

УДК:631.4.42

СОСТОЯНИЕ АГРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН И ПРОДУКТИВНОСТЬ СЕЛСЬКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Сапаров А.С.¹, Елешев Р.Е.¹, Рамазанова С.Б.², Айтбаев Т.Е.³, Базилжанов Е.К.⁴

¹Казахский НИИ почвоведения и агрохимии им.У.У.Успанова, г.Алматы, 050060, пр.Аль-Фараби, 75В, e-mail: ab.saparov@yahoo.com. ²Казахский НИИ земледелия и растениеводства, 040909, Алматинская обл., Карасайский р-н, ул. Ерлепесова 1, e-mail: kazniisr@mail.ru. ³Казахский НИИ картофелеводства и овощеводства, 040917, Алматинская обл., Карасайский р-н, ул. Наурыз, 1, e-mail: niikoh.nauka@rambler.ru.

⁴Республиканский научно-методический центр агрохимической службы, 021061, Акмолинская обл. Шортандинский р-н, п.Научный, ул.Бараева, 15

В статье рассматриваются вопросы агрохимического и агроэкологического мониторинга земель сельскохозяйственного назначения, анализ применения минеральных и органических удобрений и их влияние на плодородие почв и продуктивность сельскохозяйственных культур

ВВЕДЕНИЕ

Важную роль в регулировании почвенного плодородия играет агрохимический мониторинг, включающий наблюдения за изменениями агрохимических показателей в пахотном слое почвы и влиянием этих изменений на формирование продуктивности культур.

Результаты агрохимического мониторинга позволяют рационально использовать земельные ресурсы и целенаправленно применять имеющиеся удобрения и другие средства химизации для воспроизводства почвенного плодородия и продуктивности сельскохозяйственных культур. Последнее является главной задачей земледелия и от ее решения во многом зависит выполнение Продовольственной безопасности страны.

В Республике Казахстан агрохимическое обследование земель сельскохозяйственного назначения начато в 1965 году с началом химизации земледелия страны.

В Казахстане проводится два вида агрохимического мониторинга – производственный (сплошной) и научный. Производственный мониторинг проводится периодически с проведением обследования всех производственных площадей по

небольшому набору показателей, а научный – по более широкому набору показателей на делянках длительных стационарных опытов научно-исследовательских учреждений и сельскохозяйственных опытных станции. При этом на первом этапе требуется получение полной информации для оценки исходного состояния земель сельскохозяйственного назначения по основным показателям, характеризующим функционирование агроэкосистем, а на втором – разработки прогноза и приемов управления плодородием и экологическим состоянием почв.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследований являются земли сельскохозяйственного назначения, полевые опыты на разных типах почв без удобрений и с минеральными удобрениями. Методы определения агрохимических показателей почвы общепринятые: гумус – по Тюриину; общий азот – по Къельдалю; гидролизуемый азот – по Тюрину-Коновой; валовой фосфор – по Гинзбургу и Щегловой на «Спеколе»; подвижный фосфор – по Мачигину в модификации Грабарова на ФЭК; валовой калий – по Смиуту на «Спеколе»; подвижный калий – по Мачигину в модифи-

кации Грабарова на пламенном фотометре FLAPHO 4; pH – потенциометрически; CO₂ – кальциметром; поглощенные основания (Ca, Mg) – трилометрическим методом; Na, K – на пламенном фотометре; валовые формы тяжелых металлов – в экстрактах почвы в царской водке. Спектрометрические методы атомной адсорбции в пламени и с электрическим распылением. Международный стандарт. Регистрационный номер. ISO:1988; подвижные формы тяжелых металлов – по методу Крупского и Александровой в модификации ЦИНАО. ГОСТ Р 50685 – 94.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Поставки и внесение сельскому хозяйству минеральных удобрений в 1965 год составили 170,4 тыс. т д.в., что на 1 гектар пашни НРК приходилось 3,6 кг. С интенсивным развитием химизации сельского хозяйства республики площади удобренных полей увеличились до 47 % от общей площади. При этом общий объем поставки минеральных удобрений составил 1039 тыс. т в 1986 г., а количество удобрений, внесенных на гектар пашни - 29 кг (таблица 1).

Таблица 1 - Использование минеральных удобрений в Республике Казахстан, тыс. т

Виды удобрения	Годы						
	1986	1995	2000	2005	2006	2007	2008
Минеральные удобрения	1039	36,2	10,7	37,5	41,4	58,9	30,9
Органические удобрения	33196,0	1141,0	17,5	7,8	13,7	7,8	7,4
Внесено минеральных удобрений на 1 га посевной площади, кг НРК	29	9,7	0,7	2,0	2,3	3,1	1,5
Внесено органических удобрений на 1 га посевной площади, кг НРК	0,94	0,41	1,1	0,4	0,7	0,4	0,4
Удельный вес удобренной посевной площади, %	47	1,5	0,5	3,5	3,6	4,8	4,9
Вся посевная площадь, тыс. га	35500	28679	15400	18400	18400	18954	20119

В период до 1987 года из использованных минеральных удобрений на долю фосфорных, приходилось 56,9 %, на долю азотных – 39,7 % и на долю калийных - 3,4 %. Затем с 1987 года резко сократилось производство и поставки сельскому хозяйству минеральных удобрений, продолжавшееся вплоть до 2000 года.

В годы с наибольшей интенсивностью применения удобрений (1986-1990 гг.) урожайность возросла в зависимости от культур от 6,6 до 26,0 % или яровой пшеницы по сравнению с начальным периодом химизации (1961-1965 гг.) с 6,1 до 10,1 ц/га, риса с 19,1 до 45,1 ц/га, кукурузы с 20,8 до до 38,8 ц/га, сахарной свеклы с 235,8 до 288,0 ц/га, хлопчатника с 17,9 до 25,8 ц/га, картофеля с 75,0 до

106,2 и овощей с 66,1 до 170,0 ц/га (таблица 2).

Применение минеральных удобрений способствовало существенному улучшению обеспеченности пахотных земель республики основными элементами питания. Этому свидетельствуют результаты сплошного агрохимического обследования в 1972 и 1987 годов. По результатам первого тура обследования 72,3 % пашни по фосфору были низкообеспеченной, 24,5 % – средне- и 3,2 % - высокообеспеченной категории.

При повторном обследовании, через 15 лет, площадь почв низко обеспеченных заметно уменьшилась до 44,5 %, а средне- и высокообеспеченных – увеличилась до 40,5 и 15,0 % соответственно (таблица 3).

Таблица 2 – Динамика урожайности основных сельскохозяйственных культур в Республике Казахстан

Культура	Годы							
	1961-1965	1986	1986-1990	1991-1995	1996-2000	2001-2005	2006	2007
Пшеница	6,1	10,6	9,2	7,6	8,4	10,2	11,3	13,0
Кукуруза, зерно	20,8	42,5	38,8	24,6	24,6	41,6	46,3	45,8
Рис	19,1	45,5	45,1	32,8	29,3	31,7	33,0	33,6
Сахарная свекла	235,8	279,0	288,0	115,0	138,0	199,2	240,8	248,3
Хлопчатник	17,9	25,9	25,8	20,1	17,4	21,8	22,2	22,1
Подсолнечник	-	8,7	9,9	3,6	3,6	6,2	5,9	5,9
Картофель	75,0	112,0	106,2	95,0	92,6	139,0	153,6	155,8
Овощи	66,1	170,0	164,6	109,0	119,6	179,4	191,1	200,3

Обеспеченность почв обменным калием по турам обследования существенно не менялась, что связано с достаточно высоким содержанием этого эле-

мента питания в почвах республики и невысоким уровнем применения калийных удобрений.

Таблица 3 - Изменение в распределении пахотных почв по содержанию подвижных форм питательных веществ (в % от обследованной площади)

Сельскохозяйственное угодье	Обследованная площадь, тыс. га	Уровень содержания питательных веществ	Подвижный фосфор		Обменный калий	
			1972	1987	1972	1987
Пашня	35505,3	Низкий	72,8	44,5	2,2	1,9
		Средний	24,5	40,5	7,3	6,4
		Высокий	3,2	15,0	90,7	91,7
Орошаемая пашня	1856,0	Низкий	-	28,6	-	8,6
		Средний	-	30,9	-	21,3
		Высокий	-	40,5	-	70,1

Общее количество использованных в сельском хозяйстве удобрений уменьшилось с 1039 тыс. тонн д.в. в 1986 г. до 10,7 тыс. тонн в 2000 г., интенсивность их применения снизилась с 29,0 до 0,7 кг/га НРК. Это привело к падению урожайности сельскохозяйственных культур, которая уменьшилась в зависимости от культур на 8,8-52,1 %. В сравнении с периодом 1986-1990 годы урожайность зерновых культур за 1996-2000 годы уменьшилась на 14,4 %, пшеницы на 8,7 %. Особенно сильно снизилась урожайность подсолнечника, сахарной свеклы, кукурузы, риса, хлопчатника, овощей (таблица 2).

В связи с реформой экономических отношений в аграрном секторе республики в конце 80 -х годов прошлого столе-

тия прекратила свое существование агрохимическая служба республики. Поэтому агрохимический мониторинг пахотных земель не проводился. Только в 2000 г усилиями ученых-агрохимиков Республики Казахстан удалось её восстановить, и был создан «Республиканский научно-методический центр агрохимической службы». Вновь созданной агрохимической службой республики за период с 2000 по 2010 гг. проделана большая работа. Почвенно-агрохимическое обследование пашни проведено на площади 17620,48 тыс. га, из них 16467,72 тыс. га на неполивных и богарных землях и 1152,76 тыс. га – орошаемых (таблица 4).

Таблица 4 - Распределение площадей пахотных земель по содержанию подвижного фосфора и обменного калия (2000-2010 гг.)

Сельскохозяйственное угодье	Обследовано, тыс. га	Содержание подвижного фосфора					
		низкое		среднее		высокое	
		градации обеспеченности, мг/кг почвы					
		тыс. га	%	тыс. га	%	тыс. га	%
Пашня, в т.ч.	17620,48	6185,67	35,1	8070,75	45,8	3364,1	19,1
неполивная и богарная	16467,72	6034,08	35,6	7549,14	45,8	2884,5	17,6
орошаемая	1152,76	151,59	13,2	521,61	45,2	479,56	41,6

Результаты сплошного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения (2000-2010 годы) показали, что 79,6 % обследованной пашни по содержанию подвижного азота и 80,9 % по содержанию фосфора относятся к категории недостаточно обеспеченных этими элементами питания и нуждаются в применении азотных и фосфорных удобрений. Общий объём последнего обследования составил 49,6 % от предыдущих туров. Распределение почв по степени обеспеченности обменным калием мало отличалось от предыдущих туров обследования и составило богарной пашни 95,0 % и орошаемой - 68,5 % относится к категории высокообеспеченной, 0,4 и 6,4 % соответственно низкой категории.

В республике начиная с 2001 года наметилась устойчивая тенденция роста интенсификации земледелия (таблица 1). Общий объём использованных в сельском хозяйстве удобрений составил в 2007 году 589,6 тыс. ц в пересчете на 100 % действующее вещество, то есть увеличился по сравнению с 2000 годом в 6,8 раз. В 2010 году было внесено 587,5 тыс. ц. д.в. удобрений. Из общего количества использованных в 2007 г. удобрений 63,7 % приходилось на долю азотных, 34,8 % на долю фосфорных и 1,5 % на долю калийных, соотношение N:P:K в применяемых удобрениях составило 1,0:0,56:0,02. Наибольшее количество удобрений 547,6 тыс. ц, или 93,7 % было внесено под зерновые культуры, в том числе 334,5 тыс. ц. под пшеницу, 22,8 тыс. ц, или 3,9 % общего объёма

использованных удобрений было внесено под технические и 1,8 % - под картофель и овощи.

Удобрённые площади пашни в 2007 г. сельскохозяйственными предприятиями республики по сравнению с 2000 годом увеличились почти в 10 раз, при этом уровень удобренности пахотных земель составил 5 кг NPK на гектар посевной площади. В среднем за 1996-2000 годы внесено всего минеральных удобрений под: пшеницу всего 0,4 кг/га NPK, хлопчатник 50,9, картофель 14,2, сахарную свеклу 51,6, овощи 48,0, кукурузу 30,8, рис 127,6 кг. В 2007 г этот показатель составил 4,0 кг NPK на гектар посевной площади пшеницы, хлопчатника - 51,4, картофеля - 77,8, сахарной свеклы - 94,9, овощей - 97,0, кукурузы - 98,7 и риса - 345 кг, что положительно сказалось на росте урожайности сельскохозяйственных культур (таблица 2).

Географическая сеть опытов с удобрениями является составной частью научного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. Научный мониторинг в Казахском НИИ земледелия и растениеводства проводится на стационарном опыте, заложенном в 1961 году на базе 8-ми польного свекловичного севооборота, базовые варианты которого используются в качестве полигонов.

Известно, что ведущая роль в формировании плодородия почв и повышении устойчивости земледелия отводится гумусу. Гумус служит источником пита-

ния растений. От содержания гумуса в почве во многом зависят физико-химические и биологические свойства почвы. Гумус почвы, его содержание и состав подвержены значительным колебаниям в зависимости от обработки почвы, режима влажности и аэрации, количества и качества растительных остатков, оставляемых сельскохозяйственными культурами, применения удобрений.

Результаты исследований, проведенных на орошаемых светло-каштановых почвах, показали, что длительное возделывание культур свекловичного севооборота без применения удобрений приводит к снижению содержания гумуса в почве. Так, на варианте без удобрений содержание гумуса в пахотном слое почвы к концу первой ротации севооборота уменьшилось по сравнению с исходным его содержанием на 0,28 %, а к концу шестой ротации - на 0,32 % (таблица 5).

Таблица 5 - Влияние длительного систематического применения удобрений на содержание и запасы гумуса орошаемой светло-каштановой почвы свекловичного севооборота (1961-2009 гг.)

Вариант опыта	Гумус, %			Запасы гумуса, т/га		
	Слой почвы, см					
	0-20	20-40	0-40	0-20	20-40	0-40
Исходное содержание, 1961 г	2,60	2,50	2,55	65,0	58,0	123,0
Первая ротация (1961-1970 гг.)						
Без удобрений	2,38	2,16	2,27	55,7	50,5	106,2
НРК	2,69	2,48	2,59	62,9	58,0	120,9
Третья ротация (1979-1988 гг.)						
Без удобрений	2,27	2,17	2,22	60,4	57,7	118,1
НРК	2,53	2,34	2,44	67,8	63,0	130,8
НРК + 60 т/га навоза	2,83	2,47	2,65	75,3	65,2	140,5
Пятая ротация (1994-2000 гг.)						
Без удобрений	2,23	2,16	2,20	58,1	56,3	114,4
НРК	2,50	2,35	2,43	65,1	61,1	126,2
НРК + 60 т/га навоза	2,69	2,45	2,57	69,8	63,7	133,5
Шестая ротация (2000-2009 гг.)						
Без удобрений	2,28	2,17	2,22	59,3	56,2	115,5
НРК	2,59	2,25	2,42	67,3	58,5	125,8
НРК + 60 т/га навоза	2,64	2,54	2,59	68,4	66,0	134,4

При систематическом внесении минеральных удобрений под культуры 8-ми полного свекловичного севооборота содержание гумуса в верхнем слое почвы к концу первой ротации несколько возросло и составило 2,69 % против исходного 2,60 %.

В конце третьей ротации на фоне минеральных удобрений содержание гумуса в верхнем слое почвы составило 2,53 %, а в конце шестой ротации - 2,59 %, что меньше исходного на 0,01 %.

При применении полного минерального удобрения совместно с 60 т/га наво-

за один раз за ротацию уже в конце третьей ротации содержание гумуса в верхнем слое возросло на 0,23 %, затем снизилось и стабилизировалось в конце пятой и шестой на уровне 2,69-2,64 %.

В нижнем слое почвы наблюдается уменьшение содержания гумуса в пределах 0,16-0,25 %.

В конце первой ротации севооборота на фоне без применения удобрений как в верхнем, так и в нижнем слоях почвы, уменьшились запасы гумуса на 14,3 и 12,9 % соответственно. К концу шестой

ротации они уменьшились в верхнем слое на 5,7 т/га, а в нижнем на 1,8 т/га.

При применении полного минерального удобрения в течение первой ротации севооборота запасы гумуса в почве не удалось удержать на уровне исходных значений, тогда как к концу третьей ротации в пахотном слое запасы гумуса возросли на 2,8 т/га, а к концу шестой ротации соответственно на 2,3 т/га. В нижнем слое почвы запасы гумуса к концу третьей ротации возросли на 5 т/га, в пятой всего на 3,1 и в шестой ротации и того меньше - на 0,5 т/га. При совместном применении минеральных удобрений и навоза достигнуто расширенное воспроизводство гумуса в почве. Запасы гумуса, начиная с третьей ротации, возросли как в

верхнем, так и в нижнем слоях почвы (таблица 5).

Исходное содержание подвижного фосфора в верхнем слое почвы опытного участка находилось на уровне 24,0 мг/кг, что характеризовало их как среднеобеспеченные этим элементом питания для зерновых культур и низкообеспеченные для сахарной свеклы.

Содержание подвижного фосфора в почве в конце первой ротации свекловичного севооборота на фоне без применения удобрений уменьшилось на 3,0 мг/кг в слое почвы 0-20 см и на 5,2 мг/кг в слое 20-40 см почвы по сравнению с исходным содержанием подвижного фосфора (таблица 6).

Таблица 6 - Влияние длительного систематического применения удобрений на содержание подвижного фосфора и обменного калия в орошаемой светло-каштановой почве

Вариант опыта	Подвижный P ₂ O ₅ , мг/кг		Обменный K ₂ O, мг/кг	
	слой почвы, см			
	0-20 см	20-40 см	0-20 см	20-40 см
Исходное, 1961 г	24,0	19,5	525	470
Первая ротация (1961-1970 гг.)				
Без удобрений	21,0	14,3	-	-
НРК	37,1	19,4	-	-
Третья ротация (1979-1988 гг.)				
Без удобрений	18,5	16,5	452	390
НРК	37,0	27,2	472	440
НРК + 60 т/га навоза	52,0	52,3	590	450
Пятая ротация (1994-2000 гг.)				
Без удобрений	16,9	14,0	449	418
НРК	39,7	28,9	601	524
НРК + 60 т/га навоза	52,3	45,4	765	717
Шестая ротация (2000-2009 гг.)				
Без удобрений	15,0	9,2	445	377
НРК	43,1	27,0	635	460
НРК + 60 т/га навоза	50,4	37,2	795	590

При систематическом применении полного минерального удобрения содержание подвижного фосфора в почве к концу первой ротации увеличилось на 13,1 мг/кг почвы и достигло оптимальных значений. К концу третьей, пятой и шестой ротаций содержание подвижного

фосфора в почве при возделывании культур севооборота без удобрений продолжало снижаться. При этом на удобренных вариантах в верхнем слое отмечено повышение содержания подвижного фосфора при применении не только минеральных удобрений до уровня оптимальных, но и

при совместном применении минеральных и органических удобрений высоких значений. Важно отметить, что при применении удобрений существенно улучшилась обеспеченность подвижным фосфором и нижних слоев почвы. Аналогичное изменение наблюдается и в улуч-

шении калийного режима орошаемых светло-каштановых почв (таблица 6).

Удобрения, оказывая положительное влияние на питательный режим орошаемых светло-каштановых почв, способствовали повышению продуктивности культур свекловичного севооборота (таблица 7).

Таблица 7 - Влияние длительного систематического применения удобрений на урожайность и качество культур свекловичного севооборота в шестой ротации (2000-2009 гг.)

Вариант опыта	Сахарная свекла		Пшеница		Кукуруза		Люцерна	
	урожай, ц/га	сахар, %	урожай, ц/га	протеин, %	урожай, ц/га	протеин, %	урожай, ц/га	протеин, %
Б/удобрений	170,0	14,9	28,3	13,4	66,4	7,5	86,5	13,5
N ₄₃₀ P ₃₄₀ K ₅₅₀	499,2	15,9	43,6	14,2	88,7	8,8	127,5	15,3
НРК + навоз*	488,2	15,9	44,2	14,6	100,4	8,9	150,9	14,4

*Примечание: навоз 60 т/га один раз за ротацию

При длительном возделывании культур без удобрений получены низкие урожаи и качество культур свекловичного севооборота. Систематическое применение минеральных удобрений обеспечило увеличение урожайности корнеплодов сахарной свеклы почти в 3 раза, зерна пшеницы в 1,5, зерна кукурузы в 1,3 раза, сена люцерны в 1,5 раза. При применении минеральных и органических удобрений урожайность сахарной свеклы возросла в 3 раза, пшеницы в 1,6, кукурузы в 1,5, сена люцерны в 1,6 раз. Существенно улучшилось при этом качество продукции – на 0,8-1,2 % возросло содержание сырого протеина в зерне пшеницы, на

0,9-1,0 % повысилась сахаристость корнеплодов, улучшилось качество зерна кукурузы и сена люцерны.

В стационарном опыте Казахского НИИ картофелеводства и овощеводства, заложенного на орошаемых темно-каштановых почвах на базе интенсивного овощного севооборота, установлено, что за 18 лет (1991-2008 гг.) на варианте без удобрений содержание гумуса в слое 0-30 см, где сосредоточена основная масса корней овощных растений, за 7 ротаций снизилось с 2,56 до 2,17 %. При этом валовые запасы его в этом слое почвы уменьшились с 92,2 до 78,1 т/га, или на 15,2 % (таблица 8).

Таблица 8 - Содержание и запасы гумуса в слое 0-30 см в интенсивном овощном севообороте на предгорной темно-каштановой почве (1991-2008 гг.)

Вариант	Гумус, %	Запасы гумуса, т/га	Разница по сравнению с исходным	
			±	%
Исходное	2,56	92,16	-	100
Без удобрений	2,17	78,12	-14,04	84,77
N ₃₆₀ P ₃₃₀ K ₃₀₀ - за ротацию	2,38	85,68	-6,48	92,97
Навоз - 60 т/га за ротацию	2,51	90,36	-1,80	98,05
N ₃₆₀ P ₃₃₀ K ₃₀₀ + 60 т/га навоза	2,60	93,60	+1,44	101,56

В варианте опыта, где в течение длительного времени (1991-2008 гг.) вносились только минеральные удобрения в количестве $N_{360}P_{330}K_{300}$ за ротацию севооборота, содержание гумуса по сравнению с исходным его содержанием снизилось на 6,48 т/га, или на 7,0 %. При использовании органических удобрений, в виде полупрепревшего навоза в норме 60 т/га за ротацию содержание, гумуса в слое 0-30 см незначительно изменилось по сравнению с исходным (на 0,05 %). Запасы гумуса уменьшились на 1,95 %. При совместном применении минеральных и органических удобрений содержание гумуса в слое 0-30 см превысило исходный уровень на 1,44 т/га, или на 0,04 %, то есть при применении минеральных и органических удобрений можно отметить тенденции расширенного воспроизводства гумуса в почве.

Введение и освоение овоще-травяного севооборота с традиционно биологизированной системой удобрения обеспечило сохранение и повышение плодородия предгорных темно-каштановых почв (таблица 9).

За счет многолетних бобовых трав, меньшей нагрузки на почву от возделываемых культур за ротацию севооборота, или равностепенного соотношения «травы-овощи» (3 года люцерны – 3 года овощей) плодородие почвы повысилось по сравнению с интенсивным севооборотом. Применение 2 т/га соломы, 20-40 т/га навоза и сидератов на фоне минеральных удобрений способствовало увеличению содержания гумуса до 3,04-3,10 %, общего азота до 0,180-0,185 %, валового фосфора до 0,200-0,220 % и калия до 2,21-2,40 %, то есть способствовало предотвращению деградации почв.

Таблица 9 - Влияние факторов биологизации в условиях 6-ти польного овоще-травопольного севооборота на содержание гумуса и подвижных элементов питания в предгорной темно-каштановой почве

Вариант	Слой почвы, см	Гумус, %	Подвижные формы, мг/кг		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Контроль – без удобрений	0-20	2,83	41,8	106	440
	20-40	2,20	40,0	178	400
Солома 2 т/га + N ₂₀	0-20	2,97	44,8	102	440
	20-40	2,80	53,2	72	370
Солома 2 т/га + навоз 20 т/га N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀	0-20	3,07	42,0	129	500
	20-40	2,80	39,2	178	450
Солома 2 т/га + навоз 20 т/га N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀	0-20	3,07	47,5	125	480
	20-40	2,70	45,3	84	460
Солома 2 т/га + навоз 40т/га N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀	0-20	3,10	53,6	117	520
	20-40	2,75	48,5	80	470
Солома 2 т/га + сидераты N ₂₀ P ₃₀ K ₃₀	0-20	3,04	52,5	106	470
	20-40	2,70	44,9	78	440

Учитывая, что удобрения являются потенциальным источником загрязнения почв тяжелыми металлами, также необходим регулярный мониторинг за содержанием их в удобрениях, размерами, скоростью их поступления и трансформации в почвах. Накопленный опыт свидетельствует, что тяжелые металлы относятся к числу наиболее опасных

химических загрязняющих веществ. В этой связи в 2001-2005 годы на юго-востоке Казахстана проводили агроэкологический мониторинг. Объектами были отобраны 11 полевых опытов с удобрениями различной длительности (от 15 до 63 лет) в 6 научных учреждениях. В качестве полигонов использовали делянки без удобрений и с внесением

полного минерального удобрения. Почвы полигонов были представлены светлыми и обыкновенными сероземами, лугово-болотными и светло-каштановыми почвами и различались по степени загрязненности тяжелыми металлами. Оценка уровней загрязненности почв тяжелыми металлами проводилась по содержанию в них подвижных форм по

И.Г. Важнину (1987): слабый, умеренный, средний, повышенный, высокий и очень высокий уровень загрязнения.

Эта группировка использовалась исключительно для целей инвентаризации почв по степени загрязненности.

Почвы полигонов, входящих в агроэкологический мониторинг различались по степени загрязненности тяжелыми металлами (таблица 10).

Таблица 10 - Группировка почв по содержанию подвижных форм тяжелых металлов, извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером (рН), мг/кг почвы (И.Г. Важнин, 1987)

Элемент	Фон	Группы почв и градации уровней загрязненности*					
		1	2	3	4	5	6
Кадмий	<0,1	0,1	0,2	0,5	1,0	1,5	2,0
Медь	<1	1	2	3	4	5	6
Цинк	<5	5	10	15	20	25	30
Никель	<2	2	4	6	8	10	12
Свинец	<0,8	0,8	1,5	2,3	3,2	4,0	5,0
Кобальт	<0,5	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0
Хром	<10	10	20	30	40	50	60

*Примечание: 1-слабый, 2-умеренный, 3-средний, 4-повышенный, 5-высокий, 6-очень высокий

Длительное контролируемое внесение минеральных удобрений позволило рассчитать количество привнесенных с ними в почву тяжелых металлов и оценить роль удобрений в процессе загрязнения почв (таблица 11).

По цинку и меди почвы исследованных полигонов относятся к категории незероземных, по никелю к категории слабо и умеренно загрязненных, по содержанию свинца и кобальта отмечена высокая загрязненность почв большинства полигонов.

Высокая загрязненность свинцом характерна для темных сероземов (Юго-Западный НИИ животноводства и растениеводства), светлых сероземов (Казахский НИИ хлопководства), лугово-болотных (Казахский НИИ рисоводства) и лугово-сероземных почв (Казахский НИИ водного хозяйства).

Увеличения содержания тяжелых металлов в почве, выходящего за преде-

лы одной градации загрязненности при внесении минеральных удобрений не установлено.

Для расчета количества тяжелых металлов, поступающих в почву с удобрениями, использовали данные длительного стационарного опыта Казахского НИИ земледелия и растениеводства.

При этом наибольшее количество, как по набору, так и по концентрации примесей тяжелых металлов поступило с фосфорными удобрениями. Доля калийных удобрений несколько ниже, а поступление тяжелых металлов с азотными удобрениями незначительно. Проведенный расчет подтверждает, что внесение научно-обоснованных норм удобрений не приводит к загрязнению почв тяжелыми металлами. И, тем не менее, учитывая потенциальную возможность удобрений вызывать загрязнение почв тяжелыми металлами, целесообразно периодически проводить мониторинг.

Таблица 11 - Поступление тяжелых металлов в почву при длительном применении полного минерального удобрения (1961-2005 гг.)

Удобрение	Внесено удобрений, кг/га д.в.	Поступило в почву, г/га						
		Zn	Cu	Fe	Pb	Cd	Cr	Ni
Мочевина	2850	37,2	5,0	155	8,0	1,5	-	-
Суперфосфат гранулированный	2500	253,8	188,0	21678	559	46	78,9	43
Калий хлористый	3080	67,4	24,7	2209	68,5	23	-	-
Поступило ТМ, г/га	-	358,4	217,7	24042	635	71	78,9	43
Поступило ТМ, мг/кг почвы	-	0,119	0,07	8,0	0,2	0,02	0,02	0,01

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, анализ данных применения удобрений, агрохимический мониторинг и обследования почв республики и урожайности основных сельскохозяйственных культур за последние годы показал, что прослеживается устойчивая тенденция и прямая зависимость между применением удобрений, обеспеченностью почв элементами питания и урожайностью сельскохозяйственных культур. Наряду с этим следует периодически проводить агроэкологический мониторинг на содержание тяжелых металлов и остаточных количеств пестицидов в почве и продукции.

Полученные данные свидетельствуют о возможности направленного регулирования плодородия почв. Систематическое научно-обоснованное применение удобрений позволяет поддерживать основные агрохимические показатели почв на оптимальном уровне и получать на этой основе стабильные урожаи качественной продукции растениеводства.

ТҮЙІН

Мақалада ауыл шаруашылығына арналған жерлердің агрохимиялық және агроэкологиялық мониторингі мен минералдық және органикалық тыңайтқышарды қолдануды талдау арқылы олардың топырақ құнарлылығына және ауыл шаруашылық дақылдарының өнімділігіне әсері қарастырылған.

SUMMARY

This paper includes the issues of agro-chemical and agro-ecological monitoring of agricultural lands, the analysis of application of mineral and organic fertilizers and their effect on soil fertility and crop productivity.