

АГРОЭКОСФЕРА И ТЕХНОГЕНЕЗ – АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

Р.Г. Ильязов

МАН Республики Татарстан, Казань, Татарстан

В статье рассматривается проблема адаптации аграрного производства и сельского образа жизни к условиям техногенеза, которая является одной из наиболее актуальных и одновременно самых сложных задач в сельскохозяйственной, биологической и медицинской науке.

К техногенезу следует отнести всю совокупность преобразований биосферы в результате производственной и иной (военной, научной и т.п.) деятельности людей, характерной особенностью которой становятся глубокие изменения агроландшафтов и протекающих в них процессов, влекущие за собой необходимость в адаптации к ним методов земледелия и животноводства, а также систем жизнеобеспечения населения.

Техногенез – процесс изменения природных комплексов под воздействием производственной деятельности человека, следствием которого является загрязнение биосферы – биогеоценоз, обуславливая нарушение обменных и продукционных процессов. В агроэкосистемах последствия техногенеза проявляются в изменении количественных и качественных характеристик природных компонентов, снижении устойчивости и продуктивности сельскохозяйственных животных и возделываемых культур.

По нашему мнению, следует различать три вида адаптации агроэкоосферы к условиям техногенеза: информативную, резистентную и функциональную.

1. Информативная адаптация – это организация токсикологического обследования почвенного покрова и создание сети агроэкологического мониторинга, а также выявление особенностей и механизма воздействия различных токсикантов на здоровье продуктивных животных и населения.

2. Резистентная адаптация – организация комплексных мероприятий агропроизводства, среды обитания, сельскохозяйст-

венной продукции и населения от техногенных поллютантов.

3. Функциональная – разработка агроландшафтных систем земледелия и животноводства и обеспечение безопасности жизнедеятельности сельского населения.

С учетом особенностей адаптации агропромышленного комплекса к конкретным условиям среды обитания, возникает острая необходимость выявления различных типов техногенеза в агроэкоосфере. Нами предложена классификация различных типов техногенеза в агроэкоосфере, которая приводится ниже.

Классификация типов техногенеза в агроосфере:

1. Агродохимизационный - повсеместно распространенный в сельской местности вызывает глубокое преобразование ландшафтов и почвенного покрова под влиянием агропроизводства с применением разнообразных агродохимикатов. Научно вырабатывать и поэтапно реализовать новую парадигму в агроосфере, преобразующую этот тип техногенеза в сбалансированный агроцивилизационный поэтапный отход от ядов, сбалансировав применение удобрений и других химсредств.

2. Радиационный - охватывающий территории, пострадавшие от радиационных аварий и катастроф с выбросом искусственных радионуклидов в окружающую среду. Это – зоны экологического кризиса или бедствия, где применяются системы контрмер, направленные на преодоление последствий радиоактивного загрязнения.

3. Нефтегазовый - охватывающий территории, где сосредоточены добыча и пе-

реработка нефти и газа, а также размещены электростанции на газовом и мазутном топливе.

4. Каменноугольный - охватывает территории, где заняты угледобычей, а также размещены теплоэлектростанции на этом топливе.

5. Чернометаллургический - на территориях добычи, обогащения железных руд и размещения заводов по производству чугуна, стали и изделий из них (проката, литья и т.п.).

6. Цветнометаллургический - на территориях добычи, обогащения руд и размещения заводов по извлечению цветных металлов

7. Целлюлозно-древоперерабатывающий - на территориях, прилегающих к целлюлозно-бумажным комбинатам и заводам по производству фанеры, древесностружечных плит и т.п., подверженных воздействию их выбросов.

8. Транспортный - он обычно накладывается на все вышеперечисленные типы техногенеза, но есть территории, где его развитие происходит в чистом виде: междугородные автострасы, центры логистики, аэропорты, морские, озерные и речные порты, объекты трубопроводных систем

9. Мегаполисный - проявляется в окрестностях крупных городов в качестве особого типа техногенеза, интегрирующего в себе свойства других типов, так как здесь действуют предприятия разных отраслей, что сказывается и на спектре поллютантов.

10. Гидроэнергетический - это особый тип техногенеза, комплексно воздействующий на окружающую среду и агроэкосферу, на изменение ландшафтов.

11. Военный - самый деструктивный тип воздействия на окружающую среду и здоровье людей. Отличается большим разнообразием негативных факторов вплоть до применения химического и ядерного оружия. Ущерб, наносимый военными действиями биосфере настолько огромен, что война как средство политики становится недопустимым, т.к. опасности, вызванные военными действиями превыша-

ют, любые возможные выгоды, достигаемые таким путем.

Обоснованная впервые нами типология техногенных воздействий дает возможность формирования целенаправленных программ, обеспечивающих восстановление благоприятной среды обитания и улучшения здоровья населения в разных регионах в условиях различных видов техногенного загрязнения окружающей среды и возможных техногенных катастроф. В других странах и регионах наверняка будут выявлены иные типы техногенеза, которые также опишут и положат в основу адаптации агроэкосферы на соответствующих территориях. Поэтому предложенная классификация не является исчерпывающей, а нуждается в дополнении и расширении.

Следует отметить, что агроэкосфера наименее защищена от негативных проявлений техногенеза и поэтому наиболее уязвима при техногенных авариях и катастрофах. К примеру, радиационная катастрофа на Чернобыльской АЭС привела к загрязнению огромных массивов земель сельскохозяйственного назначения в ряде стран, нарушив не только агропроизводство, но и уклад жизни сельского населения.

Одно из последствий техногенеза – техногенное загрязнение ландшафтов, агроэкосистем и продуктов питания радионуклидами, токсичными элементами (в особенности, тяжелыми металлами) и химическими токсикантами (диоксинами, бенз(а)пиреном, остатками пестицидов и др.). Они образуются и при штатной работе производственных систем, но особенно угрожающим становится загрязнение среды обитания при техногенных авариях: не только таких масштабных, как Кыштымская и Чернобыльская катастрофы, но даже и при нередких в нефтедобывающих регионах разливах нефти и нефтепромысловых сточных вод на сельскохозяйственных землях из-за прорыва трубопроводов, а также при разрывах магистральных газопроводов.

При выборе оптимальной стратегии защиты агроэкосферы от техногенных за-

грязнений принципиально возможны три варианта:

1) всемерное ограничение выброса токсикантов путем экологической модификации техники и совершенствование промышленных технологий;

2) формирование системы биогеохимических барьеров внутри агроландшафтов и агроэкосистем, которые предотвращают миграцию радиоактивных или токсических веществ, что обеспечивают получение нормативно чистой продукции на загрязненных территориях применением высоких технологий в аграрной сфере. Такая технология – наиболее широко используемая стратегия, внедряется в зонах воздействия радиационной катастрофы в России, Беларуси и Украине;

3) очистка почвенного покрова при помощи растений - гипераккумуляторов РН или ТМ с последующей переработкой зеленой массы для извлечения металла. Хотя идея в принципе заманчива, наше сельское хозяйство еще не готово к ее использованию. Исследования и эксперименты в этом направлении стоят того, чтобы их продолжить.

Сегодня исключительно большую тревогу вызывают прогрессирующие процессы техногенного загрязнения агроэкосистем радионуклидами, тяжелыми металлами, химическими, органическими и другими токсикантами в регионах активной нефтегазодобычи и расположения нефтехимической, металлургической и автомобильной промышленности, предприятий топливно-энергетического комплекса, а также от выхлопных газов автотранспорта.

Суть подавляющего большинства исследований процессов загрязнения почв ТМ, сводится к сопоставлениям результатов с фоновым содержанием элементов и попыткам сравнить полученные цифры с величиной ПДК, которая указывается в литературе. Однако методика установления этого норматива для почв до сих пор не отработана должным образом, из-за чего возникают противоречия.

Сопряженные агроэкосистемные исследования концентрации ТМ в почвах и их миграции по пищевым цепям выявили, что нередко при содержании токсичных элементов – свинца или кадмия – в почве на уровне ниже ПДК, они, тем не менее, переходят в сельскохозяйственную продукцию в количествах, значительно превышающих ПДК, или, наоборот, – по концентрации меди – содержание подвижных форм которой в почве примерно в 2,0-2,5 раза больше ПДК, но в продукции – намного ниже его. Из этого следует непреложный вывод о несоответствии приводимых в литературе параметров ПДК для почвы Среднего Поволжья и Урала. То есть, необходима специальная корректировка этого норматива, по каждому региону исходя из принципа первичности определения ПДК для рационов питания человека.

Пока что за неимением таких данных, приходится сопоставлять результаты обследований с нормативами, приводимыми в литературе, отдавая себе отчет в их недостаточном соответствии условиям конкретного региона и, в связи с этим невозможно делать по ним окончательные выводы об уровнях загрязнения тех или иных почв определенным элементом в конкретных условиях.

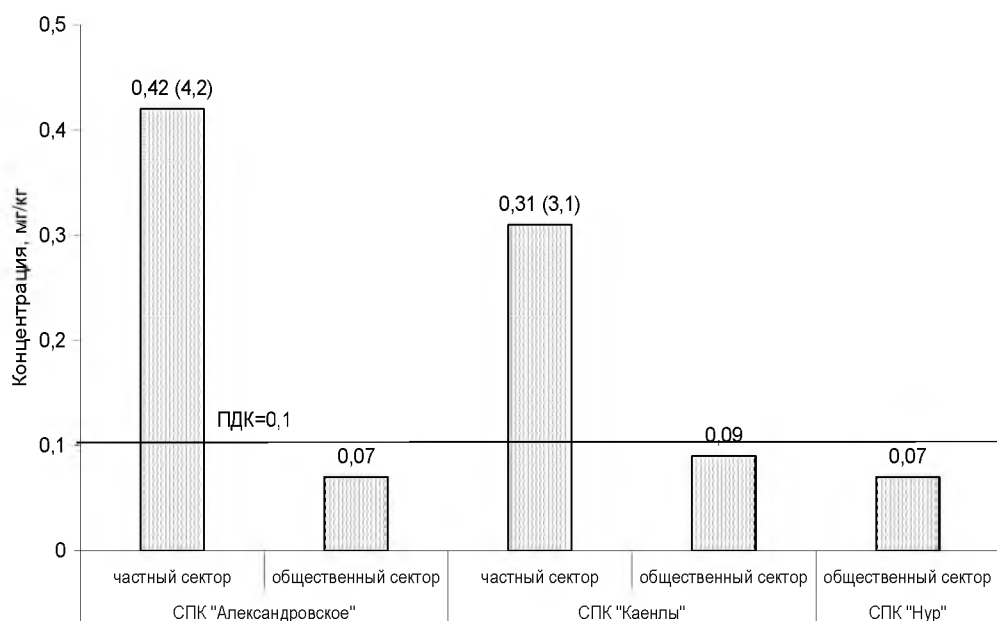
По нашим же данным можно судить о том, что приводимые в литературе величины ПДК ТМ в почвах преуменьшены по меди примерно втрое, по кадмию же преувеличены вдвое-втрое, а по свинцу – в полтора-два раза.

На интенсивность накопления ТМ в зерновых культурах влияют типы почв и сортовые различия. На серых лесных почвах и выщелоченном черноземе зерновые культуры накапливают больше токсикантов. Наибольшие коэффициенты накопления тяжелых металлов в зерне различных сельскохозяйственных культур отмечают выращенных на выщелоченных черноземах и темно-серых лесных почвах (таблица).

**Коэффициенты накопления тяжелых металлов
из разных типов почв в зерновые культуры**

Тип почвы	Металлы			
	Cu	Zn	Pb	Cd
Овес				
серый лесной	<u>1,42±0,02</u> (1,40-1,44)	<u>2,62±0,035</u> (2,58-2,65)	<u>0,33±0,015</u> (0,31-0,34)	<u>0,16±0,095</u> (0,06-0,25)
темно-серый лесной	5,03	3,69	0,53	1,85
чернозем выщелоченный	<u>2,26±0,87</u> (1,39-3,12)	<u>4,54±1,05</u> (3,49-5,58)	<u>0,69±0,035</u> (0,65-0,72)	<u>1,12±0,78</u> (0,34-1,89)
чернозем типичный	1,18	2,91	0,81	4,67
Пшеница				
темно-серый лесной	8,61	5,94	0,75	2,5
чернозем выщелоченный	<u>2,78±0,66</u> (1,98-3,76)	<u>5,67±0,48</u> (4,96-6,28)	<u>0,62±0,016</u> (0,60-0,64)	<u>3,62±2,18</u> (0,36-6,29)
Рожь озимая				
серый лесной	1,91	4,09	0,66	1,0
чернозем выщелоченный	1,65	4,23	0,56	4,3
Ячмень				
серый лесной	1,86	2,82	0,34	1,33
темно-серый лесной	4,07	3,85	0,34	0,6
чернозем выщелоченный	<u>2,07±0,61</u> (1,46-2,67)	<u>3,86±0,07</u> (3,79-3,92)	<u>0,71±0,10</u> (0,61-0,81)	<u>3,87±3,64</u> (0,23-7,5)
чернозем типичный	1,49	2,52	0,44	0,25
Горох				
серый лесной	30,62	7,72	1,15	13,54
чернозем выщелоченный	<u>3,56±1,19</u> (2,37-4,75)	<u>4,90±0,73</u> (4,17-5,63)	<u>1,10±0,03</u> (1,06-1,12)	<u>5,27±4,4</u> (0,82-9,71)

Примечание: в числителе – среднее арифметическое ± среднее отклонение;
в знаменателе – интервал колебаний



Содержание свинца в молоке коров в регионе нефтегазового техногенеза (июнь, 2002)

Коровье молоко является своеобразным маркером загрязнения окружающей среды токсичными элементами (рисунок). Высокие уровни загрязнения молока свинцом и кадмием отмечаются во всех регионах нефтедобычи и нефтепереработки (превышение ПДК от 3,1 до 7,6 раза), а концентрация токсичных элементов в молоке коров в частном секторе от 3 до 6 раз выше по сравнению с общественным, так как выпас скота в частном секторе осуществляется на неулучшенных пастбищах, в санитарно-защитных зонах промышленных предприятий и придорожных полосах.

Исследование структуры загрязненности молока в регионе воздействия нефтегазового техногенеза в разные сезоны года показало, что в стаде общественного сектора только у 30% коров молоко соответствовало нормативным требованиям по свинцу. В стаде же частного сектора загрязненность была 100-процентная, причем у 80% коров молоко было загрязнено свинцом выше ПДК в 1,2-1,3 раза, а у пятой части стада – до 1,6-1,7 ПДК.

При технологической переработке молока тяжелые металлы и другие токсиканты перераспределяются по всей гамме получаемых продуктов питания. Минимум тяжелых металлов переходит в деревенскую сметану (сливки). Так, концентрация свинца в ней уменьшается в 5,9; кадмия – 3,2; меди – 2,0; цинка – 6,7 и никеля – в 3,3 раза от исходного уровня в молоке. Содержание кадмия и цинка при переработке цельного молока на кисломолочный продукт – катык – уменьшается в 1,3 и 1,25 раза, а свинца, меди и никеля остается на прежнем уровне.

Наибольшие концентрации ТМ накапливаются в твороге из обезжиренного молока: содержание свинца увеличивается в 4,5 раза, кадмия – 3,0; меди – 4,0; цинка – 3,9 и никеля – в 3,4 раза от исходного уровня их содержания в молоке. В сыворотке молока после технологической переработки концентрация тяжелых металлов снижается в 4,8–16,6 раза.

Парадокс заключается в том, что для городского населения из сельской местно-

сти экспортируется относительно доброкачественная продукция, в то время как сами сельские жители потребляют в абсолютном большинстве «грязную» продукцию из личных подсобных хозяйств.

Так как человек является важнейшим завершающим звеном агроэкоосферы, нами в разные сезоны года проведена оценка потоков поступления тяжелых металлов в организм сельского жителя. При этом установлены высокие уровни потребления токсикантов с продуктами питания, как взрослого, так и детского населения. При сопоставлении фактического суточного поступления с рационом свинца и кадмия в организм сельских жителей этого региона с ДСП (допустимым суточным поступлением), наблюдается двукратное превышение, особенно в зимнее время. По взрослому населению кратность превышения ДСП по свинцу зимой составила 222%, летом же – 145%, а по кадмию: зимой – 193%, летом – 81%.

В регионе нефтегазового техногенеза в организм детей соли тяжелых металлов поступают с продуктами питания гораздо больше по сравнению с взрослым населением. Так, кратность превышения ДСП по свинцу составила 260%, летом – 233 %, а по кадмию: зимой – 254%, летом – 114%.

Формирование потоков свинца и кадмия, поступающие в организм сельского жителя с рационом питания, в основном происходит за счет молока и молочных продуктов, вклад которых по свинцу (зимой и летом) у взрослых составляет 31-48, у детей – 34-54%, а по кадмию – 48-73% у взрослых и 59-80% у детей.

Вклад мясных продуктов, крупяных изделий и овощей в формировании техногенной нагрузки от тяжелых металлов на организм сельского жителя составляют: по свинцу – 15-18%, 15% и 15-30 % у взрослого жителя и, соответственно, у детей – 14-16, 0,8-1,3 и 20-30%; по кадмию у взрослого жителя 13-21, 10-18 и 2,8-7,5%, а у детей – 10-15, 5-9 и 3-14%.

Такие высокие уровни поступления токсикантов в организм взрослого и детского населения с продуктами питания

отражаются на состоянии здоровья людей. Высокие уровни заболеваемости населения отмечаются в экономически благополучном регионе, где интенсивно добывается и перерабатывается нефть. В данном регионе уровень нарушений репродуктивного здоровья населения превышает средние по республике и лидирует показатель врожденных пороков развития ($28,58 \pm 1,92\%$) и характерны стабильно высокие уровни мертворождаемости ($8,11 \pm 0,56\%$).

В условиях техногенного загрязнения агроэкосферы производство нормативно чистой сельскохозяйственной продукции является одним из главных мер защиты населения путем внедрения новых технологий.

Одним из существенных мероприятий в системе обеспечения безопасности людей и животных от вредного воздействия загрязнителей окружающей среды является нормирование содержания токсичных элементов в кормах, сельскохозяйственной и пищевой продукции, установление их предельно-допустимых концентраций (ПДК), а также введение в практику методов расчета потоков токсикантов аналогично расчетам, выполнявшимся в отношении РН.

В настоящее время принципы и критерии нормирования содержания ТМ в звеньях трофических цепей сельскохозяйственных животных не разработаны. Сложность данной проблемы заключается в том, что действующие нормативы допустимого содержания ТМ в почве и кормах не совершенны и не позволяют получать нормативно чистую продукцию животноводства. Их расчет должен проводиться для каждой конкретной зоны или хозяйства с учетом типа почв, кормовых угодий, направления продуктивности животных, структуры рационов кормления, спектра поллютантов, уровня загрязнения почв и кормов и их вклада в суммарное загрязнение рациона человека. Иными словами, необходимо разработать агроэкологические ПДК на содержание ТМ в почве и кормах, гарантирующие получение про-

дуктов питания, отвечающих нормативным требованиям.

В условиях техногенного загрязнения радионуклидами и тяжелыми металлами кормовых угодий цеолиты разного происхождения, бентонит натрия, ферроцианиды и перевод животных на стойловое содержание существенно снижают содержание радионуклидов (цезий-137, стронций-90) свинца, кадмия, меди и цинка в продукции животноводства (молоке) и гарантируют получение доброкачественных продуктов детского и диетического питания.

Радионуклиды, тяжелые металлы и другие токсичные элементы стали приоритетными загрязнителями окружающей среды и продуктов питания во многих типах техногенеза: нефтегазовом, черно- и цветнометаллургическом, каменноугольном, мегаполисном, целлюлозно-древоперерабатывающем и военном. Поэтому основными путями воссоздания экологической уравновешенности в агробиогеносах и агроэкосистемах по нашему мнению должны быть следующие:

- преобразование технико-технологических систем в промышленности под знаком экологического императива (изменение технологий и размещения);
- технологические преобразования в агропроизводстве под знаком экологического императива (поэтапный отказ от ядов и т.п.);
- преобразование землеустройства на агроландшафтных принципах;
- направленная селекция с учетом снижения влияния техногенных загрязнений на продукцию растениеводства и животноводства, или, напротив, – выведение растений гипераккумуляторов для очистки почв;
- широкое применение сорбентов для внесения в почву и рационы животных (включая ферроцианидов);
- создание системы убежищ естественной флоры и фауны на землепользованиях (микро-, мезо-, макро-) рефугиумов – для сохранения экологических цепочек взаимосвязей и задействования энтомофагов,

птиц и других представителей фауны, помогающих саморегуляции агробиогеоценозов и агроэкосистем;

– разработка и освоение агроландшафтно-адаптивных систем земледелия, животноводства и жизнеобеспечения населения.

Разработка адаптивных контрмер в сельскохозяйственном производстве в условиях техногенеза, обеспечивающие производство нормативно чистых и доброкачественных продуктов питания в настоящее время стала одной из приоритетных задач правительства стран СНГ в связи с предстоящим вступлением во Всемирную торговую организацию. Поэтому правильный выбор и внедрение мероприятий адаптивного агропроизводства в условиях техногенеза является определяющим фактором.

Первоочередным должно быть решение экологических проблем, гарантирующее нормативную чистоту и биологическую полноценность продуктов питания, в том числе детского и диетического, а также сырья для получения фармпрепаратов и биологически активных веществ.

В настоящее время в решении проблемы адаптации агропромышленного комплекса в условиях техногенеза ключевое значение имеет обобщение накопленного опыта в разных странах. В этом большую роль сыграли первая Всероссийская конференция по этим вопросам в Казани в ноябре 2001 года и состоявшаяся годом позже специальная сессия РАСХН в Москве, международный симпозиум «Агроэкологическая безопасность в условиях техногенеза» в г. Казани в июне 2006 г., которые стали стимулом к консолидации усилий аграрного научного сообщества в этом направлении и способствовали установлению постоянных связей между региональными и международными научными коллективами, что помогло формированию региональных Концепций «Обеспечение агроэкологической безопасности в Республике Татарстан» и «Обеспечение агроэкологической безопасности в Республике Казахстан», а также формированию коллективных монографий «Радиоэкология

сельскохозяйственных животных», «Радиационный фактор – биосистемы и радиоэкологические ситуации», «Экологические и радиобиологические последствия Чернобыльской катастрофы для животноводства и пути их преодоления», «Радиационные аварии и ликвидация их последствий в агросфере», «Адаптация агроэкосфер к условиям техногенеза» и «Агроландшафтное землеустройство».

В целях реализации вышеуказанных концепций разработаны и приняты Президентами Академий Республики Татарстан и Республики Казахстан и заинтересованными министерствами республиканские межведомственные научные программы «Агроэкологическая безопасность Республики Татарстан» и «Агроэкологическая безопасность Республики Казахстан», выполнение которых позволит решить одну из глобальных проблем современной цивилизации – обеспечения продовольственной и экологической безопасности в условиях воздействия разных видов техногенеза.

Но чтобы эта возможность была реализована, усилия только ученых недостаточны. Необходимо понимание важности и неотложности направления работ руководителями государств, политиками, предпринимателями и общественностью. По существу, речь идет о путях предотвращения глобальной экологической катастрофы, которую предвещали большинство футурологов у нас и за рубежом.

Но не только внимание этой проблеме необходимо, нужно, безусловно, эти работы финансировать. Однако не правильно было бы перекладывать эти расходы только на государство. Во всем мире справедливым считается принцип: «платит тот, кто загрязняет». Но чтобы его последовательно реализовать, необходим закон об агроэкологической безопасности, которым, в частности, должно быть предусмотрено формирование предприятиями и компаниями специального фонда для финансирования обследования территорий техногенного воздействия, включая составление токсико- и радиологических

картограмм, разработки и освоения комплексов защитных мероприятий, а также выплата компенсаций пострадавшим и дополнительных затрат на здравоохранение. Из него же могут финансироваться расходы на технологическое совершенствование производственных процессов, снижение уровня техногенного загрязнения среды обитания.

Также в закон об агроэкологической безопасности следует ввести и другие положения, создающие гарантии производства экологически безопасных и биологи-

чески полноценных продуктов питания. Кроме того, нужно предусмотреть меры ответственности владельцев предприятий и компаний и должностных лиц, допускающих производство и реализацию экологически опасной продукции.

Надеемся, что принятие этого нашего предложения обеспечит необходимый перелом в деятельности человеческого сообщества, ведущих к переходу на устойчивое развитие отраслей народного хозяйства в период вступления стран СНГ во всемирную торговую организацию.

Resume

The article deals with the problem of agrarian manufacture and rural way of life adaptation to the conditions of techno genesis, which is one of the most actual and simultaneously complex tasks in agricultural, biological, and medical science.