

ПРИМЕНЕНИЕ УДОБРЕНИЙ И БАЛАНС АЗОТА, ФОСФОРА И КАЛИЯ В ПОЧВАХ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ БЕЛАРУСИ

В.В. Лапа, Н.Н. Ивахненко

Институт почвоведения и агрохимии, г. Минск, Беларусь

В системе мероприятий, способствующих повышению плодородия почв и их продуктивности, наиболее важными являются применение органических и минеральных удобрений, известкование. За последние 30 лет на долю минеральных удобрений совместно со средствами защиты растений приходится две трети прироста урожая сельскохозяйственных культур.

В связи с сокращением объемов применения средств химизации были рассмотрены стратегия и концептуальные положения по использованию удобрений. Если раньше применение удобрений планировалось на основе концепции расширенного воспроизводства плодородия почв, то в настоящее время основной задачей является сохранение достигнутого уровня агрохимических показателей и их повышение только на землях с низкими запасами элементов питания. В какой-то мере такая система способствует и выравниванию агрохимической пестроты между полями. Рациональное использование удобрений сегодня является одним из важных факторов оздоровления и стабилизации экономического состояния хозяйств. Несмотря на высокую стоимость минеральных удобрений, их применение высоко рентабельно.

Применение минеральных удобрений в условиях хозяйств дает высокий агрономический и экономический эффект. Он особенно возрастает при возделывании сельскохозяйственных культур по интенсивным технологиям. Интенсивные технологии с агрономической стороны предусматривают: использование высококачественного семенного материала и сортов с высокой продуктивностью; выбор предшественника; внесение минеральных удобрений со сбалансированным соотношением в них элементов питания; интегрированную защиту растений; механизацию процессов возделывания и уборки. Интенсивная технология в расчете на единицу площади требует как минимум на 25–50 % больше затрат по сравнению с традиционной. В условиях дефицита минеральных удобрений особую актуальность приобретают вопросы повышения их окупаемости прибавкой урожая, а также оценка эффективности в условиях производства в количественном и стоимостном выражении. Для обеспечения высокой окупаемости удобрений необходимо максимальное насыщение севооборотов бобовыми культурами, которые обеспечивают получение высококачественных кормов и обогащение почвы азотом, а также вносят значительный вклад в азотное питание последующих сельскохозяйственных культур.

Определение эффективности удобрений в условиях производства является одним из важных критериев хозяйственной деятельности сельскохозяйственных предприятий.

Потенциал продуктивности растениеводческой отрасли в значительной степени определяется характером почвенного покрова, состоянием плодородия почв и уровнем применения минеральных и органических удобрений. Именно эти два

фактора имеют решающее значение в уменьшении зависимости урожайности сельскохозяйственных культур от неблагоприятных погодных условий.

В 1986–1992 г. в сельском хозяйстве республики ежегодно применялось 14,4 т/га органических и 259 кг/га д.в. минеральных удобрений (около 2 млн т д. в. в пересчете т.д. в расчете на всю площадь). Такие объемы внесения удобрений позволили практически удвоить плодородие почв и повысить продуктивность пашни до 42,8 ц к.ед./га. После 1992 г. и до 2002 г. объемы применения как минеральных, так и органических удобрений ежегодно сокращались. В результате снизился валовой сбор растениеводческой продукции. При недостаточных объемах внесения минеральных удобрений отмечается и косвенный ущерб в смежных отраслях сельскохозяйственного производства, в частности в животноводстве, связанный с недостаточным производством кормов, и, как следствие, снижением продуктивности скота.

Применение минеральных удобрений за период 2006–2010 гг. на почвах пахотных земель республики превысило самый эффективный период 1986–1990 гг. и в среднем составило 261 кг/га, что более чем на 100 кг/га (67 %) выше, чем в 2001–2005 гг. (156 кг/га). Объемы применения минеральных удобрений по областям увеличились на 77–114 кг/га (39–90 %) по сравнению с 2001–2005 гг. В четырех областях (Брестской, Гомельской, Гродненской и Минской) применяли удобрения в 2006–2010 гг. практически на одном уровне 270–276 кг/га. Максимальное количество NPK 302–307 кг/га было внесено в 2009 и 2010 годах в Брестской и Гомельской областях. В 2006–2010 гг. внесение удобрений в Витебской области увеличилось на 90 % по сравнению с 2001–2005 гг. и достигло величины 222 кг/га, однако, этот объем был минимальным по сравнению с другими областями. Если в 2001–2005 гг. разрыв между максимальным и минимальным внесением удобрений по областям составлял 80 кг/га, то в 2006–2010 гг. он уже сократился до 54 кг/га.

В период 2011–2013 гг. минеральные удобрения применяли практически на уровне 2009 и 2010 гг., а максимальное внесение NPK отмечено в 2011 г. (289–350 кг/га). При этом в Гомельской области было внесено 350 кг/га, что на 80 кг/га (30 %) больше, чем за период (2006–2010 гг.).

В среднем по республике за 2006–2010 гг. внесение азотных удобрений увеличилось на 53 % с максимальным ростом 70 и 67 % в Гомельской и Минской областях соответственно и минимальным – 20 % в Гродненской области. Однако в Гродненской области внесли максимальное количество азотных удобрений 106 кг на га пашни, а минимальное – 82 кг/га в Витебской.

За период 2006–2010 гг. внесение фосфорных удобрений во всех областях удвоилось от 20 до 44 кг/га (в 2,2 раза). Максимальное количество 49 кг/га фосфорных удобрений внесено в Гомельской и Минской областях, минимальное – 34 кг/га в Витебской. Однако в процентном отношении именно в этой области внесение фосфорных удобрений увеличилось больше всего – в 2,6 раза.

Максимальное количество азотных (100–119 кг/га), фосфорных (48–74 кг/га) и калийных удобрений (124–172 кг/га) было внесено в 2011 г. в Гомельской, Гродненской и Минской областях (табл. 1).

Внесение калийных удобрений в период (2006–2013 гг.) в Беларуси увеличилось на 40–100% и достигло уровня 111–142 кг/га. В Витебской области внесено

минимальное количество калийных удобрений 111 кг/га, однако по сравнению с 2001–2005 годами (53 кг/га) их объем удвоился. Максимальный объем калийных удобрений 142 кг/га внесен в Брестской области и 141 кг/га – в Гомельской.

Одной из проблем применения удобрений является их сбалансированность. Так, количество внесенных в 2011–2013 гг. в среднем по стране фосфорных удобрений в 2,2 и 2,8 раза меньше, чем азотных и калийных соответственно. По областям на долю азотных удобрений приходилось от 32 до 37%, фосфорных – 13–17, калийных – 46–53%. При этом в некоторых районах происходит нарушение соотношения элементов питания, при котором недостаток одного из элементов питания, чаще всего фосфора, компенсируется внесением другого элемента, в основном азота или калия.

В соответствии с Программой мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. для обеспечения бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель Беларуси потребность в органических удобрениях составляет 12,0 т/га, что в 1,3 раза выше, чем применялось в стране в 2010 г. [1]. Однако за последние три года (2011–2013 гг.) можно отметить некоторую тенденцию к росту применения органических удобрений с максимальным среднегодовым внесением по республике 10,3 т/га в 2011 г. В Брестской области в 2011, 2012, и 2013 гг. внесено 14,3, 14,5 и 15,0 т/га органических удобрений, что в 2–3 раза превышает этот показатель в Витебской области, где он минимальный и равен 7,1, 6,3 и 5,2 т/га.

За последние 18 лет максимальное количество органических удобрений по областям республики внесено в 2011 г. на уровне 7,1–14,3 т/га. При этом в большинстве административных областей (за исключением Брестской области) внесение органических удобрений ниже нормативов.

Внесение органических удобрений в почвы пахотных земель в среднем по республике после снижения в 1991–2006 гг. до 6,3 т/га увеличилось до 9,5–10,3 т/га. Максимальное количество органических удобрений 14,3–15,0 т/га внесено в Брестской и 11,6–12,2 т/га – в Гродненской области, минимальное – 5,2–7,1 т/га в Витебской и 8,5–9,0 т/га – в Могилевской. В Гродненской области в 2006–2010 гг. по сравнению с 2001–2005 гг. внесение органических удобрений сократилось на 0,8 т/га, но за последние три года увеличилось и достигло 12,0 т/га (табл. 1).

Для обоснования наиболее эффективных уровней применения удобрений и целенаправленного регулирования почвенного плодородия определяется баланс основных элементов питания. Показатели баланса отражают пути превращения и расхода элементов питания минеральных и органических удобрений, долю элементов питания, продуктивно используемую и отчуждаемую растениями из почвы и восполняемую за счет минеральных и органических удобрений. Баланс элементов питания в системе почва – растение – удобрение составляет часть общего процесса взаимодействия элементов и относится к малому биологическому круговороту. Его состояние оценивается по разности между суммарным количеством, поступившим в почву и отчуждаемым из нее. Величина потребления и потеря элементов питания зависит от гранулометрического состава и степени окультуренности почвы, вида, доз и сроков внесения удобрений, агротехнических приемов и других условий [2, 3].

Таблица 1

Внесение минеральных и органических удобрений под все сельскохозяйственные культуры на почвах пахотных земель Беларуси

Область	Год												
	1966–1970	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011	2012	2013	2011–2013
<i>НPK кг/га д.в.</i>													
Брестская	112	170	222	215	250	184	158	166	276	306	297	301	301
Витебская	88	156	208	198	240	157	119	117	222	293	241	250	261
Гомельская	98	163	219	225	286	189	171	162	270	350	319	321	330
Гродненская	93	157	211	230	270	211	170	197	274	310	293	292	298
Минская	104	168	224	224	265	178	142	156	270	327	286	243	285
Могилевская	89	154	207	203	252	155	144	140	252	289	269	257	272
Беларусь	97	161	215	216	259	177	149	156	261	313	283	274	290
<i>азотных</i>													
Брестская	27	47	62	67	78	54	51	63	98	100	109	102	104
Витебская	27	54	70	77	88	57	45	53	82	103	88	93	95
Гомельская	23	49	68	77	90	55	49	53	90	118	114	119	117
Гродненская	30	57	74	94	100	81	64	88	106	115	109	110	111
Минская	26	53	70	74	86	54	46	60	100	119	106	90	105
Могилевская	25	50	67	66	86	56	51	56	91	105	107	100	104
Беларусь	26	51	69	76	88	59	51	62	95	111	105	101	106
<i>фосфорных</i>													
Брестская	31	38	47	44	60	35	23	19	44	48	39	47	45
Витебская	28	39	44	41	57	31	17	13	34	66	38	41	48
Гомельская	31	38	47	47	76	46	31	26	49	60	56	55	57
Гродненская	25	33	39	41	61	37	21	23	42	57	46	45	49
Минская	31	37	47	47	67	38	20	20	49	74	51	38	54
Могилевская	29	38	48	49	68	34	22	20	47	50	46	39	45
Беларусь	30	38	45	45	65	37	22	20	44	60	46	44	50
<i>калийных</i>													
Брестская	57	85	113	104	112	94	84	88	136	158	149	152	153
Витебская	35	63	94	80	95	69	58	53	106	124	115	115	118
Гомельская	44	76	104	101	120	89	91	86	132	172	150	147	156
Гродненская	38	67	98	95	109	93	85	90	126	138	138	136	137
Минская	47	78	107	103	112	86	76	79	121	134	129	115	126
Могилевская	36	66	92	88	98	66	70	68	114	134	117	118	123
Беларусь	42	72	101	95	106	82	76	77	122	142	132	129	134
<i>органических удобрений, т/га (пашня)</i>													
Брестская	7,1	10,3	14,3	15,2	17,1	16,0	12,1	7,9	10,7	14,3	14,5	15,0	14,6
Витебская	6,2	8,8	11,7	12,6	12,9	9,0	5,0	3,3	4,5	7,1	6,3	5,2	6,2
Гомельская	8,0	11,1	14,7	14,5	15,5	12,2	7,6	6,0	7,4	9,7	8,8	8,3	8,9
Гродненская	7,4	9,6	12,3	12,7	14,0	12,8	11,2	11,0	10,2	12,2	12,2	11,6	12,0
Минская	9,4	11,4	13,4	14,2	15,9	12,8	8,2	6,3	8,7	10,3	10,2	9,3	9,9
Могилевская	6,5	8,2	10,5	10,7	11,5	8,6	5,5	3,7	5,4	9,0	8,5	8,8	8,8
Беларусь	8,0	9,9	12,8	13,3	14,4	11,6	8,1	6,3	8,0	10,3	9,9	9,5	9,9

Определение баланса азота в земледелии республики показало, что рост применения азотных удобрений, более эффективное их использование в период 1986–1990 гг. способствовало формированию положительного баланса в размере 23,8 кг/га. Сокращение объемов применения минеральных и органических удобрений в период 1991–2001 гг. привело к снижению баланса азота в 1996 г. до 3,8 кг/га, в 1991–1995 гг. – до 13,5 кг/га, в 1996–2000 гг. – до 14,2 кг/га. Баланс по азоту в среднем по стране в период 2006–2010 гг. составил 22,8 кг/га и изменялся в пределах 11,3–34,0 кг/га. Несмотря, на самое высокое применение азотных удобрений в Гродненской области, именно здесь баланс по азоту самый низкий 10,3 кг/га, а в 2007 и 2008 гг. даже отрицательный за счет самой высокой продуктивности сельскохозяйственных культур и большого выноса ими азота (табл. 2).

Таблица 2

Баланс элементов питания в почвах пахотных земель Республики Беларусь

Показатели	В среднем за год по периодам, кг/га									
	1966–1970	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2013
Приход с:	<i>баланс азота</i>									
минер.удобрениями	26	51	69	76	88	58,8	50,6	62	94,6	106
орг. удобрениями	20	24,5	32,5	33,2	48	38,5	26,7	20,8	26,3	35
семенами и осадками	6	6,5	7	8	8	13,9	13,9	13,9	13,9	12
биологический азот	7	9	10,5	12	13,2	12	13,1	19,3	17,4	17
Всего	59	91	119	129,2	157,2	123,2	104,3	116,4	152,3	170
Расход: вынос с урожаем	43	51,8	60,2	71,8	90	75,4	61,2	70,2	89,7	93
Потери: газообразные	11,5	18,8	25,4	27,2	34	24,9	19,3	20,8	30,2	35
выщелачивание	8	11	12	12,5	8,6	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
поверхностный смыв	4	6	7	7,8	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
Всего	66,5	87,6	104,6	118,7	133,4	109,9	90,1	100,6	129,5	138
Баланс	–7,5	3,4	14,4	10,6	23,8	13,3	14,2	15,8	22,8	31,5
Интенсивность баланса	89	104	114	109	118	112	116	116	117,8	122,7
Приход с:	<i>баланс фосфора</i>									
минер. удобрениями	30	38	45	45	65	36,6	22	20	44,4	50
орг. удобрениями	8,6	12,7	19,5	22,6	25,9	20,9	14,5	11,3	14,4	17,8
семенами и осадками	1,5	1,6	1,6	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,8
Всего	40,1	52,3	66,1	69,3	92,5	59,1	38,1	33,1	60,4	69,6
Расход: вынос с урожаем	17,6	22,4	24,8	25,4	34,2	28,7	23,3	26,8	34,1	35,6
поверхностный смыв	1,5	1,6	1,7	1,8	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Всего	19,1	24	26,5	27,2	34,4	28,9	23,5	27	34,4	35,8
Баланс	21	28,3	39,6	42,1	58,1	30,2	14,6	6,1	26,0	33,9
Интенсивность баланса	210	218	249	254	269	204	162	123	177,2	194,7

Показатели	В среднем за год по периодам, кг/га									
	1966–1970	1971–1975	1976–1980	1981–1985	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006–2010	2011–2013
Приход с:	<i>баланс калия</i>									
минер. удобрениями	39	72	101	85	106	82	76	75	122,0	134,3
орг. удобрениями	20	26	35,1	39,9	46,1	37,1	25,9	20,2	25,5	33,7
семенами и осадками	6	6	6	6,1	9,2	10,7	10,7	10,7	10,7	11,8
Всего	65	104	142,1	141	161,1	129,8	112,6	106,1	158,2	179,8
Расход: вынос с урожаем	43	54,4	66,2	77,7	94,2	79	64	73,6	93,9	97,8
выщелачивание	8	9	9,5	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7	9,7
поверхностный смыв	3	3,5	3,8	4	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
Всего	54	66,9	79,5	91,4	104,5	89,3	74,3	83,9	104,2	108,1
Баланс	11	37,1	62,6	49,6	56,6	40,5	38,3	22,2	54,0	71,7
Интенсивность баланса	120	155	179	154	154	145	152	126	152,6	166,3

Период химизации земледелия республики (1986–1990 гг.) характеризовался положительным балансом фосфора и калия в почвах пахотных земель. Максимальный баланс фосфора в 1986–1990 гг. составил 58,1, калия – 56,6 кг/га (табл. 2). А интенсивность их соответственно 269 и 154 %, что было близко к оптимальным значениям, которые для производственных условий республики составляли для фосфора – 230–250, калия – 130–140 % [2, 3].

Положительный баланс по фосфору до 1986–1990 гг. возрастал за счет применения как минеральных, так и органических удобрений. Поступление фосфора с органическими удобрениями возросло до 25,9 кг/га, с минеральными – до 65 кг/га. Следует отметить, что баланс фосфора и калия за период 2006–2010 гг. увеличился в 4 и 2,5 раза соответственно по сравнению с 2001–2005 гг.

За последние три года (2011–2013) наблюдается тенденция роста баланса всех элементов питания по сравнению с периодом 2006–2010 гг. В среднем за три года и по республике положительный баланс по азоту увеличился на 9,1 кг/га, по фосфору – на 7,6 кг/га и по калию – на 15 кг/га. Однако, что касается областей, то надо отметить, что в Минской области в среднем за три года баланс азота и калия практически сохранился на уровне 2006–2010 гг. даже с некоторым снижением, положительный баланс фосфора увеличился на 3,9 кг/га. Больше всего положительный баланс по азоту, фосфору и калию увеличился в Гомельской области на 25,6, 10,9 и 30,8 кг/га соответственно. В Гродненской области положительный баланс по азоту увеличился на 2 кг/га, фосфору – на 7,8 кг/га и калию – на 10,9 кг/га. В остальных областях за последние три года (2011–2013) положительные балансы по азоту, фосфору и калию увеличились на 6–12 кг/га (табл. 3).

Интенсивность баланса – отношение поступления элементов питания к выносу их урожаем и выражается в виде процентов или коэффициентов. Величина интенсивности менее 100 % характеризует дефицитный, на уровне 100 % – бездефицитный нулевой или поддерживающий баланс, а более 100 % – положительный.

Таблица 3

Баланс элементов питания в почвах пахотных земель Республики Беларусь

Область	В среднем за год и по периодам, кг/га													
	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006	2007	2008	2009	2010	2006–2010	2011	2012	2013	2011–2013
баланс азота														
Брестская	12,3	9,9	13,3	12,7	38,2	22,6	10,5	29,8	39,0	28,0	40,5	37,7	43,0	40,4
Витебская	39,9	16,4	13,4	16,5	32,6	6,3	10,9	38,9	43,2	26,4	37,5	30,5	37,1	35,1
Гомельская	23,4	12,5	16,8	18,4	27,5	21,0	20,1	26,1	48,8	28,7	53,8	52,3	56,8	54,3
Гродненская	18,6	19,2	14,3	18,8	25,4	–7,1	–9,0	27,1	16,5	10,6	18,5	5,7	13,5	12,6
Минская	19,1	10,2	11,6	14,0	23,4	22,2	10,5	32,6	29,5	23,6	33,6	21,3	12,6	22,5
Могилевская	25,2	12,7	16,3	14,3	21,7	7,3	8,5	17,6	31,0	17,2	10,2	32,2	32,8	25,0
Беларусь	23,8	13,5	14,2	15,8	26,0	16,3	11,0	25,2	33,8	22,5	36,2	27,4	31,0	31,6
баланс фосфора														
Брестская	53,9	32,9	17,0	5,5	30,9	29,4	14,2	36,1	41,3	30,4	41,0	28,6	41,1	37,0
Витебская	55,0	23,6	8,2	–1,9	18,1	6,2	2,7	22,6	32,8	16,5	50,2	23,2	26,5	33,3
Гомельская	70,1	41,5	24,9	16,2	38,1	30,7	27,6	35,5	45,1	35,4	49,2	45,4	44,3	46,3
Гродненская	47,9	26,4	11,7	7,0	29,7	5,6	9,0	27,4	20,4	18,4	35,4	20,9	22,4	26,2
Минская	59,5	32,0	13,1	5,4	21,7	36,0	17,6	38,8	37,9	30,4	54,4	30,4	18,1	34,3
Могилевская	59,8	25,5	13,2	4,6	27,7	15,7	19,7	27,2	34,0	24,9	23,8	27,6	23,1	24,8
Беларусь	58,1	30,2	14,6	6,1	27,0	22,9	15,8	30,3	35,0	26,2	44,3	28,5	28,8	33,8
баланс калия														
Брестская	60,5	55,2	49,5	33,9	70,7	61,7	56,8	97,3	110,6	79,4	114,2	95,6	110,2	106,6
Витебская	62,9	29,2	22,2	3,4	42,1	27,1	25,4	77,0	76,6	49,4	67,6	62,7	65,2	65,2
Гомельская	70,7	49,5	57,7	43,7	71,8	64,6	56,2	81,9	119,4	78,4	123,4	103,4	100,9	109,2
Гродненская	43,5	36,9	38,3	23,3	49,4	16,2	12,8	67,3	64,3	41,4	56,9	47,2	52,9	52,3
Минская	59,4	42,4	39,4	26,3	50,1	54,0	33,2	71,4	69,1	54,8	61,9	54,4	43,7	53,3
Могилевская	51,2	22,9	32,8	16,1	44,6	32,7	33,1	45,3	68,2	43,8	45,9	51,2	58,7	52,0
Беларусь	56,6	38,8	38,3	22,3	54,6	45,7	34,8	67,9	86,4	56,7	80,0	65,5	69,5	71,7

В 2006–2013 гг. интенсивность баланса азота, фосфора и калия больше 100 %, что свидетельствует о положительном балансе элементов питания и надо отметить, что за эти годы практически во всех областях она увеличивалась по годам и в среднем за период. Больше всего за 2006–2013 гг. увеличилась интенсивность баланса фосфора на 38–117 %, а по областям на 38 % в Гродненской области и на 117 % в Витебской. Интенсивность баланса азота за этот же период в Гродненской области стала на 3% ниже, а в Минской увеличилась на 25 % и на 26 % в Брестской области. Интенсивность баланса калия увеличилась на 12 % в Минской области до 70 % в Витебской (табл. 4).

Таблица 4

**Интенсивность баланса элементов питания в почвах пахотных земель
Республики Беларусь**

Область	В среднем за год и по периодам, кг/га												
	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006	2007	2008	2009	2010	2006–2010	2011	2012	2013
<i>интенсивность баланса азота</i>													
Брестская	159	103	113	112	131	117	107	121	128	121	129	125	131
Витебская	193	111	118	118	134	106	110	138	143	126	131	128	136
Гомельская	160	106	120	120	127	120	116	119	145	126	142	143	148
Гродненская	176	110	112	110	117	95	95	117	111	107	111	103	108
Минская	159	104	113	113	119	117	107	124	122	118	122	114	109
Могилевская	177	107	121	114	120	106	106	113	125	114	106	124	125
Беларусь	170	107	116	114	122	113	108	118	127	118	126	119	123
<i>интенсивность баланса фосфора</i>													
Брестская	161	201	162	124	204	188	136	199	219	187	219	175	219
Витебская	208	194	142	102	172	121	108	187	233	160	265	183	203
Гомельская	216	248	218	161	252	215	183	202	281	222	263	261	262
Гродненская	175	176	138	118	176	113	117	165	148	142	178	143	149
Минская	167	204	155	124	167	202	142	210	209	185	236	174	147
Могилевская	213	200	164	125	197	149	153	175	207	175	154	178	169
Беларусь	184	204	162	127	190	169	140	183	209	176	223	177	184
<i>интенсивность баланса калия</i>													
Брестская	202	156	159	140	178	161	148	189	205	176	210	183	205
Витебская	194	137	136	106	154	130	127	196	199	159	173	173	182
Гомельская	201	156	184	163	190	177	155	177	248	187	232	217	222
Гродненская	195	136	140	122	142	113	108	153	149	132	142	133	139
Минская	193	145	153	133	151	151	127	167	162	151	152	145	138
Могилевская	188	129	150	124	151	134	130	142	166	144	135	148	158
Беларусь	197	143	152	131	159	145	129	162	182	154	173	159	167

Продукционная способность сельскохозяйственных земель или их плодородие является основным фактором, обуславливающим ведение сельского хозяйства на современном уровне. Под современным уровнем ведения сельского хозяйства понимается использование агротехнологий, обеспечивающих получение растени-

еводческой продукции высокого качества, с низкой себестоимостью и максимально возможным уровнем рентабельности при условии сохранения или повышения плодородия почв.

Под научно-методическим руководством Института почвоведения и агрохимии с 1970 г. в республике проводится постоянный мониторинг за состоянием плодородия почв. Если в период с 1992 по 1997 гг. в результате снижения объемов внесения минеральных и органических удобрений произошел определенный спад по содержанию в почвах фосфора и калия, то в последние годы отмечаются устойчивые положительные тенденции как в объемах применения удобрений, так и изменении агрохимических показателей плодородия почв.

В настоящее время, по данным крупномасштабного агрохимического обследования почв (12 тур) средневзвешенный показатель кислотности (pH_{KCl}) почв пахотных земель составляет 5,89, средневзвешенное содержание гумуса – 2,23 %, подвижного калия – 206 мг/кг, фосфора – 191 мг/кг. По отношению к предыдущему туру произошло уменьшение содержания гумуса на 0,01% (2,25 %), увеличение содержания калия на 15 мг/кг и фосфора – на 12 мг/кг почвы [4, 5]. На 56 % пашни достигнут оптимальный уровень обеспеченности подвижными формами калия. Содержание калия и фосфора в почвах пахотных земель во всех областях на 1–20 и 1–38 мг/кг почвы соответственно и республике в целом повысилось на 15 и 12 мг/кг почвы (табл. 5).

Таблица 5

Динамика агрохимических показателей пахотного слоя почв Республики Беларусь за 11–12 туры (на 1.01. 2013 г.)

Область	Балл пашни	Показатель											
		Гумус, %			P ₂ O ₅			K ₂ O			pH		
		2009–2012 г.	2005–2008 г.	±	мг/кг почвы						2009–2012 г.	2005–2008 г.	±
					2009–2012 г.	2005–2008 г.	±	2009–2012 г.	2005–2008 г.				
Брестская	31,9	2,46	2,45	0,01	156	156	0	181	180	1	5,83	5,79	0,04
Витебская	26,6	2,49	2,47	0,02	180	171	9	190	170	20	6,09	6,12	–0,03
Гомельская	30,1	2,29	2,27	0,02	225	225	0	217	205	12	5,90	5,89	0,01
Гродненская	34,4	1,87	1,97	–0,10	203	165	38	194	175	19	5,84	5,86	–0,02
Минская	32,8	2,35	2,35	0	175	174	1	234	214	20	5,78	5,83	–0,05
Могилевская	32,3	1,92	1,94	–0,02	214	189	25	210	196	14	5,92	6,03	–0,11
Беларусь	31,2	2,23	2,24	–0,01	191	179	12	206	191	15	5,89	5,91	–0,02

Оптимальное значение показателя кислотности для почв пахотных земель дифференцируется в зависимости от гранулометрического состава и составляет в целом по республике pH_{KCl} 6,0–6,2. В почвах районов, загрязненных стронцием-90, где кальций является наиболее существенным антагонистом этого элемента, кислотность почв доведена до оптимальных значений. Можно считать, что в настоящее время достигнута нижняя граница оптимального показателя и задача состоит в том, чтобы поддерживать его на достигнутом уровне.

Высокая продукционная способность пахотных земель, основанная на положительном балансе основных элементов питания, обеспечивает получение стабильных урожаев. Применение минеральных удобрений на уровне 250–300 кг д.в. на га пахотных земель, на фоне интегрированной защиты растений, является одним из необходимых условий производства конкурентоспособной продукции на внешнем рынке.

Степень окультуренности почв и количество применяемых удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур является решающим фактором формирования урожайности при неблагоприятных погодных условиях.

С 2002 г. имеет место увеличение объемов применения как минеральных, так и органических удобрений и, как следствие, – рост продуктивности сельскохозяйственных культур (табл. 1, 6).

В 2006–2010 гг. в среднем по административным областям и по стране получена продуктивность на уровне 34,5–56,0 ц к.ед./га, что ниже, чем в 2009 и 2008 гг., но, практически, на уровне 1986–1990 гг., когда была получена самая высокая продуктивность сельскохозяйственных культур. Самая низкая продуктивность сельскохозяйственных культур как по годам, так и в среднем 34,5 ц к.ед./га за период 2006–2010 гг. и 33,4 ц к.ед./га за последние три года получена в Витебской области. В этой же области применяют самые низкие объемы минеральных и органических удобрений. В Гродненской области в 2007–2013 годах продуктивность сельскохозяйственных культур формировалась выше 50–60 ц к.ед./га. В Минской области за период 2006–2013 гг., только в 2008 и 2012 гг. продуктивность сельскохозяйственных культур формировалась выше 50 ц к.ед./га – 52,0 и 50,4 ц к.ед./га соответственно, в остальные годы она изменялась в пределах 40,3–49,5 ц к.ед./га и в среднем за последние три года она увеличилась на 4,2 ц к.ед./га по сравнению с 2006–2010 гг. В Гомельской области продуктивность сельскохозяйственных культур за последние три года выросла на 4 ц/га, а в среднем по Беларуси – на 2,1 ц/га (табл. 6).

Таблица 6

**Продукционная способность пахотных земель Республики Беларусь
в 1986–2013 гг., ц/га к. ед.**

Область	Год													
	1986–1990	1991–1995	1996–2000	2001–2005	2006	2007	2008	2009	2010	2006–2010	2011	2012	2013	2011–2013
Брестская	48,0	40,8	33,9	35,7	37,0	41,7	49,0	45,5	43,4	43,3	43,3	47,7	43,2	44,7
Витебская	33,0	31,0	23,9	27,7	30,8	36,3	38,9	36,2	30,2	34,5	38,6	30,1	31,6	33,4
Гомельская	44,1	35,0	26,3	27,8	31,3	33,2	41,6	40,3	31,3	35,5	42,6	41,8	34,2	39,5
Гродненская	49,6	43,2	38,4	46,3	48,4	53,2	67,0	58,9	52,4	56,0	57,6	60,6	56,4	58,2
Минская	46,7	37,9	29,1	33,8	40,3	43,6	52,0	46,2	43,1	45,0	49,5	50,4	47,7	49,2
Могилевская	37,6	31,5	25,2	29,5	35,4	39,8	45,7	44,3	39,3	40,9	46,6	43,4	41,4	43,8
Беларусь	42,8	35,9	29,1	33,4	37,4	41,5	49,2	45,1	40,0	42,6	45,8	46,0	42,4	44,7

ВЫВОДЫ

1. Применение минеральных удобрений за период 2006–2013 гг. на почвах пахотных земель Беларуси превысило самый эффективный период 1986–1990 гг. и в среднем составило 261–290 кг/га, что более чем на 100–134 кг/га (67–86 %) выше, чем в 2001–2005 гг. (156 кг/га) и объемы применения по областям увеличились на 77–114 кг/га (39–90 %).

2. Баланс по N в среднем по стране в 2006–2010 гг. составил 22,8 кг/га и изменялся в пределах 11,3–34,0 кг/га. В 2011–2013 гг. баланс по N несколько увеличился в основном за счет применения минеральных и органических удобрений и составил 27,4–36,2 кг/га. Положительный баланс по P_2O_5 и K_2O за период 2006–2010 гг. увеличился в 4 и 2,5 раза соответственно по сравнению с 2001–2005 гг. За 2011–2013 гг. наблюдается тенденция роста баланса всех элементов питания по сравнению с 2006–2010 гг. В среднем за три года и по республике баланс по N увеличился на 9,1 кг/га, по P_2O_5 – на 7,6 кг/га и по K_2O – на 5 кг/га.

3. В Гродненской области самый низкий баланс по азоту 10,3 кг/га, а в 2007 и 2008 гг. даже отрицательный за счет самой высокой продуктивности сельскохозяйственных культур и большого выноса ими азота. В Минской области в 2011–2013 гг. баланс N и K_2O сохранился на уровне 2006–2010 гг. и даже с некоторым снижением, а положительный баланс P_2O_5 увеличился на 3,9 кг/га. Больше всего баланс по N, P_2O_5 и K_2O увеличился в Гомельской области на 25,6, 10,9 и 30,8 кг/га соответственно. В Гродненской области баланс по N увеличился на 2 кг/га, P_2O_5 – на 7,8 кг/га и K_2O – на 10,9 кг/га. В остальных областях за 2011–2013 гг. балансы по N, P_2O_5 и K_2O увеличились на 6–12 кг/га.

4. В 2006–2010 гг. в среднем по областям и стране получена продуктивность 34,5–56,0 ц к.ед./га, что ниже, чем в 2009 и 2008 гг., но на уровне 1986–1990 гг., когда была получена самая высокая продуктивность сельскохозяйственных культур. Самая низкая продуктивность культур как по годам, так и в среднем 34,5 ц к.ед./га за период 2006–2010 гг. и 33,4 ц к.ед./га за последние три года в Витебской области, в которой применяют самые низкие объемы минеральных и органических удобрений. В Гродненской области в 2007–2013 гг. продуктивность культур формировалась выше 50–60 ц к.ед./га. В Минской области за период 2006–2013 гг., только в 2008 и 2012 годах продуктивность культур выше 50 ц к.ед./га – 52,0 и 50,4 ц к.ед./га соответственно, в остальные годы она изменялась в пределах 40,3–49,5 ц к.ед./га.

5. Применяемый в 2006–2013 гг. в республике уровень фосфорных (44–60 кг/га) и калийных (122–134 кг/га) удобрений при положительном балансе P_2O_5 (26–44 кг/га) и K_2O (54–80 кг/га) позволил поддержать достигнутое ранее содержание фосфора и калия в почве при увеличении показателей на 12 и 15 мг/кг почвы соответственно.

6. Применение органических удобрений на уровне 4,5–9,9 т/га недостаточно для формирования бездефицитного баланса гумуса в почвах пахотных земель. Необходим комплекс мероприятий по его поддержанию.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Программа мероприятий по сохранению и повышению плодородия почв в Республике Беларусь на 2011–2015 гг. / В.Г. Гусаков [и др.]; под ред. В.Г. Гусако-

ва. – НАН Беларуси, МСХПРБ, Госкомимущества, Ин-т почвоведения и агрохимии; 2010. – 106 с.

2. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 390 с.

3. Методика расчета баланса элементов питания в земледелии Республики Беларусь / Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2007. – 24 с.

4. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И.М. Богдевич [и др.]; под ред. И.М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2006. – 288 с.

5. Агрохимическая характеристика почв сельскохозяйственных земель Республики Беларусь / И.М. Богдевич [и др.]; под общ. ред. И.М. Богдевича. – Минск: Ин-т почвоведения и агрохимии, 2012. – 276 с.

FERTILISATION AND NITROGEN, PHOSPHORUS AND POTASSIUM BALANCE IN ARABLE SOILS OF BELARUS

V.V. Lapa, N.N. Ivakhnenko

Summary

The data of results of fertilization in Belarus accumulated during 1966–2013 as well as nitrogen, phosphorus and potassium balances were discussed in the paper. The comparison of fertility status changes (12–15 monitoring investigation) with regard to previous monitoring data was presented. The system of soil liming and phosphorus and potassium fertilization in 2006–2013 permit to support reached earlier soil acidity level and phosphorus and potassium content in arable soils.

Поступила 24.11.14