

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ ТРОФОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

There were justified by the emergence of a new research area in constructive geography – trophogeography. There were defined the direction of conceptual trophogeographical research.

Интенсивная хозяйственная деятельность человека привела к серьезным экологическим проблемам, в частности к постоянному изменению химического состава окружающей среды. В перечне многочисленных загрязнителей окружающей среды особое место занимают тяжелые металлы, поскольку считается, что среди химических элементов они являются наиболее токсичными. В соответствии с классификацией Дж. Вуда [1, с. 3], к очень токсичным отнесены Be, Co, Ni, Cu, Zn, Sn, As, Se, Te, Rb, Cd, Au, Hg, Pb, Sb, Pt, Mn, Mo. В связи с этим встают вопросы о количественных показателях (концентрациях) поступления этих элементов в живые организмы, продолжительности воздействия и возможности накопления, а также выведения их из организма. Известно, что тяжелые металлы имеют свойство накапливаться в различных звеньях трофических цепей биосферы (в том числе и организме человека) и влиять на их функционирование. В трофических цепях органическое вещество закономерно уменьшается, а количество поступивших тяжелых металлов сохраняется, накапливается и концентрация их увеличивается. Тяжелые металлы, поступившие в организм человека, выводятся очень медленно, а их способность накапливаться в различных органах со временем сказывается на состоянии здоровья человека.

Известно, что тяжелые металлы поступают в организм человека в основном с растительными продуктами питания, а в них, в свою очередь, – как из почвы, так и аэральным или смешанным путем. Как видим, вырисовываются довольно сложные, многогранные схемы, составными частями которых являются окружающая среда, различные компоненты ландшафта – почвы, воздух, воды, растительность (в том числе культурная), антропогенные факторы, трофические связи, состояние здоровья человека и т. д. На стыке всех этих составляющих стало развиваться новое научное направление – *трофогеография*. В отличие от трофоэкологии, которая, в соответствии с определением И.И. Дедю [2], занимается изучением совокупности пищевых связей в биоценозах, *трофогеография* изучает влияние природных (географических компонентов) и социально-экономических (антропогенных) условий на формирование качества продуктов питания растительного происхождения. Отметим основные **концептуальные подходы** к развитию нового научного направления, куда входит изучение **природных** – геолого-геоморфологических, почвенных, климато-гидрологических, ландшафтных условий, геохимических показателей и т. д. и **социально-экономических (антропогенных)** факторов, среди которых *ингредиентный состав выбросов и сбросов предприятий, региональные техногенные аномалии, показатели депонирования почвами техногенных химических элементов, химический состав орошаемых вод* и пр., способных оказывать влияние на распределение и перераспределение химических элементов в растительной продукции широкого потребления.

Многоаспектность исследуемой проблемы привлекает специалистов различных областей знаний, наук и научных направлений. В известной работе [3] исследователи различных направлений науки изложили основные пути влияния загрязнителей атмосферного воздуха на сельскохозяйственные растения. В настоящее время можно утверждать, что географы и экологи накопили значительный фактический материал [4–8] о влиянии разнообразных природных и антропогенных факторов на формирование химического состава продуктов питания растительного происхождения. Современная география своими теоретическими и практическими наработками может помочь в пояснении различных механизмов поступления, аккумуляции, транслокации загрязнителей в растения, определении причинно-следственных связей, обусловленных сложным взаимодействием природных и социально-экономических процессов, что в конечном итоге определит качество растительной продукции.

Под качеством растительной продукции понимают [9] совокупность свойств, способных обеспечивать потребности организма человека в питательных веществах, органолептические характеристики продукта, безопасность его для здоровья потребителя, надежность в отношении стабильности состава и сохранения, а также *экологическую безопасность*.

*Природные факторы*, которые могут влиять на распределение химических элементов, формирование химического состава растений и почв, могут быть представлены геолого-геоморфологическими

условиями строения территории, а также климато-гидрологическими особенностями региона исследований. Безусловно, нельзя не рассматривать и комплексные ландшафтные характеристики, отражающие взаимосвязь и взаимообусловленность компонентов.

*Антропогенный фактор* влияния представлен сферой производственной и непроизводственной деятельности человека, которая формирует определенный статус экологической ситуации того или иного региона.

Многочисленные исследования ученых литологов и геохимиков, а также автора данной статьи показали, что на перераспределение тяжелых металлов в почвах и растительности наибольшее влияние в категории «геолого-геоморфологические особенности влияния» оказывает рельеф и степень горизонтального и вертикального расчленения. Это речные долины, водоразделы, борowo-террасные комплексы, овражно-балочная сеть. Характер рельефа определяет поверхностный сток и миграцию взвешенных частиц. При этом происходит мощная дифференциация микроэлементов и, как пишет В.В. Добровольский [10], на поймах задерживаются тяжелые металлы, а более подвижные (Cr, B, Li, F) попадают в поверхностные воды и выносятся с ними. В результате этого рассеивание металлов значительно увеличивается в сравнении с водоразделами.

Конечно же, важную роль в решении проблемы качества растительной продукции, выращенной в разных природных условиях, играют и геохимические подходы. Как отмечается в работе Л.Л. Малышевой [11], в геохимии ландшафта любые территориальные единицы изучаются с точки зрения их химического состава, физико-химических особенностей и миграции элементов между компонентами, а также между ландшафтно-геохимическими системами. Этот аспект в наших исследованиях можно рассматривать из-за возможного влияния на формирование экологически безопасной растительной продукции именно межтерриториального обмена. Следует отметить, что в границах отдельных природных зон Украины физико-географические края выделяются по геолого-геоморфологическим признакам, которые оказывают влияние на распределение и перераспределение тяжелых металлов в почвах и растительной продукции.

Что касается влияния климато-гидрологических особенностей, то здесь необходимо учитывать разработки геохимиков [12, 13], которые утверждают, что химическое выветривание минералов осуществляется только в водной среде и при участии воды. Непосредственно трофогеографические исследования должны рассматривать воду как составную часть почв и растительности, которая регулирует показатели концентрации химических элементов. При этом геохимическая связь всех составляющих компонентов почвообразующих пород, почв, растительности, вод, животных осуществляется путем водной миграции элементов [14]. В связи с этим гидрологические особенности местности как важный географический фактор влияют на формирование химического состава почв и растительной продукции.

Оценивая влияние климатических показателей на перераспределение химических элементов в почвах и растительности, следует говорить о зональных, а зональных и микроклиматических особенностях земной поверхности, температурном и ветровом режиме (засухи и суховеи), показателе освещенности растений, который регулирует количество микроэлементов. Важной особенностью при определении содержания микроэлементов в растениях является количество осадков за вегетационный период. Как указывает в своих работах А.И. Перельман, накопление железа в растениях происходит в засушливые годы, а марганца, меди и молибдена – во влажные [12].

Антропогенная деятельность, как уже отмечалось, является мощным фактором накопления и перераспределения микроэлементов в окружающей среде. В зонах влияния объектов промышленности растительная продукция подвергается постоянному негативному воздействию через аэральное загрязнение (снижение урожайности от 4 до 44 % [15]), а также загрязненную почву. Металлы, которые накапливаются в почвах, могут чрезвычайно медленно высвобождаться при выщелачивании, эрозии, дефляции, поглощении растениями и др. Важным влиянием антропогенной деятельности на накопление тяжелых металлов является определенная локализация загрязняющих веществ. Наиболее интенсивно это проявляется на территориях с малыми уклонами, а также в регионах, где присутствуют почвенные горизонты с тяжелым механическим составом и т. д., что не может обеспечить активного выноса тяжелых металлов. В других случаях часть загрязняющих веществ смывается с почв с поверхностным стоком, попадая в поверхностные воды. Следует подчеркнуть, что почва всегда является своеобразным физико-химическим фильтром для загрязняющих веществ аэриального происхождения. Загрязнение растений тяжелыми металлами техногенного происхождения осуществляется внешним и внутренним путем. Доля внешнего загрязнения значительно меньше, нежели внутреннего,

которое происходит через корневую систему, поэтому менее опасно. Загрязнения внешние могут смываться, счищаться вместе со шкурой плодов (например, с яблок смывается 24–38 % свинца от первоначального). Однако в последнее время исследователи больше склонны к тому, что основным путем поступления загрязнений является аэральный. Изучение накопления тяжелых металлов в различных частях растений показало, что наибольшее их количество сосредоточено в стеблях и листьях, т. е. в вегетативных органах, и значительно меньше в плодах. Что же касается поступления загрязняющих веществ в растительную продукцию через корневую систему, то она способна играть важную роль в защите растений, задерживая «лишние» ионы солей тяжелых металлов. Это обусловлено совокупностью действий морфологических структур и химических реакций неспецифической природы, благодаря которым происходит механическая задержка тяжелых металлов, их адсорбция стенками клеток, уменьшение подвижности и т. д. Существует и другая точка зрения, которой не стоит пренебрегать при исследованиях. Определено, что содержание тяжелых металлов в плодах меньше, чем в стеблях и листьях, так как репродуктивная фаза наступает позднее и плоды меньше по времени, нежели вегетативные органы, подвержены влиянию излишних концентраций [1]. По этому поводу можно дискутировать.

Научно-теоретические и практические трофогеографические исследования, выполненные на экологическом факультете Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина, проводились в различных природных зонах и регионах Украины только на приусадебных участках населения в пределах урбосистем и сельской местности, где в большинстве случаев не используются средства химизации.

В качестве примера одного из направлений трофогеографических исследований приведем показатели рассчитанного опытным путем регионального географического фона химических элементов для овощной продукции.

Для исследования особенностей накопления химических элементов была избрана овощная продукция широкого потребления во всех природных зонах: свекла, капуста, картофель, морковь, огурцы, перец, томаты, лук и т. д. Были рассчитаны показатели регионального географического фона для овощной продукции (таблица). Исследования проводились методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии (ААС-115 ПК), определялась концентрация следующих химических элементов: Fe, Mn, Zn, Cu, Ni, Pb, Co, Cr, Cd и Al.

**Региональный географический фон химических элементов в овощной продукции, выращенной в различных природных зонах и регионах Украины**

Природная зона	Химические элементы (ПДК [16]), мг/кг									
	Fe (50,0)	Mn (20,0)	Zn (10,0)	Cu (5,0)	Ni (0,5)	Pb (0,5)	Al –	Co (1,0)	Cr (0,2)	Cd (0,03)
Лесная	9,15	4,56	4,04	1,74	0,37	0,32	3,96	0,67	0,19	0,06
Лесостепь	14,75	7,38	7,69	2,76	0,65	0,65	3,61	0,43	0,31	0,1
Степная	12,82	6,15	7,95	2,42	0,50	0,77	3,61	0,39	0,29	0,11
Карпаты	13,33	9,15	5,98	3,3	0,77	0,47	3,23	0,57	0,3	0,11
Крым	9,14	4,37	6,07	2,76	0,53	0,47	3,81	0,35	0,24	0,05

Как видно из полученных данных, в большинстве случаев они не превышают предельно допустимых концентраций химических элементов в овощной продукции, выращенной в различных природных зонах и регионах Украины. Исключение составляют показатели по Ni в лесостепной зоне, в Карпатах и Крыму, где превышение ПДК в среднем составляет 1,5 раза; по Pb в лесостепной и степной зонах – в 1,5 раза; незначительные превышения ПДК по Cr отмечаются во всех регионах, кроме лесной зоны. Что касается показателей географического фона растительной продукции по Cd, то в этом случае превышение ПДК наблюдается во всех природных зонах и регионах Украины в 2–3,5 раза.

На основе проанализированных результатов определены региональные особенности показателей географического фона для овощной продукции в лесной, лесостепной и степной зонах Украины. Средние показатели отклонений по природным зонам и регионам Украины по исследуемым химическим элементам показали, что по Fe они равняются 33,3 %, по Mn – 32,15 %; Zn – 48,3; Cu – 32,5; Ni – 34,5; Pb – 54,6; Al – 8,8; Co – 38,8; Cr – 22,6; Cd – 27,3 %.

Из всего сказанного можно определить концептуальные направления развития современных трофогеографических исследований. Многочисленные публикации показывают, что загрязняющие вещества (в том числе тяжелые металлы) поступают во все компоненты окружающей среды и по трофическим цепям через растительную продукцию – в организм человека. Накопление тяжелых металлов в организме имеет скрытый продолжительный характер с возможным последующим токсическим

эффектом. Установлено, что влияние природных факторов на качество растительной продукции (накопление тяжелых металлов) в значительной степени нивелируется влиянием антропогенных факторов. Поэтому выделение регионов с экологически благоприятными или неблагоприятными условиями для выращивания растительной продукции на приусадебных участках, поиск путей снижения влияния техногенного загрязнения на экологическую безопасность почв и растительных продуктов питания, а также просветительская деятельность среди населения по данной проблеме являются актуальными и социально значимыми.

1. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. Новосибирск, 1991.
2. Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев, 1990.
3. Загрязнение воздуха и жизнь растений / Под ред. М. Трешоу. Л., 1988.
4. Димань Т.М. та ін. Екотрофологія. Основи екологічного харчування: навч. посіб. / За наук. ред. Т.М. Димань. Київ, 2006.
5. Некос А.Н. // Український гідрометеорологічний журнал. Одеса, 2010. № 7. С. 16.
6. Дудурич В.М. Екологічна безпека ґрунтів і виробництва сільськогосподарської рослинної продукції в умовах лівобережного лісостепу: Автореф. дис. ... канд. геогр. наук. Харків, 2007.
7. Некос А.Н., Дудурич В.М. Экология и проблемы безопасности товаров народного потребления: Учеб. пособие / Под общ. ред. проф. В.Е. Некоса. Харьков, 2007.
8. Некос А.Н. // Вісн. Харків. нац. ун-ту ім. В.Н. Каразіна. 2010. № 893. С. 15.
9. Экхольш Э. Окружающая среда и здоровье человека. М., 1980.
10. Добровольский В.В. География микроэлементов. Глобальное рассеяние. М., 1983.
11. Малишева Л.Л. Ландшафтно-геохімічна оцінка екологічного стану території. Київ, 1997.
12. Перельман А.И. Геохимия ландшафта. М., 1961.
13. Перельман А.И. Геохимия. М., 1989.
14. Добровольский В.В. // Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л., 1969. С. 34.
15. Самохвалова В.Л., Фатеев А.И. // Assessment of the Quality of Contaminated Soils and Sites in Central and Eastern Europe Countries (CEEC) and New Independent State (NIS). Sofia, 2002. P. 46.
16. ВНД 33-5-5-06-99. Охорона водних, ґрунтових та рослинних ресурсів від забруднення важкими металами в умовах зрошення. Київ, 1999.

Поступила в редакцию 08.12.11.

**Алла Наумовна Некос** – кандидат географических наук, профессор, заведующая кафедрой экологической безопасности и экологического образования Харьковского национального университета им. В.Н. Каразина.