесены некоторые изменения. Так, в первой и второй сериях опытов пятая группа коров была выведена из-под наблюдений, а доза 80 г была через 10 суток снижена до 60 г на корову.

В ходе выполнения двух серий опытов в соответствии с требованиями государственных стандартов и методическими указаниями отбирали для анализа пробы воды, кормов, крови и молока.

#### Схема опыта

1-я серия опытов			2-я серия опытов		
Группа	Кол-во голов	Суточная доза «Атокса», г/гол	Группа	Кол-во голов	Разовая доза «Атокса», г/гол
I (контр.)	5	0	I (контр.)	5	0
II (опытн.)	5	10	II (опытн.)	5	20
III (опытн.)	5	20	III (опытн.)	5	40
IV (опытн.)	5	40	IV (опытн.)	5	80 (60)
V (опытн.)	5	60	V (опытн.)	5	120

Все биохимические исследования и анализы проводили по общепринятым методикам и ГОСТам. При этом наличие тяжелых металлов определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии, а хлорорганических пестицидов – методом тонкослойной хроматографии.

Полученные результаты были обработаны на персональном компьютере с использованием статистических программ.

#### Обсуждение результатов

Результаты анализа молока, поступившего для переработки на АОЗТ «Белмолоко», показали, что ни одна из средних проб по показателям качества и содержанию токсичных веществ не соответствует требованиям, приведенным во «Временной инструкции о порядке проведения государственных закупок молока для производства продуктов детского питания».

Практически все молоко имело избыточный уровень соединений меди и свинца, а также остатков ХОП.

Известно, что на химический состав молока, его физико-химические, биологические и технологические свойства влияют многие факторы. Так, качество молока существенно изменялось в зависимости от сезона года, от химического состава и биологической ценности используемых кормов.

В летнее время наблюдалось повышенное содержание в молоке нитратов, что связано с использованием в рационах богатых нитратами зеленой массы кукурузы, ботвы сахарной и кормовой свеклы.

Анализ данных содержания в молоке коров ТМ выявил значительный уровень загрязнения его соединениями свинца и меди, концентрация которых в среднем превышала предельно допустимые значения соответственно в 3,0 и 1,3 раза. Сезонная динамика содержания тяжелых металлов в молоке коров представлена на диаграмме (рис. 1).

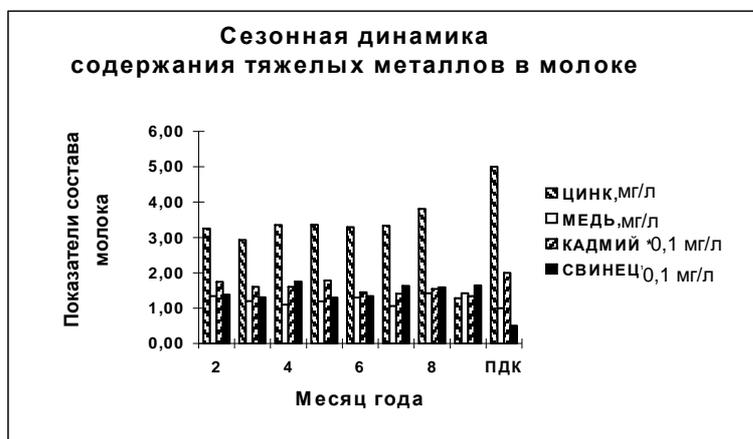


Рис. 1. Сезонное распределение тяжелых металлов в молоке коров

Проведенные нами исследования позволили заключить, что потенциальными производителями молочного сырья для приготовления продуктов детского питания можно считать лишь четыре хозяйства из общего числа обследованных, что составляет около 14%. Именно в этих хозяйствах молоко по большинству показателей отвечает введенным в действие требованиям.

Следующим шагом в наших исследованиях был подбор в лабораторных условиях наиболее эффективных сорбентов. Поглотительную способность различных образцов оценивали по их способности поглощать ионы тяжелых металлов из водных эталонных растворов.

Установлено, что отработанные при производстве тиамин и рибофлавин активированные угли не адсорбируют ионы свинца и меди, а уголь из цеха производства аскорбиновой кислоты сорбировал 39,2%  $Pb^{2+}$ .

Вид изотерм адсорбции говорит о полимолекулярном характере адсорбционного процесса (рис. 2).

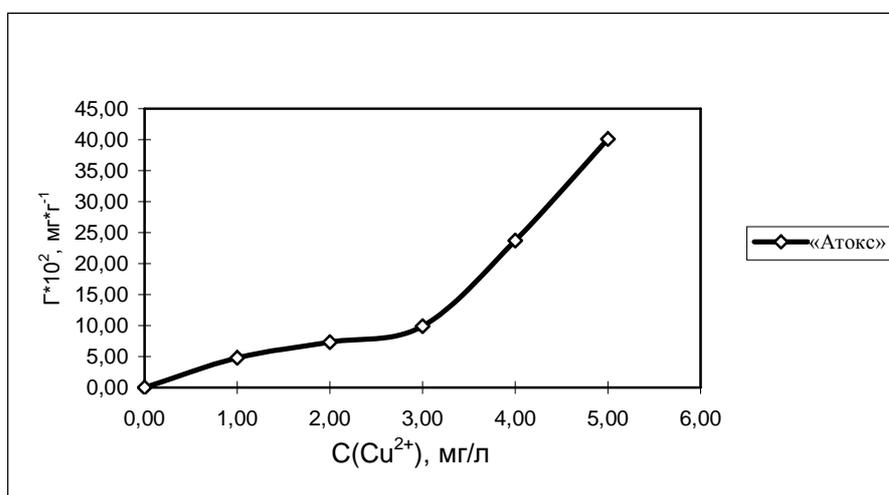


Рис. 2. Изотерма сорбции ионов меди на «Атоксе»

По результатам лабораторных исследований наиболее эффективными сорбентами являются «Атокс», белая сажа и аскосорб [2].

Способ скармливания и оптимальную дозу сорбентов, как отмечалось, обрабатывали на препарате «Атокс».

Из четырех изученных доз наиболее эффективными оказались 20 и 40 г «Атокса» на одно животное в сутки. Существенных различий при применении между ними не выявлено, что указывает на предпочтительность дозы в 20 г, или  $40 \text{ мг} \cdot \text{кг}^{-1}$  массы тела.

Постоянное скармливание «Атокса» в составе комбикорма в указанной дозе в среднем обеспечивает снижение в молоке концентрации цинка на 11, меди на 35, кадмия на 36, свинца на 35 и хлорорганических пестицидов на 63%.

При периодическом скармливании препарата снижение концентрации перечисленных токсичных веществ было меньшим и составило 13; 23; 30; 25 и 31% соответственно [3]. Между суточным потреблением коровами препарата «Атокс» и концентрацией в молоке ксенобиотиков установлена сильная корреляционная зависимость, что статистически доказывает эффективность препарата (рис. 3).

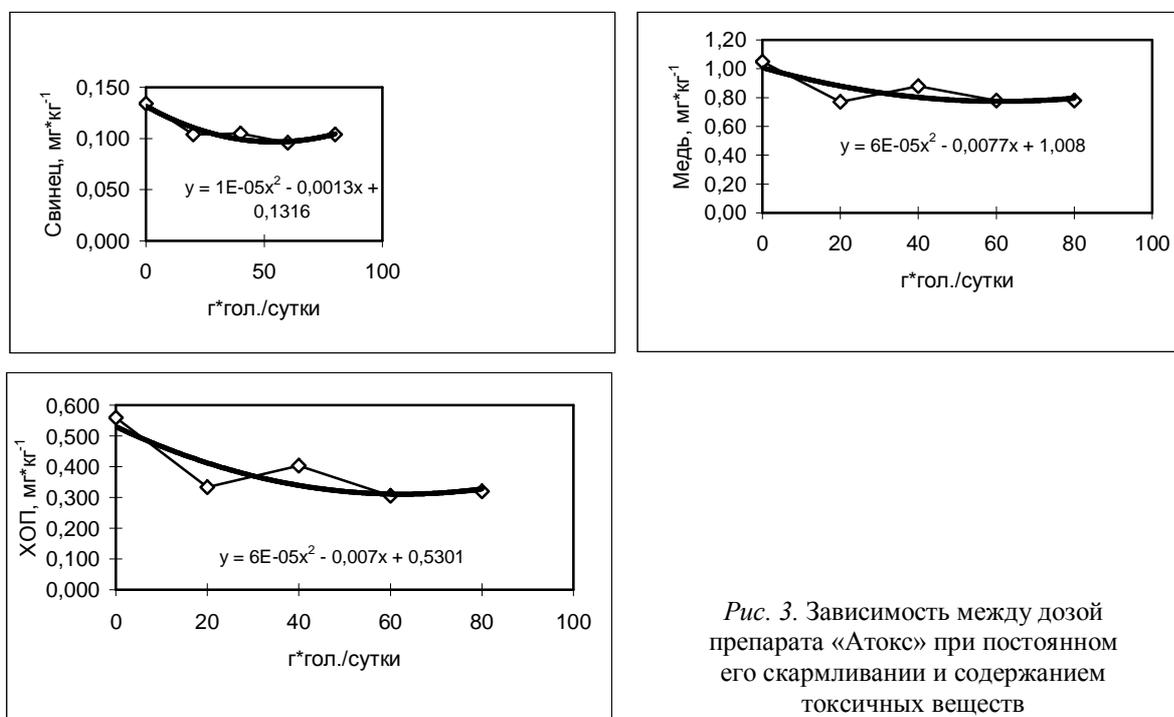


Рис. 3. Зависимость между дозой препарата «Атокс» при постоянном его скармливании и содержанием токсичных веществ

Характер кривых для всех токсикантов как при постоянном, так и периодическом скармливании «Атокса» практически одинаков.

Таким образом, «Атокс» *in vivo* достаточно эффективно адсорбирует токсичные вещества корма, и, как следствие, в молоке коров существенно снижается концентрация тяжелых металлов и пестицидов по сравнению с показателями контрольной группы.

При этом по содержанию меди удалось получить молоко, удовлетворяющее требованиям, предъявляемым к сырью для производства продуктов детского питания. Уровень свинца и хлорорганических пестицидов, хотя и понизился достаточно эффективно, всё же превышал допустимый в 2 и 20 раз соответственно.

### Заключение

Полученные результаты позволяют конкретизировать проблему и наметить перспективы дальнейших исследований.

Молоко, поступающее на АОЗТ «Белмолоко» для переработки, по наличию в нем тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов не отвечает требованиям, предъявляемым к сырью для приготовления продуктов детского питания.

Наибольшую проблему представляет значительный уровень загрязнения молока соединениями свинца и меди, концентрация которых в среднем превышает ПДК соответственно в 3,0 и 1,3 раза, а также наличие хлорорганических пестицидов, в количествах, превышающих ПДК в 70% обследованных проб.

Содержание тяжелых металлов в молоке имело сезонную динамику: сигнальные концентрации ТМ наблюдали в основном в весенний период.

Один из эффективных путей снижения ксенобиотиков в молоке – использование в кормлении коров веществ, обладающих сорбционными свойствами.

В лабораторных условиях на модельных растворах меди и свинца были исследованы: «Атокс», активированные угли с производств различных витаминов, выпускаемых АО «Белвитамины», белая сажа (аналог «Атокса»), аскосорб и кремниевая опока на предмет установления их поглотительной способности. По результатам исследования эффективными определены «Атокс», белая сажа и аскосорб.

«Атокс» в условиях *in vivo* проявил ярко выраженные сорбционные свойства. Оптимальная доза препарата установлена в массе 20 г на одно животное в сутки.

Определенное влияние оказывает способ скармливания «Атокса». При постоянном скармливании в оптимальной дозе «Атокс» снижает в молоке концентрацию цинка на 11, меди на 35, кадмия на 36, свинца на 35 и ХОП на 63%.

Дискретное применение препарата снизило концентрацию тяжелых металлов и пестицидов соответственно на 13; 23; 30; 25 и 31%.

Между суточным потреблением препарата и концентрацией в молоке экотоксикантов установлена сильная корреляционная зависимость, что доказывает эффективность препарата. Поиск различных путей снижения влияния антропогенного фактора на живой организм актуален и весьма перспективен.

#### Список литературы

1. Медико-биологические требования и санитарные нормы качества продовольственного сырья и пищевых продуктов. – М., 1990. – 186 с.

2. Габрук Н.Г., Шапошников А.А. Исследование обменно-сорбционных свойств синтетических и природных сорбентов // Материалы международной научно-практической конференции, посвященной 125-летию со дня рождения профессора Бельговского И.В. – Харьков. – 1995. – 45 с.

3. Шапошников А.А., Габрук Н.Г., Пономарев А.Ф. Использование белой сажи и препарата аскосорб в рационе коров // Зоотехния. – 1998. – № 8. – С. 41-43.

### OPPORTUNITIES OF RECEPTION OF ECOLOGICALLY SAFE MILK IN CONDITIONS OF ANTHROPOGENOUS ENVIRONMENTAL CONTAMINATION

**N.G. Gabruk, A.A. Shaposhnikov**

Belgorod State University, Pobedy St., 85, Belgorod, 308015, Russia

There was conducted an analysis of the milk for quality indices and also for the heavy metals and chloroorganic pesticides (CIOP) contamination degree in 29 farms at first in the Belgorod region. The seasonal dynamics of the content of these substances in the milk was studied. The experiments, conducted in vitro, helped us to select sorbtion effective mineral additions and to construct the sorbtion isotherm. The «Atocs» compound was first used in the rations of the lactating cows in odder to decrease the concentration of the toxic substances in the milk. The optimal dose of the compound was established as 20 g per animal per day. If «Atocs» is regularly used in its optimal dose, it decreases the concentration of the Zn – for 11 %, Cu – for 35%, Cd – for 36%, Pb – 35%, CIOP – 63% in milk. Discrete using of the compound up on feeding accordingly decreased the concentration of the heavy metals and pesticides for 13, 23, 30, 25 and 31%.

Key words: milk, heavy metals, chloororganic pesticides, sorbtion isotherms, optimal dose of the lactating cows.

УДК: 543.54:547.973:633.88

### НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ПИГМЕНТОВ В ЦВЕТКАХ *TAGETES SP*

**В.И. Дейнека, М.Ю. Третьяков, Л.А. Дейнека, В.Н. Сорокопудов**

Белгородский государственный университет, 308015, г. Белгород, ул. Победы, 85  
E-mail: deineka@bsu.edu.ru

В работе спектрофотометрическим и хроматографическим методами исследовано накопление антоцианов и ксантофиллов в лепестках цветков бархатцев *Tagetes sp*. Найдено, что в лепестках некоторых сортов *T. patula* накопление антоцианов достигает 150 мг на 100 г свежих лепестков (в пересчете на цианидина 3-глюкозид).