

Наиболее эффективными оказались следующие штаммы: 348а, 40, 110, 41, 348б, ГДР, 340б, под влиянием которых урожай сена клевера повышался на 12–16 %, а прирост сырого протеина возрастал в пределах 74–125 кг/га. Самые устойчивые прибавки урожая в условиях нашей зоны были получены от ризоторфина, изготовленного на 329б, 348а и 340б штаммах клубеньковых бактерий. Однако три штамма (42, 343б, 344б) не обеспечили достоверных прибавок урожая. Всего в посевах клевера за отчетный период проверено 14 штаммов, с которыми проведено 8 полевых опытов, включавших 44 опытных варианта, но достоверные прибавки получены в 30 вариантах, что составляет 68 % положительных случаев.

В опытах с горохом, проведенных как в условиях дефицита влаги (1994, 1997, 1998 гг.), так и при ее достаточном и избыточном содержании (1991–1993, 1995, 1996 гг.), искусственная

инокуляция его семян ризоторфином оказалась в абсолютном большинстве случаев неэффективной. Лишь под влиянием трех штаммов: 260б в 1993 г., а также 263б и 245а в 1995 г. были получены достоверные прибавки урожая зеленой массы гороха.

Таким образом, результаты исследований по проверке эффективности ризоторфина, изготовленного на разных штаммах клубеньковых бактерий, показывают, что в опытах с люцерной по всем испытываемым штаммам получены достоверные прибавки урожая зеленой массы. При этом наиболее эффективными оказались 425а, 2М24, СХМ1-239 штаммы, обеспечившие прирост урожая зеленой массы люцерны на 19–20 %. Эффективным оказался ризоторфин и в посевах клевера, Однако в опытах с горохом проверяемые штаммы в большинстве случаев не имели преимуществ над спонтанными клубеньковыми бактериями.

Литература

1. Кожемяков А.П. // Биологический азот в сельском хозяйстве СССР. М., 1989. С. 15–27.
2. Фомичев Е.Е. // Тр. Всесоюз. научно-исслед. ин-та сельскохозяйственной микробиологии. Л., 1989. С. 5–13.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М., 1985.

УДК 551.510

*В.П. Гладышев**, *Г.М. Пьяных***, *Е.В. Колесникова**, *Н.Р. Нуриахметова**

МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ КАК ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

*Томский государственный педагогический университет

**Государственная станция агрохимической службы «Томская»

Почвы являются одним из важнейших объектов окружающей среды, на которых производится более 90% пищевых продуктов и сырья для многих отраслей народного хозяйства. От их «чистоты» во многом зависят урожайность и гигиеническое качество растениеводческой продукции, которая является источником поступления токсичных веществ через пищевые цепи в организм человека [1].

Для тяжелых металлов (ТМ) почвы являются хорошей депонирующей средой, в которой они прочно сорбируются и взаимодействуют с почвенным гумусом, образуя труднорастворимые соединения, за счет чего идет их накопление в почве. Кроме того, под воздействием различных факторов в почве происходит постоянная миграция попадающих в нее веществ и перенос их на большие расстояния. Загрязняющие почву вредные вещества могут переходить в воду, растения и, следовательно, в организмы животных и человека. Однако в естественных условиях в связи с

вымыванием растворенных микроэлементов из почвенного раствора в нижележащие горизонты или с поверхностным стоком происходит уменьшение содержания в почвах биогенных веществ [2].

Несбалансированное содержание биогенных элементов в почвах предопределяет необходимость применения различных видов минеральных удобрений: азотных, нитратных, фосфорных, калийных, магниевых (в соответствии с ГОСТ 20432-75) [2].

Интенсивный рост химизации сельского хозяйства требует рационального подхода к применению минеральных удобрений. Использование их в соответствии с научно-обоснованными рекомендациями приводит к увеличению содержания в почве биогенных элементов питания растений и ее плодородия и повышению урожайности сельскохозяйственных культур. Однако нередко при нарушении технологии их применения они начинают играть роль токсикантов.

Такой подход адекватно отражает ущерб, наносимый плодородию почвы, состоянию, росту, развитию и плодоношению растений накоплением в них ТМ в пределах выше ПДК. Обострение экологической ситуации в ряде регионов России во многом связано с недооценкой опасности чрезмерного применения минеральных удобрений, содержащих в своем составе ТМ. Количественное содержание ТМ в них зависит от исходного сырья, что наглядно видно из табл. 1 [1].

Таблица 1
Агротехнические источники загрязнения почв микроэлементами (мг/кг сухой массы) [2]

Элемент	Орошение сточными водами	Фосфорные удобрения	Известняки	Азотные удобрения (сульфат аммония)
As	2–26	2–1200	0,1–24	2,2–120
Ba	150–4000	200	120–250	–
Cd	2–1500	0,1–170	0,04–0,1	0,05–8,5
Co	2–260	1–12	0,4–3	5,4–12
Cr	20–40600	66–245	10–15	3,2–19
Cu	50–3300	1–300	2–125	<1–15
Hg	0,1–55	0,01–1	0,05	0,3–3
Mn	60–390	40–2000	40–1200	–
Mo	1–40	0,1–60	0,1–15	1–7
Ni	16–5300	7–38	10–20	7–34
Pb	50–3000	7–225	20–1250	2–27
Se	2–9	0,5–25	0,08–0,1	–
Sn	40–700	3–19	0,5–4	1,4–16
Sr	40–360	25–500	610	–
V	20–400	2–1600	20	–
Zn	700–49000	50–1450	10–450	1–42

В определенных условиях ионы ТМ, присутствующие в минеральных удобрениях, обладают большой подвижностью в почвах, накапливаются в больших количествах в растениях и по пищевым цепям поступают в организм животных и человека. Наиболее опасны элементы с очень высоким (Cd, Hg, Cu, Cr, Sn) и высоким (Mo, Mn, Ni, Fe, Se) потенциалом загрязнения.

Вероятность попадания ТМ из удобрений в почву может быть охарактеризована способностью их перехода в почвенные растворы. В табл. 2 приведены концентрации ТМ, которые создаются при обработке удобрений (фосфорных и азотно-фосфорных) разбавленным раствором хлористоводородной кислоты [2]. Эти данные не являются абсолютными, но в известной мере ха-

Таблица 2
Содержание в минеральных удобрениях ТМ(мг/кг), извлекаемых 0,1 н. HCl [3]

Удобрения	Cu	Zn	Cd	Pb	Cr	Mn	Fe	Ni
Суперфосфат простой	32	17	0,25	15,3	3,30	113	643	6
Суперфосфат двойной	1	17	0,48	31,8	6,80	455	1468	15
Фосфоритная мука	2,5	43	0,23	14,5	6,50	172	865	20
Нитроаммофос	8,5	0,38	0,20	10	8,80	181	272	0,8
Нитрофоска	11	9	0,03	14,8	3,30	67	360	6

Таблица 3
Пороговые концентрации микроэлементов для сельскохозяйственных культур (мг/кг сухого вещества по [4])

Элемент	Пределы нижн. порога (при недостаточности)	В норме	Пределы верхн. порога (при токсикозе)
Cu	0,6–10	41	1–336
Mo	0,01–13	0,059–132	–
Mn	0,2–122	2–3110	49–11000
Zn	0,4–96	4–229	70–7500
Fe	11–115	28–250	250
Ni	–	0,4–40	55–188
Se	–	7–30	101–1350

актеризуют процесс перехода металлов примесей из удобрений в почвенные растворы. Выращивание качественной сельскохозяйственной культуры и получение из нее экологически чистых продуктов питания возможно лишь при условии содержания ТМ в почвах на уровнях норм, необходимых для растений. Эти нормы определяют нижними и верхними пороговыми концентрациями [1]. В табл. 3 приведены величины пороговых концентраций ряда ТМ для некоторых сельскохозяйственных культур [3]. В табл. 4 приведены значения ПДК по ТМ для почв сельхозугодий [4] и сельскохозяйственной продукции [5]. Анализ табл. 1–4 позволяет сделать следующие выводы.

Несмотря на столь широкое распространение ТМ в минеральных удобрениях, концентрация их в сельскохозяйственной продукции в значительной мере определяется видовыми особенностями культур.

Исследования многих авторов свидетельствуют, что в экологически относительно чистой зоне, вдали от промышленных районов и автомагистралей длительное применение минеральных

Таблица 4

ПДК по содержанию ТМ для почв сельхозугодий и сельскохозяйственной продукции (мг/кг) [5]

ПДК	Cu	Zn	Cd	Hg	Pb	As	Cr	Mn	Co	Ni	Fe
Почвы с учетом фона	3	23	3	2	30	2	50	1500	5	4	—
В зерновых и бобовых	10	50	0,05	0,03	0,4	0,5	0,2	—	—	0,5	50
В овощах и фруктах	5–10	10	0,03	0,02	0,4	0,2	0,45	40–70	1	2	50

Таблица 5

Среднее содержание некоторых тяжелых металлов в овощах, выращенных на индивидуальных участках (1) и в хозяйствах (2) Томского района

Овощи	Место выращивания и соотношение 1:2	Содержание металла, мг/кг			
		Zn	Cu	Cd	Pb
Картофель	1	4,2	2,1	0,022	0,081
	2	1,1	1,18	0,016	0,03
	1:2	3,82	1,78	1,38	2,70
Свекла	1	5,16	3,14	0,015	0,24
	2	1,6	2,8	0,014	0,12
	1:2	3,23	1,12	1,07	2,0
Морковь	1	2,39	1,98	0,006	0,096
	2	1,6	1,56	0,014	0,12
	1:2	1,50	1,27	0,43	0,80

удобрений не увеличивает, а, как правило, снижает концентрацию ТМ в продукции растениеводства в силу «ростового разбавления» при значительном повышении урожайности, в то время как суммарное их количество, отчуждаемое с урожаем, существенно увеличивается [4]. Однако в случае систематического интенсивного сверхнормативного использования минеральных удобрений создаются возможности загрязнения сельскохозяйственных культур ТМ в количествах, превышающих пределы их нормального содержания и ПДК [5]. Преодоления такого противоречия между стремлением получить высокий урожай и обеспечить его хорошее качество возможно лишь при разработке мер по снижению накопления ТМ в растительной продукции и регламентированном применении минеральных удобрений. Снижение доз удобрений в некоторых случаях приведет к уменьшению объема урожая, но в то же время будет способствовать увеличению выхода экологически безопасной продукции.

На примере возделывания некоторых сельскохозяйственных культур (картофель, свекла, морковь) в условиях выращивания их на индивидуальных участках и угодьях специализированных хозяйств Томского района было выяснено влияние внесения удобрений. Обследование почв 40 индивидуальных участков показали, что более половины площадей требуют внесения азотных

удобрений. На 8 % участков азотные удобрения не нужны; более того, имеется опасность накопления нитратов в растениях в пределах и более ПДК. Такое содержание нитратного азота указывает, что здесь владельцы применяют повышенные дозы (200–300 кг д.в. азота на га). Еще большая разбалансировка минерального питания наблюдается по фосфору и калию. Владельцы более половины участков применяют органические, калийные и фосфорные удобрения сверх допустимых концентраций. Соотношение питательных элементов в почве для овощных культур, выращиваемых в области, оптимально N:P:K как 1:12:10. Половина индивидуальных участков имеют соотношение 1:97:63, 1:139:160, 1:48:24, 1:52:58 и т.д. Разбалансировка минерального питания ведет не только к необоснованным затратам на внесение удобрений, потере урожайности, но и к накоплению в растениях токсичных элементов, потере качества продукции.

В табл. 5 сопоставлено содержание цинка, меди, кадмия и свинца в корнеплодах, выращенных в Томском районе. Из таблицы следует, что овощи, выращенные на индивидуальных участках, в большинстве случаев характеризуются значительно большим содержанием ТМ по сравнению с той же продукцией, производимой в специальных хозяйствах. Этот пример иллюстрирует необходимость внимательного отношения владельцев участков к внесению удобрений. Представляется целесообразным проводить агроэкологический мониторинг и сертификацию почв и продукции индивидуальных участков с тем, чтобы удостовериться в том, что продукция отвечает нормам безопасности [6].

Можно сформулировать некоторые условия решения проблемы производства экологически чистых продуктов питания. Проблема получения экологически чистой сельскохозяйственной продукции должна решаться не только на основании данных по содержанию ТМ в почве и в самой продукции и сопоставлением этих величин с величинами ПДК. С целью управления качеством пищевых продуктов необходимо регулировать содержание микроэлементов в почве, обеспечивающих нормальное развитие растений. Такое содержание может достигаться путем введения минеральных удобрений с добавками микроэлементов в случаях дефицита или же строго нор-

мированным применением удобрений, исключая загрязнение почвы ТМ, в случае нормального содержания или избытка ТМ в почве. Таким образом, необходимо для конкретных сельскохозяйственных угодий иметь сбалансированную систему питания растений основными макроэлементами (P, N, Ca, K, Mg) и микроэлементами (Cu, Zn, Mn, Co) с учетом типа почв и режима техногенной нагрузки на них, определяемой особенностями промышленного производства в конкретном регионе.

Одним из путей повышения качества растительной сельскохозяйственной продукции в регионах с повышенной техногенной нагрузкой на биосферу и сельхозугодия пойменной зоны должна быть экологизация технологий машиностроительной отрасли, являющейся мощным источником выбросов ТМ. Рациональным вариантом экологизации предприятий металлообработки машиностроения может быть экстракционное извлечение металлов из отработанных технологических растворов и сточных вод гальванотехники [7, 8].

Литература

1. Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. Микроэлементы в почвах и растениях. М., 1989.
2. Говорина В.В., Виноградова С.Б. Минеральные удобрения и загрязнение почв тяжелыми металлами // Химия в сельском хозяйстве. 1991. № С. 87–90.
3. Ивлев А.М. Биогеохимия. М., 1986.
4. Черных Н.А., Ладонин В.Ф. // Химия в сельском хозяйстве. 1995. № 5. С. 10–13.
5. Новые гигиенические требования к качеству и безопасности продовольственного сырья и пищевых продуктов. 1997. № 5–9.
6. Пьяных Г.М., Гладышев В.П. // Качество во имя лучшей жизни. Томск, 1997. С. 102–103.
7. Гладышев В.П., Ковалева С.В. и др. // Экология и жизнь: Междунар. сб. статей. Новгород, 1996. Вып. 1. С. 8–14.
8. Гладышев В.П., Ковалева С.В., Трофимов Г.П. и др. // Природные и интеллектуальные ресурсы Сибири (Сибресурс-2-96). Томск, 1996. С. 36–37.

УДК 37.013

С.А. Легостин

ФИЗИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ СТУДЕНТОВ ТГПУ

Томский государственный педагогический университет

С 1992 по 1998 г. на кафедре МБД исследовалось физическое развитие студентов в зависимости от возраста, пола и будущей специализации. Определялись антропометрические, физиометрические и динамические показатели физического развития общепринятыми методами [1, 2], доступными для проведения исследований в условиях лабораторных занятий по «Основам анатомии, физиологии и гигиены детей и подростков» (блок МБ 01).

Как показали результаты наших исследований, не выявлено сколько-нибудь значимых различий в зависимости от возраста девушек (16–21 г.), поэтому таблицы содержат сводные средние величины, характерные для данного факультета (табл. 1–4). Эти данные свидетельствуют о том, что физическое развитие студенток за 5 лет обучения не претерпевает сколько-нибудь значимых изменений вследствие однообразного образа жизни (двигательная активность, питание) и завершенности, в основном, полового развития [3]. При сравнении антропометрических показателей среди факультетов отмечена лишь достоверно более низкая масса тела и окружность талии у студен-

ток ФИЯ (на 7,5 % и 6,3 % соответственно), более высокие коэффициенты пропорциональности верхней (с 1,35 до 1,41 соответственно, или на 4,4 %) и нижней (с 1,42 до 1,48 соответственно, или на 4,2 %) частей тела, по сравнению со средними показателями по университету. Причем эта закономерность сохраняется на протяжении всех лет исследований, что объясняется более высокой мотивацией к внешнему виду, связанной со спецификой будущей работы, а также более высоким уровнем образованности (самый высокий средний балл аттестата при поступлении) и, следовательно, более сознательным отношением к своему здоровью (табл. 1).

При сравнении антропометрических показателей в динамике за 6 лет исследований в среднем по вузу обнаруживается лишь едва заметная тенденция улучшения внешнего вида студентов (табл. 1). Так, у девушек улучшились коэффициенты пропорциональности верхней (с 1,31 до 1,35 соответственно, или на 3,1 %) и нижней (с 1,39 до 1,42 соответственно, или на 2,2 %) части тела, у юношей увеличилась окружность грудной клетки (на 2,6 %). По-видимому, эти изменения обус-