

В.М.Босак, дацэнт, кандыдат сельскагаспадарчых навук

НДДП "Інстытут глебазнаўства і аграхіміі"

УДК 631.8:633.1:631.445.2

Уплыў працяглага прымянення ўгнаенняў у збожжавым севазвароце на баланс элементаў жыўлення і іх дынаміку ў дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе

Среднегодовое применение азотных удобрений $N_{62,90}$ на фоне 16 т/га навоза и $P_{60}K_{104}$ на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве формировало продуктивность зернового севооборота картофель – ячмень – овес – горохо-овсяная смесь – озимая пшеница на уровне 76-80 ц/га к. ед. при максимальных показателях агрономической, энергетической и экономической эффективности. При этом был обеспечен благоприятный баланс азота и положительный баланс фосфора и калия.

На хорошо окультуренных почвах с высоким содержанием подвижных форм фосфора и калия дозы минеральных фосфорных и калийных удобрений целесообразно вносить из расчета 100% интенсивности их баланса.

Эфектыўнае прымяненне ўгнаенняў з'яўляецца адной з галоўных задач земляробства. Навукова распрацаваная сістэма ўгнаення павінна забяспечваць высокую ўраджайнасць сельскагаспадарчых культур пры добрых паказчыках якасці прадукцыі, захаванне і дыферэн-

The average annual application of nitrogen fertilizers $N_{62,90}$ on the background of 16 t/ha of manure and $P_{60}K_{104}$ on sody-podzolic light loamy soils ensures the productivity of the grain crop rotations (potatoes – barley - oats-pea mixture – winter wheat) at the level of 7,6-8,0 t/ha per unit with maximum agronomic, energetic and economic efficiency. It also ensures good balance of nitrogen and positive balance of phosphorous and potassium.

On soils with the high content of mobile forms of phosphorous and potassium it is advisable to apply mineral phosphorous and potassium fertilizers on the basis of 100% intensity of their balance.

цыраванае павелічэнне ўрадлівасці глебы пры адпаведнасці нарматывам экалагічнай бяспекі аховы навакольнага асяроддзя.

У сельскай гаспадарцы Рэспублікі Беларусь прымяненне ўгнаенняў дасягнула значных паказчыкаў. Узровень

применения в 1986–1990 гг. на ворных землях (перыяд максімальнага ўжывання сродкаў хімізацыі) арганічных угнаенняў склаў 14,4 т/га, мінеральных — 259 кг/га NPK, што забяспечыла 56% ураджаю. Інтэнсіўнае выкарыстанне ўгнаенняў дазволіла значна павялічыць аграхімічны паказчык глебавай урадлівасці. Так, за перыяд з 1970 па 1998 г. сярэдняе ўзважанае ўтрыманне рухомага фосфару на ворных глебах узрасло з 77 да 188, калію — з 67 да 175 мг/кг глебы, гумусу — з 1,70 да 2,27%, а колькасць кіслых глебаў з $r_{H_{KCl}}$ меней 5,0 паменшылася з 66,8 да 7,3%. На сучасны момант 58,1% ворыва мае ўтрыманне рухомага фосфару болей 150 мг/кг (23,9% > 250 мг/кг), 33,3% — болей 200 мг/кг рухомага калію, 62,5% — болей 2,0% гумусу, 81,2% — $r_{H_{KCl}}$ болей 5,5, што адпавядае аптымальным параметрам аграхімічных паказчыкаў урадлівасці глебы [1, 2].

Узровень прымянення ўгнаенняў у севазваротах, забяспечваючых аптымальную прадукцыйнасць і спрыяльны баланс элементаў жыўлення, з'яўляецца важным нарматыўным матэрыялам пры распрацоўцы мерапрыемстваў па захаванню і павелічэнню ўрадлівасці глебы. На добраакультураных глебах з высокім утрыманнем рухомага фосфару і калію значную ролю маюць азотныя ўгнаенні [1, 7, 8, 9].

Даследаванні па вывучэнню ўплыву працяглага прымянення ўгнаенняў на баланс элементаў жыўлення і іх дынаміку праводзіліся на працягу 1991–1997 гг. у збожжавым севазвароце (бульба – ячмень – авёс – гароха-аўсяная сумесь – азямая пшаніца) у працяглым палявым доследзе ў з/б “Курасоўшчына” Мінскага раёна на добраакультуранай дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе, якая развіваецца на магутным лёсападобным суглінку. Аграхімічныя ўласцівасці ворнага гарызонта даследуемай глебы характарызаваліся наступнымі паказчыкамі: $r_{H_{KCl}}$ 5,9–6,0, утрыманне P_2O_5 (0,2 n HCl, па Кірсанаву) —

280–311 мг/кг, K_2O (0,2 n HCl, па Кірсанаву) — 225–266 мг/кг глебы, гумусу — 1,7–1,8%, агульнага азоту — 0,11–0,13%. Схема доследу прадугледжвала разавое і дробнае ўнясенне розных доз азотных угнаенняў на фоне РК на планеўмы ўраджай і 16 т/га саломістага гною буйной рагатай жывёлы, які ўносілі пад бульбу (60 т/га) і ў занятым папары пад гароха-аўсяную сумесь (20 т/га — з разліку яго дзеяння і паслядзеяння на азімулю пшаніцу).

У цэлым за гады даследаванняў найбольш значны ўплыў на прадукцыйнасць збожжавага севазвароту аказалі азотныя ўгнаенні. Штогадовае выкарыстанне N_{62-118} забяспечыла прадукцыйнасць 76–80 ц/га к. адз. пры прыбаўцы ад унясення азоту 16,5–20,1 ц/га к. адз. (табл. 1).

Прымяненне N_{34} забяспечвала меншую прадукцыйнасць культур севазвароту (прыбаўка 10,9 ц/га к. адз.), аднак аплата 1 кг азоту, які энергааддача яго прымянення былі максімальнымі — адпаведна 32,1 к. адз. і 1,59 адз. [3]. Акупаемасць 1 кг азоту пры N_{62} была некалькі меншай і складала 27,4 к. адз., энергааддача — 1,46 адз., аднак энергааддача поўнага мінеральнага ўгнаення на гэтым варыянце была максімальнай — 1,32 адз. пры акупаемасці 1 кг NPK 9,8 к. адз.

Павелічэнне доз азоту да N_{90} некалькі зменшыла паказчыкі акупаемасці і энергетычнай эфектыўнасці, але забяспечыла максімальны чысты даход і рэнтабельнасць ад ўнясення мінеральных угнаенняў — адпаведна 106 \$/га і 149%. Найбольшы выхад сырога бялку за севазварот атрыманы таксама пры дробным унясенні N_{90} — 6,6 ц/га. Пры гэтым аплата бялком як азотнага, так і поўнага мінеральнага ўгнаення таксама была максімальнай — адпаведна 2,7 і 1,1 кг. Разавое і дробнае ўнясенне N_{118} не спрыяла павелічэнню прадукцыйнасці збожжавага севазвароту і было энергетычна неэтазгодным.

Эфектыўным аграхімічным прыёмам пры вырошчванні культур збожжавага севазвароту з'яўлялася выка-

Табліца 1. Эфектыўнасць мінеральных угнаенняў у збожжавым севазвароце на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе

Варыянт	Севазварот, ц/га к. адз.	Прыбаўка, ц/га к. адз.	Збор бялку, ц/га	Аплата, к. адз.		Энергааддача, адз.		Эканамічная эфектыўнасць	
				кг N	кг NPK	N	NPK	чысты даход, \$/га	рэнтабельнасць, %
Кантроль	45,0	-	3,0						
Гной, 16 т/га	54,5	-	3,8	-	-	-	-	-	-
$P_{60}K_{104}$	59,7	-	4,2	-	-	-	0,99	6,7	23
$N_{34}P_{60}K_{104}$	70,6	10,9	5,1	32,1	8,1	1,59	0,96	62,0	122
$N_{62}P_{60}K_{104}$	76,7	17,0	5,7	27,4	9,8	1,46	1,32	92,1	145
$N_{62}P_{60}K_{104}$	76,2	16,5	5,8	26,6	9,6	1,43	1,30	89,4	143
$N_{90}P_{60}K_{104}$	78,0	18,3	6,4	20,3	9,3	1,21	1,16	96,3	141
$N_{90}P_{60}K_{104}$	79,8	20,1	6,6	22,3	10,0	1,29	1,22	106,0	149
$N_{118}P_{60}K_{104}$	78,0	18,3	6,5	15,5	8,3	0,99	1,01	93,4	131
$N_{118}P_{60}K_{104}$	77,0	17,3	6,4	14,7	8,0	0,97	0,98	88,0	127
HCP_{05}	1,9								

Заўвага. * — дробнае ўнясенне азотных угнаенняў

Таблица 2. Сярэднегадавы баланс элементаў жыўлення ў пяццпольным збожжавым севазвароце на дзярнова-падзолістай лёгкасулінкавай глебе

Варыянт	Азот		Фосфар		Калій	
	Баланс, ±	ІБ*, %	Баланс, ±	ІБ, %	Баланс, ±	ІБ, %
Без угнаенняў	-34	60	-29	5	-46	54
Гной, 16 т/га	+14	112	+15	116	+30	124
P ₆₀ K ₁₀₄	+10	108	+62	275	+116	177
N ₃₄ P ₆₀ K ₁₀₄	+19	112	+56	221	+94	153
N ₆₂ P ₆₀ K ₁₀₄	+26	115	+53	204	+77	139
N ₆₂ (дробна)P ₆₀ K ₁₀₄	+26	115	+53	206	+74	137
N ₉₀ P ₆₀ K ₁₀₄	+35	117	+51	196	+59	127
N ₉₀ (дробна)P ₆₀ K ₁₀₄	+29	114	+50	194	+49	122
N ₁₁₈ P ₆₀ K ₁₀₄	+49	123	+51	198	+50	122
N ₁₁₈ (дробна)P ₆₀ K ₁₀₄	+51	124	+51	198	+51	123

Заўвага. * — ІБ — інтэнсіўнасць балансу

рыстанне арганічных угнаенняў. Дзеянне і паслядзеянне саломістага гною буйной рагатай жывёлы (за севазварот 80 т/га, сярэднегадавая нагрузка 16 т/га) забяспечылі дадатковы збор 9,5 ц/га к. адз. Аплата 1 т гною склала пры гэтым 59,4 к. адз, а энергааддача ад яго прымянення — 1,99 адз.

Штогадовае прымяненне фосфарных і калійных угнаенняў у дозах P₆₀K₁₀₄ на фоне 16 т/га гною забяспечыла прыбаўку прадукцыйнасці збожжавага севазвароту 5,2 к. адз., аднак характарызавалася невысокімі энергетычнымі паказчыкамі іх выкарыстання. Да таго ж, унясенне фосфарных і калійных угнаенняў забяспечыла высокастаноўчы баланс гэтых элементаў — інтэнсіўнасць балансу фосфару склала каля 200%, калію — 130%, што для добраакультураных глебаў з высокімі паказчыкамі ўтрымання рухомах формаў фосфару і калію з'яўлялася празмерным (табл. 2).

Прымяненне даследуемых доз фосфару і калію на фоне 16 т/га гною прывяло таксама да далейшага наза-

пашвання рухомах формаў гэтых элементаў у ворным гарызонце — адпаведна 53-83 і 27-67 мг/кг за ратаццю пяццпольнага севазвароту (табл. 3). Пры гэтым павелічэнне ўтрымання рухомага фосфару ў ворным гарызонце назіралася нават на кантрольным варыянце з адмоўным яго балансам.

Аб даленай заканамернасці гаворыць шэраг айчын-ных і замежных даследчыкаў, якія адзначаюць павелічэнне ўтрымання рухомага фосфару ў глебе з ростам яе акультуранасці [4], а таксама здольнасцю пры гэтым да пераходу цяжкарастваральных фасфатаў у больш даступныя іх формы [5, 10, 11, 12]. Дэталёвы аналіз фосфарнага рэжыму ворнага гарызонту пацвердзіў гэтыя меркаванні (табл. 4). На варыянце з адмоўным балансам фосфару пры павелічэнні ўтрымання лёгкарастваральных (0,5 n CH₃COOH — па Чырыкаву) і рухомах (0,2 n HCl — па Кірсанаву) фасфатаў за ратаццю збожжавага севазвароту адбылося зніжэнне ўтрымання цяжкарастваральных фасфатаў (0,5 n HCl — па Чырыкаву). Колькасць водара-

Таблица 3. Уплыў сістэмы ўгнаення на дынаміку аграхімічных уласцівасцей ворнага гарызонту дзярнова-падзолістай лёгкасулінкавай глебы ў збожжавым севазвароце

Варыянт	pH _{KCl}		P ₂ O ₅ , мг/кг		K ₂ O, мг/кг		Гумус, %	
	1990-1992	1995-1997	1990-1992	1995-1997	1990-1992	1995-1997	1990-1992	1995-1997
Кантроль	6,0	6,0	244	289	158	147	1,6	1,5
Гной, 80 т/га	6,0	6,0	262	314	200	206	1,7	1,7
P ₃₀₀ K ₅₂₀	6,0	6,0	290	357	266	317	1,8	1,8
N ₁₇₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,9	5,9	280	356	251	311	1,8	1,8
N ₃₁₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,9	5,9	286	369	244	309	1,8	1,8
N ₃₁₀ *P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,9	5,9	311	381	240	291	1,7	1,7
N ₄₅₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,9	5,9	289	354	225	274	1,8	1,8
N ₄₅₀ *P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,9	5,8	293	347	238	265	1,8	1,8
N ₅₉₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,9	5,7	292	363	234	282	1,8	1,8
N ₅₉₀ *P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,9	5,8	288	341	233	274	1,8	1,8

Заўвага. * — дробнае ўнясенне азотных угнаенняў

Таблица 4. Фосфатный режим ворнага гарызонту дзярнова-падзолістай лёгкасутлінкавай глебы ў збожжавым севазвароце

Варыянт	Формы фосфару ў ворным гарызонце, мг/кг глебы							
	водарастваральны 0,03 н K ₂ SO ₄		лёгкарастваральны 0,5 н CH ₃ COOH		рухомы 0,2 н HCl		цяжкарастваральны 0,5 н HCl	
	1990-1992	1995-1997	1990-1992	1995-1997	1990-1992	1995-1997	1990-1992	1995-1997
Кантроль	3,7	3,7	134	144	244	289	631	608
Гной, 80 т/га	3,9	4,4	134	158	262	314	662	768
P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,2	5,9	156	176	290	357	713	732
N ₁₇₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,3	6,3	160	183	280	356	682	745
N ₃₁₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,6	6,6	172	210	286	369	694	748
N ₃₁₀ *P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,1	6,2	178	202	311	381	659	716
N ₄₅₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	4,9	5,9	159	171	289	354	660	772
N ₄₅₀ *P ₃₀₀ K ₅₂₀	4,9	6,3	161	182	293	347	656	742
N ₅₉₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	5,1	6,2	173	195	292	363	635	731
N ₅₉₀ *P ₃₀₀ K ₅₂₀	4,8	6,1	169	184	288	341	630	694

стваральных фасфатаў (0,03 н K₂SO₄ — па Карпінскаму-Замяшнай) пры гэтым не змянілася. На варыянтах з прымяненнем арганічных і мінеральных угнаенняў назіралася назапашванне ўсіх форм фасфатаў у ворным гарызонце, у тым ліку і цяжкарастваральных. Агульнае ўтрыманне фосфару па Хейфец у даследуемай глебе знаходзілася ў межах 1045-1119 мг/кг.

Выключэнне з сістэмы угнаення мінеральнага калію прывяло да адмоўнага балансу гэтага элемента за ратацью збожжавага севазвароту, а таксама да памяншэння ўтрымання формаў калію ў ворным гарызонце (водных — па Аляксандраву, рухомах (0,2 н HCl) — па Кірсанаву, абменных (1 н CH₃COONH₄) — па Маславай, неабменных (2 н HCl) — па Пчолкіну) (табл. 5). Выкарыстанне ў севазвароце толькі арганічных угнаенняў (80 т/га саломістага гною буйной рагатай жывёлы, ці 16 т/га сярэднегадавага прымянення), пры некаторым павелічэнні даступных формаў калію, зменшыла ўтрыманне неабменнага калію. Поўная аргана-мінеральная сістэма угнаення садзейнічала назапашванню (на варыянтах с невысокай прадукцыйнасцю і вынасам калію ўраджаем) усіх формаў калію; на варыян-

тах з максімальнай прадукцыйнасцю севазвароту, пры павелічэнні ўтрымання даступных формаў калію, колькасць неабменнага калію практычна не змянілася.

Спрыяльны баланс азоту ў збожжавым севазвароце забяспечваўся пры ўнясенні N₃₄₋₉₀. Павелічэнне азотнай нагрукі да N₁₁₈ павялічвала інтэнсіўнасць балансу азоту да 123-124%, што сведчыць аб непрадукцыйным выкарыстанні азоту ўгнаенняў і можа аказваць негатыўны ўплыў на навакольнае асяроддзе [6].

Даследуемая сістэма ўгнаенняў не аказала вызначанага ўплыву на дынаміку ўтрымання гумусу ў ворным гарызонце і змяненне кіслотнасці глебы.

Вывады

Сярэднегадавое выкарыстанне азотных угнаенняў N₆₂₋₉₀ на фоне 16 т/га гною і P₆₀K₁₀₄ на дзярнова-падзолістай лёгкасутлінкавай глебе забяспечыла прадукцыйнасць збожжавага севазвароту бульба - ямень - авёс - гароха-аўсяная сумесь - азімая пшаніца на ўзроўні 76-80 ц/га к. адз. пры максімальных паказчыках агрэнамічнай, энергетычнай і эканамічнай эфектыўнасці. Пры гэ-

Таблица 5. Калійны режим ворнага гарызонту дзярнова-падзолістай лёгкасутлінкавай глебы ў збожжавым севазвароце

Варыянт	Формы калію ў ворным гарызонце, мг/кг глебы							
	водны H ₂ O		рухомы 0,2 н HCl		абменны 1 н CH ₃ COONH ₄		неабменны 2 н HCl	
	1990-1992	1995-1997	1990-1992	1995-1997	1990-1992	1995-1997	1990-1992	1995-1997
Кантроль	27	23	158	147	170	163	290	271
Гной, 80 т/га	42	41	200	206	202	227	289	256
P ₃₀₀ K ₅₂₀	65	68	266	317	258	332	291	314
N ₁₇₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	58	65	251	311	249	328	296	302
N ₃₁₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	57	64	244	309	244	324	322	342
N ₃₁₀ *P ₃₀₀ K ₅₂₀	57	59	240	291	247	319	317	326
N ₄₅₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	54	54	225	274	232	307	319	314
N ₄₅₀ *P ₃₀₀ K ₅₂₀	53	52	238	265	234	296	307	305
N ₅₉₀ P ₃₀₀ K ₅₂₀	52	54	234	282	228	303	295	298
N ₅₉₀ *P ₃₀₀ K ₅₂₀	50	52	233	274	224	296	273	278

тым назіраўся спрыяльны баланс азоту і станоўчы баланс фосфару і калію.

На добраакультураных дзярнова-падзолістых лёгкасуглінкавых глебах з высокім утрыманнем рухомых формаў фосфару і калію дозы мінеральных фосфарных і калійных угнаенняў, для захавання ўрадлівасці глебы і павелічэння эфектыўнасці выкарыстання, метаэагодна ўносіць з разліку 100% інтэнсіўнасці іх балансу.

Літаратура

1. Богдевич И. М. Агрохимические пути повышения плодородия дерново-подзолистых почв: Дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / БелНИИПА. – Минск, 1993. – 73 с.
2. Богдевич И. М., Баращенко В. В., Очковская Л. В. Динамика агрохимических свойств пахотных почв Республики Беларусь // Почвенные исследования и применение удобрений. – Минск, БелНИИПА, 1999. – Вып. 25. – С. 3-16.
3. Василюк Г. В., Богдевич И. М., Клебанович Н. В. Методика определения энергетической эффективности применения минеральных, органических и известковых удобрений. – Минск, БелНИИПА, 1996. – 52 с.
4. Вильдфугл И. Р., Цыганов А. Р., Лапа В. В. Фосфор в почвах и земледелии Беларуси. – Минск: Хата, 1999. – 196 с.
5. Кобзаренко В. И. Изучение ресурсов фосфора и калия дерново-подзолистой почвы и возможностей их мобилизации в условиях стационарного полевого опыта // Развитие почвенно-экологических исследований. – Москва: МГУ, 1999. – С. 134-153.
6. Кореньков Д. А. Агроэкологические аспекты применения азотных удобрений. – Москва: Колос, 1999. – 296 с.
7. Кулаковская Т. Н. Оптимизация агрохимических систем почвенного питания растений. – Москва: Агропромиздат, 1990. – 219 с.
8. Лапа В. В. Ресурсосберегающие системы удобрений сельскохозяйственных культур на дерново-подзолистых почвах: Автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / БелНИИПА. – Минск, 1995. – 36 с.
9. Семененко Н. Н., Невмержицкий Н. В. Азот в земледелии Беларуси. – Минск: Хата, 1997. – 196 с.
10. Beschow H., Gransee A., Merbach W. Nährstoffdynamik im Verlauf der Bodenbildung auf Lösssubstrat // UFZ-Bericht. – 1999. – № 24. – S. 203-206.
11. Schweitzer K., Pagel H. Einfluß langjährig unterschiedlicher Düngung auf die P-Fractionen und die P-Sorption im Boden // UFZ-Bericht. – 1999. – № 24. – S. 229-232.
12. Spiegel H., Lindenthal Th. Auswirkungen unterschiedlicher P-Düngerformen und -mengen auf P-Bilanzen, $P_{CAL/DL}$ -Gehalte im Boden und auf den Ertrag (Ergebnisse von drei 40jährigen Dauerversuchen in Österreich) // UFZ-Bericht. – 1999. – № 24. – S. 107-110.