

# АГРОЭКОЛОГИЯ

УДК613.26/.29:541.43

Г.Г. Морковкин,  
Е.В. Панова

## ВЛИЯНИЕ ПОСТУПЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА С СУТОЧНЫМ РАЦИОНОМ ПИТАНИЯ НА ЗАБОЛЕВАЕМОСТЬ СЕЛЬСКИХ ЖИТЕЛЕЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

### Введение

Дополнительное вовлечение в биогеохимический круговорот тяжелых металлов и микроэлементов со временем приобретает все большее значение для функционирования природных экосистем, здоровья человека.

Развитие цивилизации привело к антропогенному преобразованию биосферы и биогеохимической эволюции ее таксонов, к изменению поступления в пищевую цепь биофильных и экологически опасных элементов вследствие снижения плодородия и загрязнения почв. Трансформация эволюционно сложившегося биогеохимического цикла биологически важных элементов в звеньях пищевой цепи (почвах, водах, атмосфере, продуктах питания) вызвала рост количества заболеваний животных и человека [1, 2, 3, 4, 5, 6 и др.].

Экологическое состояние территорий в свете современных исследований является одним из трех (социально-бытовые, экономические, экологические) факторов риска, которые отражаются на состоянии здоровья населения. На долю экологического фактора приходится около 30% показателя здоровья [7, 8].

Избыток химических элементов в окружающей среде, как и их недостаток, может привести к нарушению обмена веществ и развитию специфических заболеваний человека [4, 9, 10, 11 и др.].

Почвенный покров Алтайского края весьма разнообразен, представлен более чем тридцатью типами почв. Почвы края

отличаются высоким плодородием, хотя по мере увеличения антропогенной нагрузки претерпевают заметные изменения. Многообразие почв, их физических и физико-химических свойств обусловили существенную вариабельность концентраций химических элементов.

На территории Алтайского края имеется тенденция к усилению проявления неблагоприятных в экологическом отношении явлений [12, 13, 14, 15, 16, 17, 18 и др.]. За последние годы здесь отмечается значительный рост общей заболеваемости, в том числе онкологических заболеваний. В крае одни из самых высоких в Западной Сибири показатели заболевания сердечно-сосудистой системы, органов дыхания, кровообращения. Данные болезни по всем показателям — многофакторно-причинные заболевания. Одним из таких факторов (достаточно важным) является длительная несбалансированность поступления химических элементов в организм человека. В настоящее время слабо изучена взаимосвязь между биогеохимическими условиями окружающей среды и состоянием здоровья человека. Выявление территорий с аномальным содержанием химических элементов, оценка поступления элементов в пищевую цепь позволят оценить медико-экологические ситуации в Алтайском крае.

### Объекты и методы исследований

Изучение проявления медико-экологических проблем в Алтайском крае, связанное с различным поступлением ряда хими-

ческих элементов, актуально [12, 13, 14, 15, 16, 17, 19].

Нами изучалось влияние цинка, меди, никеля и хрома, выбор которых обусловлен тем, что все эти элементы одновременно могут быть и элементами-биофилами, и загрязнителями окружающей среды, как токсиканты они отнесены к 1-му (цинк), 2-му (медь, никель, хром) классам опасности [20]. Эти свойства они проявляют в зависимости от их концентрации в различных биогеохимических условиях [9].

Объекты исследований:

1. Почвы приусадебных участков. 2. Основные овощные культуры, выращиваемые на приусадебных участках (свекла столовая, морковь, капуста белокочанная, лук репчатый и картофель). 3. Рационы питания жителей, проживающих в сельских населенных пунктах Алтайского края, имеющих приусадебные участки и личные хозяйства.

В исследования были вовлечены районы по зонам Алтайского края: в зоне каштановых почв сухих степей (зона I [21]) административные районы: Славгородский (с. Знаменка), Михайловский (с. Бастан), Угловский (с. Наумовка); в зоне черноземов засушливой и умеренно засушливой степи (зона II): подзона южных черноземов засушливой степи (подзона II а), административные районы: Хабарский (с. Хабары), Родинский (п. Шаталовка), Рубцовский (с. Зеленая Дубрава, с. Половинкино); подзона обыкновенных черноземов умеренно-засушливой и колочной степи (подзона II б), административный район Алейский (с. Боровское); в зоне выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи (зона III), административные районы: Тальменский (р.п. Тальменка), Косихинский (с. Косиха) и г. Заринск; в зоне черноземов предгорных равнин, предгорий и низкогорий Алтая (зона VI): подзона черноземов обыкновенных предгорных равнин Алтайского края (подзона VI б), административные районы: Третьяковский (с. Староалейское), Курьинский (с. Трусово), Краснощековский (с. Маралиха, с. Усть-Козлуха, с. Карпово); подзона выщелоченных и типичных черноземов луговой степи (подзона VI в), административные районы: Петропавловский (с. Алексеевка), Смоленский (с. Ново-Тырышкино), Советский (с. Красный Яр, с. Половинка).

В каждом населенном пункте нами было проведено анкетирование от 15 до 30 семей, имеющих приусадебные участки, выращивающих на этих участках овощные культуры. Всего проанкетировано 450 семей, состоящих из 2 и более человек.

При разработке анкеты принимались во внимание основные эколого-гигиенические

нормативные документы, опыт ряда исследователей по опубликованным работам, а также специфика проживания людей [9, 10, 15, 22, 23, 24, 25].

В анкету были включены вопросы по заболеваемости членов семьи. Анкетирование проводилось методом интервьюирования, поскольку не всегда случаи заболеваемости регистрируются в медицинской документации, и практически единственным источником правильной и достоверной информации является сам человек.

Почвенные пробы отбирались с приусадебных участков осенью — во время уборки урожая, в местах выращивания овощной продукции. Проанализировано 240 почвенных образцов. С каждого участка были отобраны образцы основных овощей (свеклы, моркови, лука, капусты) и картофеля. Проанализировано 400 образцов. Одновременно с отбором проб почвы, основных видов овощных культур проводилось анкетирование жителей по особенностям выращивания овощей, применению средств химизации и по другим мерам борьбы с вредителями и болезнями.

Отбор проб почв, продуктов растениеводства, подготовки проб к анализу, проведение анализа осуществлены в соответствии с «Методическими указаниями по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства» [20].

Химическое разложение проб почв при валовом определении металлов проводилось 5 М раствором азотной кислоты с последующим кипячением на водяной бане в течение 3 часов.

Подвижные формы соединений элементов в почвах извлекались ацетатно-аммонийным буферным раствором с pH = 4,8 (ААБ). Экстракцию проводили из отдельных навесок почв в двухкратной повторности.

Минерализацию растительных проб проводили методом сухого озоления.

Анализ образцов почвы, овощей и картофеля проводился в НИИ химизации АГАУ (испытательная лаборатория по анализам почв, пищевых продуктов и сельскохозяйственного сырья аккредитована в качестве технической компетентной и независимой испытательной лаборатории) атомно-абсорбционным методом на спектрофотометре с лампами полого катода С 115-1 М с пламенной атомизацией.

В каждом районе был рассчитан суточный рацион на одного среднестатистического человека в килограммах и в килокалориях по каждому продукту и по сбалансированности продуктов растительного и животного происхождения. Расчет произведен без учета потерь химических элементов при кулинарной обработке продуктов. Суточный

рацион оценивался в целом по району и отдельно по выборкам здорового населения и населения с проявлением различных заболеваний.

На основании суточного рациона, данных о содержании элементов в основных пищевых продуктах по литературным источникам [15, 19, 22, 26, 27] и собственным исследованиям были произведены расчеты суточного потребления жителями химических элементов (цинка, меди, никеля, хрома) в каждом районе, в природно-почвенной зоне и в среднем по изученным районам края.

Возможное влияние избытка или недостатка химических элементов на состояние здоровья человека проводилось сравнением поступления элементов с суточным рационам относительно оптимального (допустимого) суточного потребления.

Оценка проявления медико-экологических ситуаций проводилась с помощью корреляционного анализа.

Математическая обработка результатов исследований проведена с использованием дисперсионного и корреляционного видов анализов [28].

### Результаты и их обсуждение

Почва служит основным источником большинства химических элементов для растений, а через них — для животных и человека. Она является в то же время мощным барьером на пути промышленных выбросов, содержащих токсичные вещества. Поэтому почва — высокоинформативный индикатор уровня содержания химических элементов в окружающей среде [29].

Оценку загрязнения почв проводят несколькими методами. Основной из них — сравнение относительно предельно допустимых концентраций (ПДК). Ориентировочно-допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почвах, валовое содержание составляют: для Zn - 100; Cu - 55; Ni - 85; Cr — 100 мг/кг [20]. Кроме того, принято сравнивать с фоновыми концентрациями элементов в почве данного региона. Фоновое содержание тяжелых металлов в верхних гумусовых горизонтах Алтайского края [30] составляет: для Zn - 72,0; Cu - 22,6; Ni - 29,8; Cr - 69,0 мг/кг; среднее содержание элементов в почвах Западной Сибири [31]: для Zn - 73; Cu - 31; Ni - 42; Cr - 84 мг/кг; кларк в литосфере [32]: для Zn — 83; Си - 47; Ni - 58; Cr - 83 мг/кг.

Относительное содержание средних значений химических элементов в почвах различных зон (подзон) Алтайского края, выраженное в процентах к медианному фону, к кларку в литосфере и в долях ОДК, представлено в таблице 1.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что наблюдается определенное различие содержания химических элементов в почвах разных природно-почвенных зон.

Более низкое содержание цинка характерно для зоны каштановых почв сухих степей (зона I) и составляет 83% к фону Алтайского края. Максимальное содержание цинка отмечается в почвах зоны выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи (124% к фону) (зона III).

По шкале экологического нормирования содержания ТМ в почвах для зоны I и подзоны II а характерен средний уровень содержания цинка, для почв II, III, VI зоны — повышенный.

Таблица 1

*Относительное содержание химических элементов в почвах различных зон (подзон) Алтайского края*

Элемент	Зоны, подзоны							
	I	II а	(б	II	III	VI б	VI в	VI (б + в)
Отношение к фону Алтайского края, %								
Цинк	83	89	111	105	124	117	115	116
Медь	84	137	93	106	98	133	111	121
Никель	50	110	107	106	101	113	116	114
Хром	41	83	110	102	103	128	103	115
Отношение к кларку в литосфере, %								
Цинк	72	77	96	91	108	102	100	101
Медь	41	66	45	51	47	64	53	59
Никель	26	56	55	55	52	58	59	58
Хром	34	69	92	85	86	106	85	96
Отношение кс ОДК (в/долях ОДК)								
Цинк	0,601	0,640	0,798	0,753	0,895	0,844	0,827	0,834
Медь	0,347	0,561	0,382	0,434	0,401	0,548	0,457	0,497
Никель	0,176	0,384	0,373	0,373	0,353	0,398	0,405	0,401
Хром	0,281	0,572	0,760	0,706	0,714	0,882	0,708	0,795

Исходя из схемы оценки почв сельскохозяйственного назначения (Госкомприрода СССР, 1990, цит. по [33]) по содержанию цинка почвы III зоны можно отнести к I категории антропогенного воздействия. Такие почвы испытывают наименьшую антропогенную нагрузку, т.е. относятся к категории допустимого загрязнения, когда содержание химических веществ в почвах превышает фоновое, но не выше ОДК (0,5-1 ОДК). Эти почвы можно использовать под любые культуры, однако необходимо осуществлять мероприятия по снижению доступности токсикантов для растений.

Почвы всех четырех зон по шкале экологического нормирования характеризуются как почвы со средним уровнем содержания меди. Но в почвах II а подзоны и VI зоны наблюдается более высокое содержание меди (137 и 121% к фону соответственно), чем в почвах других зон Алтайского края. Почвы II а подзоны и VI зоны по содержанию меди (0,5-1 ОДК) относятся к I категории антропогенного воздействия.

По содержанию никеля почвы II, III и VI зон Алтайского края — почвы со средним уровнем содержания. Меньше всего никеля содержится в почвах I зоны (50% к фону). Максимальное содержание никеля характерно для почв VI зоны (114% к фону). Низкое содержание хрома, 41% к фону и менее 0,5 ОДК, наблюдается в I зоне. Отмечается повышение хрома в почвах II, III, VI зон от 0,5 до 1,0 ОДК. Самое высокое содержание — в подзоне VI б (128% к фону).

Исходя из обобщенных литературных и собственных данных (табл. 2) по содержанию элементов в овощах и картофеле, выращенных на территории Алтайского края, можно отметить, что наибольшим уровнем накопления всех элементов характеризуется столовая свекла, капуста и картофель. Более низкие показатели получены по томатам и огурцам.

Результаты исследования содержания химических элементов в овощных культурах и картофеле свидетельствуют, что между количеством элементов, содержащихся в одноименных продуктах, выращенных в разных зонах и подзонах, наблюдается определенное различие. По данным Л.М. Бурлаковой и др. [15], фоновое содержание химических элементов в овощных культурах и картофеле для Алтайского края составляет в картофеле: Zn — 2,9 мг/кг сырой массы; Cu - 0,78; Ni - 0,11; Cr - 0,02; в свекле столовой: Zn - 9,8; Cu - 0,75; Ni - 0,15; Cr - 0,04; в моркови: Zn - 2,9; Cu - 0,43; Ni - 0,12; Cr - 0,04; в капусте белокочанной: Zn — 2,6; Cu — 0,24; Ni — 0,12; Cr — 0,13; в луке репчатом: Zn - 2,7; Cu - 0,24; Ni - 0,14; Cr - 0,04.

Загрязнение цинком, близкое к ПДК, отмечается в свекле столовой зоны I, луке репчатом — зоны II (подзоны II а) и зоны III. В свекле столовой и капусте зоны III обнаружено высокое содержание цинка в количестве 1,6 и 2,2 ПДК соответственно. В капусте белокочанной цинка содержалось в 8,5 раз больше фона. Необходимо отметить высокое фоновое содержание цинка в свекле столовой по краю (близкое к ПДК). Лук репчатый, выращенный в подзоне II а и в зоне III, накапливал цинка больше в 3,5 и 3 раза соответственно по сравнению с фоновым значением по краю. В основном содержание меди и никеля в овощах и картофеле по всем зонам ниже ПДК. Повышенное содержание меди (близкое к ПДК и в 6,4 раза выше фона) наблюдается в свекле столовой подзоны VI в, никеля (1 ПДК и в 3,5 раза выше фона) — в свекле столовой зоны I. Морковь, капуста, свекла столовая, выращенные в зоне II, характеризуются высоким содержанием хрома (1 ПДК). Морковь содержала хрома в 5 раз выше фонового значения, капуста — в 1,7 раза, свекла столовая — в 6 раз. Свекла столовая накапливала хрома значительно выше ПДК в зоне I (4 ПДК и в 20 раз выше фона).

Приведенный анализ свидетельствует о том, что в определенных зонах Алтайского края имеет место загрязнение ряда основных овощных культур тяжелыми металлами. Химический состав овощных культур может оказывать значительное влияние на здоровье людей.

Результаты расчета суточного потребления химических элементов в среднем по 450 семьям Алтайского края приведены в таблице 3. Структура поступления химических элементов с продуктами питания в среднем по исследованным районам Алтайского края представлена на рисунке 1.

По данным ВОЗ [34], необходимая суточная доза цинка в рационе имеет большой размах (5,5-22 мг). Предлагаемые дозы зависят от содержания доступного цинка, связанного с типом питания: при 10% доступного цинка (вегетарианское питание) требуется 22,0 мг на человека, при 20% (смешанное питание) — 11,0 мг и при 40% (продукты животного происхождения) — 5,5 мг.

Жители Алтайского края в среднем с суточным рационом потребляют 14,52 мг цинка. Большая часть поступает с животными продуктами (7,80 мг), чем с растительными (6,72 мг), что согласуется с литературными данными [22]. С овощами и картофелем поступает 2,19 мг цинка в сутки, что составляет 15% от общего потребления. Таким образом, сельский житель края с суточным рационом при смешанном питании

по усредненным данным потребляет немного больше цинка, чем рекомендуется при данном типе питания.

Существенным источником поступления цинка в организм взрослого человека является мясо (32,6%) и хлебобулочные изделия (30,4%); с молоком поступает 13,0%; с яйцом и рыбой — 5,8 и 2,3% соответственно; поступление цинка с фруктами и ягодами

ниже (0,8%) из-за их малой доли в структуре питания.

Суточное потребление меди менее 2 мг опасно в связи с возможностью развития медьдефицитных состояний, если суточная доза меди для человека не превышает 0,5 мг на 1 кг массы тела, то вредных последствий не наблюдается [34].

Таблица 2

*Среднее содержание химических элементов в овощных культурах и картофеле по зонам (подзонам) Алтайского края, мг/кг сырой массы*

Вид овощной культуры	Объем выборки п	Содержание			
		Zn	Сu	Ni	Сг
<i>Зона каштановых почв сухих степей (зона 1)</i>					
Лук репчатый	14	3,58	1,76	-	-
Морковь	36	3,17	1,17	0,23	0,13
Капуста	25	2,90	0,36	0,40	0,06
Свекла столовая	43	9,74	2,29	0,53	0,8
Огурцы соленые	25	1,60	0,37	0,36	0,026
Картофель	55	4,02	2,33	0,15	0,11
<i>Подзона южных черноземов засушливой степи (подзона II а)</i>					
Лук репчатый	20	9,4	0,52	0,22	0,068
Морковь	75	2,58	0,73	0,27 п = 38	0,22
Капуста	62	3,01	0,71	0,31 п = 36	0,22
Свекла столовая	60	5,18	1,25	0,26 п = 25	0,23
Огурцы соленые	13	1,82	0,36	0,11	0,06
Томаты	15	1,31	0,28	0,09	0,035
Картофель	83	3,35	1,17	0,32 п = 38	0,15
Редька	2	2,75	1,25	-	0,091
<i>Подзона обыкновенных черноземов умеренно-засушливой и колючей степи (подзона II б)</i>					
Лук репчатый	4	2,38	0,0	0,0	0,14
Морковь	11	2,30	0,31	0,06	0,06
Свекла столовая	10	3,08	0,82	0,05	0,33
Картофель	12	2,15	0,85	0,08	0,06
<i>Зона черноземов засушливой и умеренно засушливой степи (зона II)</i>					
Лук репчатый	24	8,23	0,43	0,18	0,08
Морковь	86	2,54	0,68	0,22 п = 49	0,20
Свекла столовая	70	4,88	1,19	0,20 п = 35	0,24
Редька	2	2,75	1,25	-	0,091
Картофель	95	3,20	1,13	0,26 п = 50	0,14
Капуста	62	3,01	0,71	0,31 п = 36	0,22
Огурцы соленые	13	1,82	0,36	0,11	0,06
Томаты	15	1,31	0,28	0,09	0,035
<i>Зона выщелоченных черноземов и серых лесных почв средней лесостепи (зона III)</i>					
Лук репчатый	11	8,12	2,69	-	-
Морковь	16	5,29	3,26	0,11 (п = 9)	0,09 (п = 9)
Свекла столовая	15	16,06	3,30	0,16 (п = 9)	0,05 (п = 9)
Картофель	35	6,69	3,43	0,17 (п = 9)	0,05 (п = 9)
Капуста	2	22,33	2,17	-	-
<i>Подзона выщелоченных и типичных черноземов луговой степи (подзона VI в)</i>					
Лук репчатый	29	4,67	1,98	-	-
Морковь	17	6,85	1,63	0,10 (п = 6)	0,00 (п = 6)
Свекла столовая	41	10,16	4,82	0,20 (п = 6)	0,01 (п = 6)
Картофель	62	5,10	2,77	0,21 (п = 6)	0,01 (п = 6)
Капуста	20	4,75	1,12	-	-
ПДК, мг/кг		10,0	5,0	0,5	0,2

*Поступление химических элементов с суточным рационом сельских жителей Алтайского края (n = 450), мг*

Продукты	Zn	Си	Ni	Сг
Хлеб и хлебные изделия	3,832	0,635	0,081	0,019
Макаронные изделия	0,206	0,149	0,001	0,001
Крупы	0,371	0,147	0,014	0,002
Картофель	1,254	0,527	0,067	0,022
Овощи:	<b>0,935</b>	<b>0,231</b>	<b>0,036</b>	<b>0,020</b>
Огурцы	0,137	0,041	0,003	0,003
Томаты	0,117	0,058	0,008	0,003
Капуста	0,219	0,034	0,010	0,008
Морковь	0,094	0,031	0,005	0,002
Лук	0,158	0,035	0,006	0,002
Свекла	0,210	0,032	0,004	0,002
Мясо:	<b>4,736</b>	<b>0,193</b>	<b>0,036</b>	<b>0,033</b>
КРС	1,375	0,054	0,013	0,007
Свиней	2,381	0,058	0,014	0,021
Овец	0,297	0,022	0,003	0,002
Птицы	0,683	0,059	0,006	0,003
Рыба	0,327	0,025	0,003	0,012
Молоко и молочные продукты	1,892	0,231	0,019	0,103
Яйцо	0,845	0,047	0,003	0,002
Мед	0,001	0,006	-	-
Фрукты	0,067	0,020	0,004	0,003
Ягоды	0,043	0,049	0,002	0,001
Грибы	0,013	0,013	0,009	0,001
Животные жиры	-	0,058	-	-
Растительные продукты	6,722	1,777	0,214	0,069
Животные продукты	7,800	0,554	0,061	0,150
Всего	<b>14,522</b>	<b>2,331</b>	<b>0,275</b>	<b>0,219</b>
Рекомендуемое поступление	5,5-22(11,0)	2-5	0,3-0,8	0,02-0,5

Содержание меди в суточном рационе жителей Алтайского края составляет 2,33 мг, из них в растительных продуктах — 1,77 мг, в животных — 0,55 мг.

Большая часть меди поступает с хлебопродуктами (39,9%), овощами и картофелем (32,5%); значительно меньше — с молоком (9,9%) и мясом (8,3%); отмечается низкое поступление меди с рыбой (1,1%), яйцом (2,0%), фруктами и ягодами (3,0%).

Поступление никеля с основными продуктами питания равно 0,28 мг при рекомендуемом 0,3-0,8 мг. По данным Г.И. Сидоренко, А.И. Ицковой [35], при поступлении никеля в количестве 0,3 мг/сут. организм человека находится в условиях никелевого равновесия. Это свидетельствует о том, что указанное количество никеля покрывает потребность в нем организма взрослого человека. Значительная часть никеля поступает в организм сельского жителя Алтайского края с растительными продуктами — 0,21 мг, или 78,4%, на что указывают и другие авторы [22, 35, 36]. С овощами и картофелем поступает 37,5% никеля от общего потребления; с хлебопродуктами — 34,9%; с мясом

- 13,1%; с молоком - 6,9%; очень мало - с фруктами и ягодами, рыбой, яйцом (всего 4,4%).

В среднем сельский житель Алтайского края потребляет 0,22 мг хрома. Большая часть хрома поступает с животными продуктами (0,15 мг), чем с растительными (0,07 мг). Половину от суточного поступления хрома организм человека получает с молоком (47,0%), что объясняется высоким содержанием хрома в молоке отдельных районов Алтайского края. Так, по данным Л.М. Бурлаковой и др. [15], при анализе молока в Локтевском районе в общественных и частных хозяйствах установлено повышенное содержание хрома по сравнению с литературными данными (в 2,2-4,1 раза, а в некоторых образцах в 5,1 раза). Наблюдалось превышение по хромю в молоке из Зонального, Троицкого, Смоленского, Советского, Тальменского районов, достигающее 8 ПДК. С овощами и картофелем хрома поступает 19,2%; с мясом - 15,1%; с хлебопродуктами — 10,0%; незначительно — с фруктами и ягодами, рыбой, яйцом (всего 8,2%).

В таблице 4 приведены данные суточного поступления химических элементов с продуктами питания у здоровых жителей края и населения с различными заболеваниями.

Полученные нами расчетные данные суточного поступления химических элементов с продуктами питания свидетельствуют об определенном, но не существенном различии по содержанию Zn, Cu, Ni и Cr в рационах здоровых и больных людей. Сопоставляя уровень потребления элементов, можно отметить, что жители с различными заболеваниями потребляют меньше жизненно необходимых элементов (кроме Cr), чем

здоровые. В среднем по Алтайскому краю потребление меди, никеля и хрома с суточным рационом находится в пределах рекомендуемых значений, цинка — несколько больше, чем рекомендуется при смешанном типе питания.

Нами был проведен корреляционный анализ данных для выявления степени связи между содержанием химических элементов в суточном рационе сельского населения с проявлением различных заболеваний 15 обследованных районов Алтайского края и заболеваемостью (табл. 5).

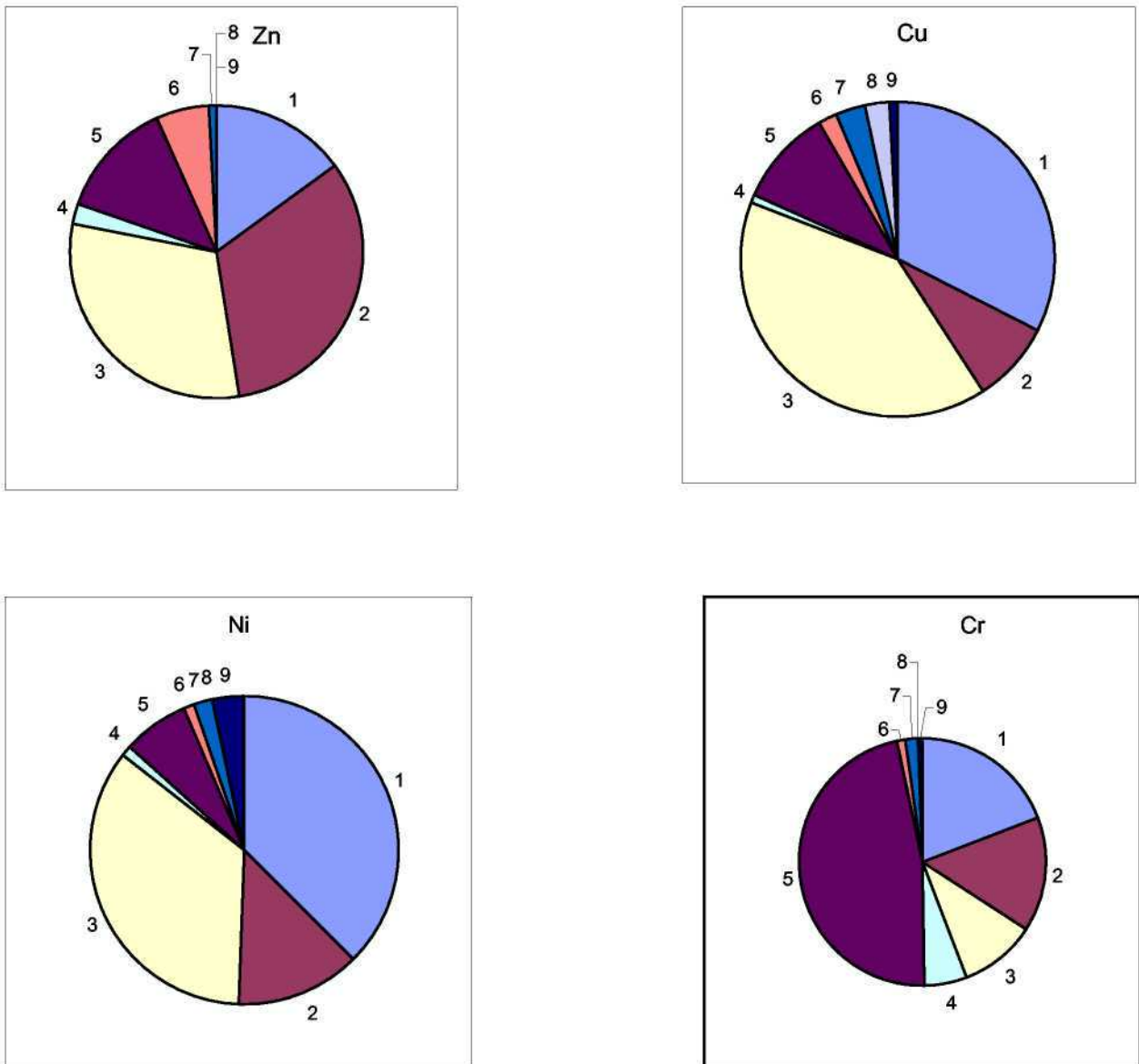


Рис. 1. Структура поступления химических элементов с продуктами питания, %:  
 1-с овощами и картофелем; 2-с мясом; 3-с хлебом и хлебопродуктами; 4-с рыбой;  
 5-с молоком; 6-с яйцом; 7-с фруктами и ягодами; 8-с животными жирами;  
 9-с другими продуктами

Поступление химических элементов с суточным рационом  
у здоровых жителей и населения с различными заболеваниями, мг

Продукты	Здоровые жители, n = 279				Население с заболеваниями, n = 171			
	Zn	Cu	Ni	Cr	Zn	Cu	Ni	Cr
Хлеб и хлебные изделия	3,958	0,647	0,085	0,020	3,620	0,611	0,076	0,018
Макаронные изделия	0,227	0,166	0,001	0,001	0,195	0,139	0,001	0,001
Крупы	0,376	0,150	0,014	0,002	0,365	0,01	0,014	0,001
Картофель	1,287	0,550	0,073	0,023	1,189	0,486	0,058	0,020
<b>Овощи:</b>	<b>0,915</b>	<b>0,222</b>	<b>0,035</b>	<b>0,2220</b>	<b>0,957</b>	<b>0,243</b>	<b>0,035</b>	<b>0,018</b>
Огурцы	0,142	0,043	0,003	0,003	0,128	0,039	0,003	0,003
Томаты	0,118	0,057	0,008	0,003	0,112	0,056	0,008	0,003
Капуста	0,211	0,031	0,010	0,008	0,234	0,039	0,009	0,007
Морковь	0,087	0,028	0,004	0,002	0,103	0,036	0,005	0,002
Лук	0,157	0,034	0,006	0,002	0,156	0,037	0,006	0,002
Свекла	0,200	0,029	0,004	0,002	0,224	0,036	0,004	0,001
<b>Мясо:</b>	<b>4,930</b>	<b>0,193</b>	<b>0,039</b>	<b>0,034</b>	<b>4,452</b>	<b>0,201</b>	<b>0,029</b>	<b>0,030</b>
КРС	1,455	0,055	0,014	0,008	1,279	0,055	0,009	0,006
Свиней	2,495	0,057	0,015	0,022	2,124	0,058	0,011	0,019
Овец	0,230	0,017	0,003	0,001	0,479	0,037	0,004	0,002
Птицы	0,750	0,064	0,007	0,003	0,570	0,051	0,005	0,003
Рыба	0,341	0,026	0,003	0,282	0,282	0,022	0,003	0,010
Молоко и молочная продукция	1,904	0,236	0,020	0,079	1,885	0,229	0,018	0,131
Яйцо	0,975	0,052	0,003	0,002	0,638	0,039	0,002	0,002
Мед	0,001	0,006	-	-	0,001	0,006	-	-
Фрукты	0,067	0,0	0,003	0,003	0,067	0,0040	0,004	0,003
Ягоды	0,047	0,051	0,002	0,000	0,043	0,047	0,002	0,000
Грибы	0,035	0,035	0,010	0,001	0,035	0,035	0,008	0,001
Животные жиры	-	0,063	-	-	-	0,050	-	-
<b>Растительные продукты</b>	<b>6,912</b>	<b>1,841</b>	<b>0,223</b>	<b>0,070</b>	<b>6,471</b>	<b>1,722</b>	<b>0,198</b>	<b>0,062</b>
<b>Животные продукты</b>	<b>8,150</b>	<b>0,570</b>	<b>0,065</b>	<b>0,127</b>	<b>7,257</b>	<b>0,541</b>	<b>0,052</b>	<b>0,173</b>
<b>Всего</b>	<b>15,062</b>	<b>2,411</b>	<b>0,288</b>	<b>0,197</b>	<b>13,728</b>	<b>2,263</b>	<b>0,250</b>	<b>0,235</b>
Рекомендуемое поступление	11,00	2,0	0,3	0,02-0,5	11,00	2,0	0,3	0,02-0,5

Таблица 5

Коэффициенты парной корреляции ( $r \pm s_r$ ) потребления отдельных элементов  
с суточным рационом и случаев заболевания (n = 16)

Болезни	Zn	ni	Ni	Cr
Органов дыхания	0,65±0,20	0,50±0,23	0,32±0,25	-0,02±0,27
Системы кровообращения	0,53±0,24	0,35±0,26	0,57±0,24	0,08±0,27
Мочеполовой системы	0,08±0,27	0,41±0,24	-0,12±0,27	-0,05±0,27
Костно-мышечной системы	-0,41±0,24	-0,20±0,26	-0,46±0,24	-0,08±0,27
Злокачеств. новообразования	-0,57±0,22	-0,45±0,24	-0,42±0,24	0,13±0,27
Врожденные аномалии	0,33±0,25	0,42±0,24	0,56±0,22	-0,21±0,26

Средние положительные коэффициенты корреляции имеют место для Zn, Cu и Ni при болезнях органов дыхания, системы кровообращения и врожденных аномалий, отрицательные — костно-мышечной системы, злокачественных новообразований.

Наблюдается средняя корреляционная связь между содержанием меди в рационах питания с болезнями мочеполовой системы.

Между содержанием хрома и наиболее распространенными в Алтайском крае за-

болеваниями корреляционная связь слабая или близка к нулю.

### Выводы

1. Проведенные исследования показали определенное различие в содержании химических элементов в почвах и овощной продукции разных природно-почвенных зон Алтайского края.



2. Для почв зоны сухой степи (зона I) характерен средний уровень содержания Zn и Cu и низкий Ni и Cr. В почвах этой зоны наблюдается самое низкое содержание по всем четырем элементам по сравнению с почвами II, III и VI зон Алтайского края. Почвы зоны черноземов засушливой и умеренно засушливой степи (зона II) характеризуются повышенным уровнем содержания Zn и Cr и средним Cu, Ni. В почвах зоны средней лесостепи (зона III) наблюдается повышенный уровень содержания Zn (максимальный по сравнению с другими зонами края), Cr и средний Cu, Ni. Отмечается повышенный уровень содержания Zn и Cr, средний Cu, Ni в почвах зоны черноземов предгорных равнин, предгорий и низкогорий Алтая (зона VI), причем по Cu, Ni и Cr — более высокое содержание, чем в почвах I, II и III зон.

3. Наблюдается высокое фоновое содержание цинка в свекле столовой по краю (близкое к ПДК). В свекле столовой зоны I отмечено загрязнение цинком (близкое к ПДК и в 3,5 раза выше фона), никелем (1 ПДК), хромом (4 ПДК и в 20 раз выше фона). Повышенное содержание цинка (близкое к ПДК) наблюдается в луке репчатом (в 3,5 раза выше фона), хрома (1 ПДК) - в моркови (в 5 раз выше фонового значения), капусте (в 1,7 раза выше фона), свекле столовой (в 6 раз выше фона) подзоны II а. Загрязнен цинком лук репчатый (близко к ПДК и в 3 раза выше фона), свекла столовая (1,6 ПДК), капуста (2,2 ПДК и в 8,5 раз больше фонового значения) зоны III. Повышенное содержание меди (близкое к ПДК и в 6,4 раза выше фона) характерно для свеклы столовой подзоны VI в.

4. Наблюдается средняя положительная корреляционная связь между содержанием Zn, Cu и Ni в рационах питания с болезнями органов дыхания, системы кровообращения и врожденных аномалий; Cu — с болезнями мочеполовой системы. Средние отрицательные коэффициенты корреляции определены для Zn, Cu и Ni при болезнях костно-мышечной системы, злокачественных новообразованиях.

5. Качество и продолжительность жизни, зависящие от обмена веществ в организме, могут быть значительно увеличены за счет правильного обеспечения организма человека химическими элементами с учетом структуры их поступления с продуктами питания. Сложившиеся медико-экологические ситуации на фоне биогеохимической обстановки в регионе требуют особых подходов к разработке профилактических мероприятий.

Библиографический список

1. Adriano D.C. Sources of trace element enrichment in soils / D.C. Adriano, S.W. Gettier, S. Shann et al. // «5 Spurenelem. Symp., Jena, 14-17 Juli, 1986: Jod». Оутф, 1986. P. 224-236.
2. Добровольский В.В. Ландшафтно-геохимические критерии оценки загрязнения почвенного покрова тяжелыми металлами / В.В. Добровольский // Почвоведение. 1999. № 5. С. 639-645.
3. Кабата-Пендиас А. Микроэлементы в почвах и растениях / А. Кабата-Пендиас, Х. Пендиас. М.: Мир, 1989. 439 с.
4. Микроэлементозы человека: этиология, классификация, органопатология / А.П. Авцын, А.А. Жаворонков, М.А. Риш, Л.С. Строчкова; АМН СССР. М.: Медицина, 1991. 496 с.
5. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в почвах Западной Сибири / В.Б. Ильин // Почвоведение. 1987. № 11. С. 87-94.
6. Ермаков В.В. Биогеохимическая эволюция таксонов биосферы и коррекция загрязнений среды обитания организмов / В.В. Ермаков // Тяжелые металлы, радионуклиды и элементы-биофилы в окружающей среде: доклады II Междунар. науч.-практ. конф. Семипалатинск, 2002. Т. 1. С. 7-23.
7. Протасов В.Ф. Экология, здоровье и охрана окружающей среды в России / В.Ф. Протасов: учебное и справочное пособие. 3-е изд. М.: Финансы и статистика, 2001. 672 с.
8. Карлович И.А. Геоэкология: учебник для высшей школы / И.А. Карлович. М.: Академический Проект: Альма-Матер, 2005. 512 с.
9. Рейли К. Металлические загрязнения пищевых продуктов / К. Рейли; пер. с англ. М.: Агропромиздат, 1985. 184 с.
10. Покатилов Ю.Г. Биогеохимия биосферы и медико-биологические проблемы / Ю.Г. Покатилов. Новосибирск: Наука, 1993. 165 с.
11. Ягодин Б.А. Тяжелые металлы и здоровье человека / Б.А. Ягодин // Химия в сельском хозяйстве. 1995. № 4. С. 18-20.
12. Нагорный С.В. Комплексная эколого-гигиеническая оценка вредных факторов окружающей среды и изменений здоровья населения в отдельных районах Алтайского края / С.В. Нагорный // Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края. Материалы научных исследований. Барнаул, 1993. Т. 3. Кн. 2. С. 16-35.
13. Медико-экологический атлас Алтайского края: научно-методические основы

разработки и составления / И.А. Хлебович, Ю.И. Винокуров, И.Н. Ротанова, В.С. Ревякин. Новосибирск: Наука, 2000. 120 с.

14. Пузанов А.В. Особенности биогеохимических эндемий на Алтае / А.В. Пузанов, М.А. Мальгин // Наш общий дом: матер. Междунар. конф. Барнаул, 2000. С. 49-50.

15. Бурлакова Л.М. Экоотоксиканты в системе «почвы-растения-животные» (на примере отдельных зон Алтайского края) / Л.М. Бурлакова, О.И. Антонова, Н.Г. Деев, Г.Г. Морковкин и др.: монография. Барнаул: Изд-во АГАУ, 2001. 236 с.

16. Материалы к Государственному докладу о состоянии окружающей природной среды Алтайского края в 2000 году / Под общ. ред. Я.Н. Ишутина, В.Н. Горбачева. Барнаул, 2001. 96 с.

17. Хлебович И.А. Системный анализ географических предпосылок болезней человека / И.А. Хлебович: дис. на соиск. уч. степ. д-ра геогр. наук в виде науч. докл. 2001. 62 с.

18. Основные направления по улучшению экологической обстановки, использованию, воспроизводству и охране природных ресурсов Алтайского края на 2003-2010 годы. Барнаул, 2003. 207 с.

19. Антонова О.И. Поступление некоторых токсикантов в организм человека с основными продуктами питания / О.И. Антонова, Н.Т. Кириленко, Т.П. Пудовкина // Ядерные испытания, окружающая среда и здоровье населения Алтайского края: матер. науч. исследований. Барнаул, 1993. Т. III. Кн. 2. С. 142-150.

20. Методические указания по определению тяжелых металлов в почвах сельхозугодий и продукции растениеводства / ЦИНАО. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., 1992. 62 с.

21. Бурлакова Л.М. Почвы Алтайского края / Л.М. Бурлакова, Л.М. Татаринцев, В.А. Рассыпнов: учеб. пособие. Барнаул, 1988. 69 с.

22. Коломийцева М.Г. Микроэлементы в медицине / М.Г. Коломийцева, Р.Д. Габович. М.: Медицина, 1970. 288 с.

23. Поздняковский В.М. Гигиенические основы питания, безопасность и экспертиза продовольственных товаров / В.М. Поздняковский: учебник. Новосибирск: Изд-во Новосибир. ун-та, 1999. 448 с.

24. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.3.2.1078-01. М.: ИНФРА-М, 2002. 216 с.

25. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов: 2.3.2. Продовольственное сырье и пищевые продукты: Доп. и изм. № 2 к СанПиН 2.3.2.1078-01: Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы: СанПиН 2.3.2.1280-03. М.: Минздрав России, 2003. 31 с.

26. Габович Р.Д. Гигиенические основы охраны продуктов питания от вредных химических веществ / Р.Д. Габович, Л.С. Припутина. Киев: Здоровья, 1987. 248 с.

27. Химический состав пищевых продуктов. Книга 2: Справочные таблицы содержания аминокислот, жирных кислот, витаминов, макро- и микроэлементов, органических кислот и углеводов / Под ред. И.М. Скурихина, М.Н. Волгарева. 2-е изд. М.: Агропромиздат, 1987. 360 с.

28. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

29. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в почвах Западной Сибири / В.Б. Ильин // Почвоведение. 1987. № 11. С. 87-94.

30. Морковкин Г.Г. Содержание тяжелых металлов в почвах степной зоны Алтайского края / Г.Г. Морковкин // Вестник алтайской науки. Проблемы агропромышленного комплекса. 2001. Вып. 1. Т. 1. С. 162-165.

31. Сысо А.И. Закономерности распределения химических элементов в почвообразующих породах и почвах Западной Сибири / А.И. Сысо: автореф. дис. на соиск. уч. степ. д-ра биол. наук. Новосибирск, 2004. 32 с.

32. Виноградов А.П. Среднее содержание химических элементов в главных типах изверженных горных пород земной коры / А.П. Виноградов // Геохимия. 1962. №7. С. 555-571.

33. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; под ред. В.А. Черникова, А.И. Черкеса. М.: Колос, 2000. 536 с.

34. Микроэлементы в питании человека. Женева: ВОЗ, 1975. № 532. 74 с.

35. Сидоренко Г.И. Никель: (Гигиенические аспекты охраны окружающей среды) / Г.И. Сидоренко, А.И. Ицкова / АМН СССР. М.: Медицина, 1980. 176 с.

36. Ягодин Б.А. Никель в системе почва-удобрения-растения-животные и человек / Б.А. Ягодин, В.В. Говорина, С.Б. Виноградова // Агрохимия. 1991. № 1. С. 128-138.

