

УДК 631.95:631 (470.344)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОЧВЫ И РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ

© 2007 В.Г. Егоров, Л.Н. Михайлов¹

Приводятся данные локального мониторинга земель и растениеводческой продукции, полученные на специально закрепленных участках, расположенных в различных климатических зонах республики, а также в техногенно загрязненных зонах вблизи транспортных магистралей, на полях в составе полевых севооборотов. Исследование почвы реперного участка колхоза им. Свердлова Чебоксарского района показало, что за 4 года при возделывании в севообороте "гречиха – яровая пшеница – ежа сборная – ежа сборная" содержание минерального азота в пахотном слое почв по отношению к исходному году уменьшилось на 15,0, нитратов — на 3,8, подвижного фосфора — на 1,0, обменного калия — на 35,0 мг/кг. Наибольшее накопление нитратов отмечено в сене ежи сборной (194 мг/кг), однако количество тяжелых металлов в почве и растениях находилось в пределах допустимых концентраций.

Введение

К наиболее значительным антропогенным факторам, приводящим к развитию негативных явлений в природной среде, относятся техногенные выбросы, неграмотное применение органических и минеральных удобрений, пестицидов, использование тяжелой сельскохозяйственной техники, низкий уровень земледелия и т.д. [3]. При этом возможно загрязнение почв и растениеводческой продукции тяжелыми металлами [1, 2, 4, 5]. Негативно сказывается на состоянии плодородия почв и урожайности сельскохозяйственных культур развитие ветровой и водной эрозии, пересушение и переувлажнение почв, засоление, слитизация, загрязнение почв и водоемов нитратами, потеря гумуса и основных элементов питания растений.

Эрозионные процессы, интенсификация сельскохозяйственного производства при недостаточном внесении органических удобрений, способствуют повсеместному уменьшению содержания гумуса в пахотном слое почв. За истекшие 20 лет между турами обследования почв уменьшение содержа-

¹Егоров Валерий Григорьевич, Михайлов Леонид Николаевич, кафедра изучения почвы и агрохимии Чувашской государственной сельскохозяйственной академии, Россия, 428032, Чебоксары, ул. К.Маркса, 29.

ния гумуса в пахотном слое в среднем по республике составило 1,6 тонны с гектара в год.

В республике внесение органических удобрений сократилось с 6,5 т/га в 1993 до 2,2 т/га в 1999 году, что составляет 22–27% от научно обоснованной потребности для сохранения бездефицитного баланса гумуса в почве. Снизилась также объемы внесения минеральных удобрений. Если в 1991 году на пашню вносилось в среднем 165 кг д.в./га NPK (в том числе N – 61, P – 52, K – 52), то в 1995 г. применение их сократилось до 24 кг д.в./га (N – 15, P – 5, K – 4), а в 1996 г. составило 29,6 кг д.в./га (N – 18, P – 5, K – 6,6).

В связи с вышеизложенным весьма актуальными представляются наблюдения за состоянием почвенного плодородия и качеством выращиваемой растениеводческой продукции.

Целью работы являлись комплексная оценка состояния окружающей природной среды в различных почвенно-климатических зонах Чувашской Республики на специально выбранных реперных участках и проведение агроэкологического мониторинга пахотных земель и растениеводческой продукции.

1. Методика исследований

Методы определения агрохимических показателей и химических элементов, содержащихся в почвах, растениеводческой продукции приведены в табл. 1.

Таблица 1

Методы определения агрохимических показателей и химических элементов, содержащихся в почвах, растениеводческой продукции

№	Показатель	Методы определения	Методические указания
1	Подвижный фосфор и обменный калий	Метод Кирсанова	ГОСТ 26207-91
2	Гумус	Метод ЦИНАО	ГОСТ 26213-91
3	Подвижная сера	Метод ЦИНАО	ГОСТ 26490-85
4	Азот нитратный	Ионометрический метод	ГОСТ 26951-86
5	Азот аммиачный	Метод ЦИНАО ГОСТ	26489-85
6	Тяжелые металлы Zn, Cu, Pb, Cd, в почвах и продукции растениеводства по определению ТМ	Методические указания	ГОСТ 18826-73
7	Стронций-90, цезий-137	Методические указания ЦИНАО	ГОСТ 18826-73

2. Результаты и их обсуждение

Организация локального агроэкологического мониторинга земель и растениеводческой продукции Чувашской Республики осуществлялась в производственных условиях на специально закрепленных реперных участках, расположенных в различных климатических зонах республики, а также в техногенно загрязненных зонах вблизи транспортных магистралей, на полях в составе полевых севооборотов.

В данной статье в качестве примера приводим результаты почвенной диагностики дерново-слабоподзолистой почвы реперного участка колхоза им. Свердлова Чебоксарского района, расположенной в северной зоне республики (табл. 2, 3).

Таблица 2

Агрохимическая характеристика почв реперного участка колхоза им. Свердлова Чебоксарского района

Год	Культура	Глубина отбора, см	Гумус, %	N мин. кг/га	NO ₃ , мг/кг	P ₂ O ₅ , мг/кг	K ₂ O, мг/кг	РН (KCl)	Hг, мг-экв/100 г	S, мг-экв/100 г	Подв. сера, мг/кг
1994	З/м гречихи	0-20	1,8	44,7	17,0	124	101	6,3	1,10	24,4	1,15
		20-40	1,3	100,0	14,0	120	32	6,0	1,18	23,0	1,70
		40-60	0,8	74,5	5,9	109	35	4,7	3,63	22,6	0,84
		60-80	0,7	54,0	2,5	189	39	4,5	4,05	23,8	3,40
		80-100	0,7	83,0	4,0	206	47	4,7	3,33	24,0	4,80
1995	З/м яровой пшеницы	0-20	2,0	24,0	6,6	127	66	6,2	1,17	24,6	1,20
		20-40	1,1	25,6	2,5	153	66	5,6	2,07	23,2	1,30
		40-60	0,7	33,5	2,1	116	71	5,2	2,99	23,0	1,34
		60-80	0,7	54,0	2,0	156	70	4,8	4,14	23,0	1,10
		80-100	0,6	47,0	1,9	244	69	4,6	3,96	24,4	1,75
1996	З/м ежа сборная	0-20	1,9	257,0	91,0	153	128	6,1	1,08	23,8	1,90
		20-40	1,6	919,0	105,0	119	62	6,0	1,13	22,2	2,00
		40-60	0,5	1399,0	102,0	112	59	4,5	2,99	21,4	3,24
		60-80	0,4	1044,0	46,0	157	62	4,3	3,26	23,0	4,56
		80-100	0,3	322,0	16,0	243	76	4,6	2,41	24,0	3,68
1997	З/м ежа сборная	0-20	2,2	29,7	3,2	123	66	6,5	0,80	25,2	4,40
		20-40	0,9	77,7	2,1	135	58	5,6	1,56	21,0	5,20
		40-60	0,8	167,0	2,0	104	57	4,2	3,71	21,2	6,70
		60-80	0,4	345,0	2,1	171	59	4,1	3,79	22,6	18,10
		80-100	0,4	351,0	3,8	259	69	4,3	2,99	24,4	42,0

Из приведенных данных табл. 2 видно, что на этом реперном участке за 4 года при возделывании в севообороте "гречиха – яровая пшеница – ежа сборная – ежа сборная" содержание минерального азота в пахотном слое почв по отношению к исходному году уменьшилось на 15,0, нитратов – на 3,8, подвижного фосфора – на 1,0, обменного калия на 35,0 мг/кг. Содержание подвижной серы возросло на 3,3 мг/кг, содержание гумуса на 0,4%, а другие агрохимические показатели остались практически неизменными.

Результаты изучения подвижных форм микроэлементов и тяжелых металлов приведены в табл. 3.

Таблица 3

**Подвижные микроэлементы и тяжелые металлы в почвах
реперного участка колхоза им. Свердлова Чебоксарского района**

Год	Культура	Бор, кг/га	Медь, мг/кг	Цинк, мг/кг	Марганец, мг/кг	Кобальт, мг/кг	Медь, мг/кг	Цинк, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Свинец, мг/кг
1994	З/м гречихи	0-20	1,8	44,7	17,0	124	101	6,3	1,10	24,4
		20-40	1,3	100,0	14,0	120	32	6,0	1,18	23,0
		40-60	0,8	74,5	5,9	109	35	4,7	3,63	22,6
		60-80	0,7	54,0	2,5	189	39	4,5	4,05	23,8
		80-100	0,7	83,0	4,0	206	47	4,7	3,33	24,0
1995	З/м яровой пшеницы	0-20	2,0	24,0	6,6	127	66	6,2	1,17	24,6
		20-40	1,1	25,6	2,5	153	66	5,6	2,07	23,2
		40-60	0,7	33,5	2,1	116	71	5,2	2,99	23,0
		60-80	0,7	54,0	2,0	156	70	4,8	4,14	23,0
		80-100	0,6	47,0	1,9	244	69	4,6	3,96	24,4
1996	З/м ежа сборная	0-20	1,9	257,0	91,0	153	128	6,1	1,08	23,8
		20-40	1,6	919,0	105,0	119	62	6,0	1,13	22,2
		40-60	0,5	1399,0	102,0	112	59	4,5	2,99	21,4
		60-80	0,4	1044,0	46,0	157	62	4,3	3,26	23,0
		80-100	0,3	322,0	16,0	243	76	4,6	2,41	24,0
1997	З/м ежа сборная	0-20	2,2	29,7	3,2	123	66	6,5	0,80	25,2
		20-40	0,9	77,7	2,1	135	58	5,6	1,56	21,0
		40-60	0,8	167,0	2,0	104	57	4,2	3,71	21,2
		60-80	0,4	345,0	2,1	171	59	4,1	3,79	22,6
		80-100	0,4	351,0	3,8	259	69	4,3	2,99	24,4

Примечание. Глубину отбора образцов см. в табл. 2.

Из приведенных данных видно, что динамика микроэлементов была следующей: в пахотном слое почв уменьшилось содержание бора на 0,1 мг/кг, меди на 1,2, цинка – на 0,06, кадмия – на 0,46, свинца – на 35,3, а содержание цинка возросло на 0,82, а марганца – на 7,2 мг/кг.

ОДК в почвах для тяжелых металлов установлена (мг/кг): Cd (0,5-2,0), Pb (32-130), Cu (33-132), Zn (55-220), Mn (до 1500), Co (до 50).

Таким образом, пахотный слой дерново-слабоподзолистой почвы реперного участка вполне экологически чистый.

Качество растениеводческой продукции напрямую зависит не только от агроэкологического состояния почвы, но и от окружающего воздуха атмосферы. Поэтому актуальным является контроль над накоплением в растениях макро- и микроэлементов, тяжелых металлов, нитратов и радионуклидов. В задачи агроэкологического мониторинга входило:

1. Определить урожайность товарной и побочной продукции и биомассу сухого вещества сельскохозяйственной продукции на 1 га площади.

2. Выявить в товарной и побочной продукции растениеводства содержание азота, фосфора, калия, кальция, золы, жира, клетчатки, сырого протеина, сахара, каротина, нитратов.

3. Изучить содержание тяжелых металлов (цинк, меди, кадмия, свинца) и радионуклеидов в товарной и побочной продукции.

4. Дать заключение о степени пригодности продукции растениеводства к применению.

Результаты растительной диагностики, урожайность и качественные характеристики возделываемых сельскохозяйственных культур на реперном участке колхоза им. Свердлова Чебоксарского района приводятся в табл. 4, 5. На дерново-слабоподзолистой почве реперного участка в годы исследований выращивались гречиха, яровая пшеница и 2 года — ежа сборная. Из данных табл. 1 видно, что величина биомассы, в зависимости от возделываемых культур, колебалась в пределах 1705–2341 кг/га. Максимальное содержание общего азота, сырого протеина и каротина обнаружилось в зеленой массе яровой пшеницы, фосфора и сахара — в зеленой массе гречихи, калия, кальция, жира, клетчатки и нитратов — в зеленой массе ежи сборной.

Исследование показало, что цинк, медь, кадмий и свинец больше накапливаются в зеленой массе гречихи и меньше — в зеленой массе ежи сборной.

Для выяснения опасности накопления рассматриваемых тяжелых металлов необходимо сравнение полученных данных с предельно-допустимыми концентрациями в растениях.

Для сочных кормов ПДК в мг/кг следующие: Zn — 100,0; Cu — 30,0; Cd — 0,3; Pb — 5,0. Следовательно, только содержание кадмия и свинца в зеленой массе гречихи и особенно кадмия в зеленой яровой пшенице оказалось выше ПДК, а другие показатели во всех растительных образцах находились в пределах допустимых концентраций.

Заключение

Результаты почвенной диагностики дерново-слабоподзолистой почвы и выращенной растениеводческой продукции на реперном участке колхоза им. Свердлова Чебоксарского района, расположенной в северной зоне республики, свидетельствуют о том, что содержание минерального азота в пахотном слое почв по отношению к исходному уменьшилось на 15,0, нитратов — на 3,8, подвижного фосфора — на 1,0, обменного калия на 35,0 мг/кг. Содержание подвижной серы возросло на 3,3 мг/кг, содержание гумуса на 0,4%, а другие агрохимические показатели остались практически неизменными.

Содержание общего азота в растениеводческой продукции колебалось в пределах 1,68–2,06%, общего фосфора — 0,22–0,31%, калия — 1,09–2,32%. Положительны и другие показатели качества. Речь идет о зеленой массе растений, так и их продуктивной части.

Оценка растениеводческой продукции с точки зрения их экологической безопасности также показывает, что в дерново-слабоподзолистых почвах колхоза им. Свердлова наибольшее накопление нитратов отмечено в сене

ежи сборной (194 мг/кг). Содержание тяжелых металлов цинка и меди было значительно ниже ПДК как в товарной, так и в нетоварной части урожая. Содержание кадмия незначительно превышает ПДК в соломе яровой пшеницы и свинца в сене ежи сборной в первый год ее использования. Содержание радионуклеидов в растительных образцах невысокое.

Литература

- [1] Алексеев, А.А. Диффузия кадмия в почве / А.А. Алексеев, Н.Г. Зырин // Почвоведение. – 1980. – №3. – С. 66-73.
- [2] Алексеев, Ю.В. Тяжелые металлы в почве и растениях / Ю.В. Алексеев. – Л., 1987. – С.142.
- [3] Агроэкологический мониторинг пахотных земель и растениеводческой продукции в Чувашской Республике / В.Г. Егоров [и др.] – Чебоксары, 2002. – 122 с.
- [4] Зырин, Н.Г. Нормирование содержания тяжелых металлов в системе "почва-растение" / Н.Г. Зырин, Е.В. Каплунова // Химия в сельском хозяйстве. – 1985. – №6. – С. 126–139.
- [5] Ильин, В.Б. К вопросу о разработке предельно допустимых концентраций тяжелых металлов в почвах / В.Б. Ильин // Агрохимия. – 1985. – №10. – С. 94–101.

Поступила в редакцию 26/XII/2006;

Paper received 26/XII/2006.

в окончательном варианте — 26/XII/2006.

Paper accepted 26/XII/2006.

AGROECOLOGICAL MONITORING OF SOIL AND PLANT

© 2007 V.G. Egorov L.N. Mikhailov²

The data of local monitoring of soil and plantgrowing production obtained on special owned plots, situated in different climatic zones of our republic and in the polluted areas located not far from the transport roads, in the fields of crop rotations are given in this article.

The investigation of the plots of the farm named after Sverdlov of the Cheboksarsky district showed — that in the period of 4 years by crop rotation of buckwheat, spring wheat "eza" selective the mineral content of the nitrogen in the arable soil layer reduced by 15,0, the content of active phosphorus by 1,0, nitrate by 3,8, exchange potassium by 35,0 mg/kg.

The highest accumulation of nitrate traced in the wheat "eza" selective (94 mg/kg) but the number of heavy metals in soil and the plants was within satisfactory limits.

²Egorov Valeriy Grigorievich, Mikhailov Leonid Nikolaevich, Dept. of Soil Studying and Agrochemistry, Chuvash State Agricultural Academy, Cheboksary, 428032, Russia.

Таблица 4
Результаты растительной диагностики на реперном участке колхоза им. Свердлова Чебоксарского района

Год	Сроки отбора	Биомасса сухого вещества, кг/га	Содержание в растениях																	радионукл. Sr-90 Cs-137 Бк/кг					
			N	P	K	Ca	зола	жир	клет- чатка	сырой сахар протеин	карбо- тин	нитра- ты	тяжелые металлы												
													в мг/кг на абсолютно сухое вещество				в % на абсолютно сухое вещество				Pb				
													Cd	Cu	Zn	Pb	Cd	Cu	Zn		Pb	Cd	Cu	Zn	Pb
1994	5.08	з/м гречи	1705	1,61	0,31	1,59	0,79	7,18	2,59	23,23	10,06	13,73	—	186,0	27,5	10,0	0,5	7,0	1,0	1,2					
1995	5.07	з/м яр. пшеницы	2341	2,06	0,22	1,09	0,30	4,69	3,94	21,63	12,87	12,12	123	22,0	5,1	0,17	1,25	0,2	0,5	—					
1996	2.07	з/м ежи сборной	2255	1,69	0,24	1,63	1,11	8,36	3,97	34,32	10,56	6,27	48,0	87,0	20,6	3,91	0,03	1,0	0,1	0,9					
1997	24.07	з/м ежи сборной	1850	1,78	0,26	2,32	1,00	8,73	4,23	34,48	11,12	6,18	84,5	245	3,5	1,80	0,01	1,5	0,4	1,3					

Таблица 5
Величина и качество урожая на реперном участке колхоза им. Свердлова Чебоксарского района

Год	Сроки отбора	Культура	Биомасса сухого вещества, кг/га	Содержание в растениях																	радионукл. Sr-90 Cs-137 Бк/кг
				N	P	K	Ca	зола	жир	клет- чатка	сырой сахар протеин	карбо- тин	нитра- ты	тяжелые металлы							
														Zn	Cu	Cd	Pb				
																		в % на абсолютно сухое вещество			
1994	09.10	сол. гречи	0,77	0,18	1,52	0,48	9,78	0,72	30,44	4,82	0,80	—	64	—	—	—	—	1,00	1,20	—	
1995	21.08	зерно	19,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
		сол. яр. пшен.	1,95	0,21	1,12	1,45	9,46	1,82	35,42	12,18	8,24	—	83,3	13,2	4,20	0,40	1,80	0,20	0,50	—	
1996	14.08	зерно	24,8	3,03	0,40	0,55	0,16	0,66	1,80	4,22	18,93	15,89	—	83	11,6	2,00	0,25	0,80	—	—	
		сено ежи сборной	42,6	1,7	0,24	1,58	0,28	7,24	1,63	43,5	6,68	2,41	16,8	153	17,8	1,40	0,20	5,10	1,40	3,40	
1997	18.08	сено ежи сборной	18,1	1,53	0,23	1,92	0,96	10,25	2,98	34,25	9,56	6,87	67,1	194	13,0	1,80	0,08	1,00	0,30	0,10	