

М. М. ЦЫБУЛЬКА, М. М. СЕМЯНЕНКА, В. І. САРОКА

АГРАНАМІЧНАЯ І ЭНЕРГЕТЫЧНАЯ ЭФЕКТЫЎНАСЦЬ ВЫКАРЫСТАННЯ МІНЕРАЛЬНЫХ УГНАЕННЯЎ ПАД АЗІМАЕ ЖЫТА

Мінеральныя ўгнаенні вызначаюць якасны ўзровень і эфектыўнасць сучаснага земляробства. Аднак хімізацыя земляробства мае часта эктэнсіўны характар, а стратэгія дасягнення максімальнага або «плануемага» ўраджаю засноўваецца звычайна на неабходнасці пастаяннага павелічэння нормаў угнаенняў. Пры гэтым скачок у тэмпах унясення іх не суправаджаецца адпаведным удасканальваннем спосабаў выкарыстання, у выніку чаго не толькі абмяжоўвалася эфектыўнасць угнаенняў, але і ўзніклі перадумовы сур'ёзнага пагаршэння экалагічнага становішча ў раёнах інтэнсіўнай сельскагаспадарчай вытворчасці.

У сучасных умовах у сувязі з ростам кошту мінеральных угнаенняў пытанне павышэння эфектыўнасці іх выкарыстання набыло значную актуальнасць. Для вызначэння рацыянальнасці (мэтазгоднасці) тых або іншых тэхналагічных прыёмаў або спосабаў выкарыстання мінеральных угнаенняў у сусветнай практыцы побач з паказчыкамі агранамічнай ацэнкі (прыбаўка ўраджаю, акупнасць адзінкі ўнесеныя угнаенняў прыбаўкай прадукцыі) шырока выкарыстоўваецца энергетычны аналіз. Асноўнымі крытэрыямі энергетычнай ацэнкі ўжывання ўгнаенняў з'яўляюцца паказчыкі энергааддачы, або біяэнергетычны КПД, удзельныя энергетычныя затраты жывой працы, матэрыялаў, паліва, электраэнергіі, угнаенняў і інш. на адзінку ўраджаю, каэфіцыент энергетычнай эфектыўнасці новых і базавых варыянтаў па тэхналогіі выкарыстання ўгнаенняў і на яго аснове вызначэнне ўзроўню інтэнсіфікацыі [1—7]. У нашых даследаваннях вызначэнне энергетычнай эфектыўнасці мінеральных угнаенняў рабілася па метадыцы, распрацаванай у Беларускай НДІ глебазнаўства і аграхіміі [8].

Мэта даследаванняў — правесці агранамічную і энергетычную ацэнку эфектыўнасці розных дозаў і спосабаў выкарыстання мінеральных угнаенняў пад азімае жыта.

Даследаванні праводзілі ў 1991—1993 гг. на эксперыментальнай базе «Курасоўшчына» Мінскага раёна на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе. Аграхімічная характарыстыка глебы (Ав): гумус — 2,11—

2,19%; рН_{KCl} 6,05—6,20; агульны азот — 0,089—0,085%; P₂O₅ — 25,4—28,5 і K₂O — 15,3—18,0 мг/100 г глебы. Запас азоту ў слоі глебы 0—40 см: патэнцыйна засваяльнага — 156 кг/га, мінеральнага — 89 кг/га.

Вырошчвалі азімае жыта сорту Пухаўчанка. Уліковая плошча дзялянкі ў доследах 20 м². Дзеянне аднаразовага выкарыстання азоту вывучалі ў дыяпазоне дозаў ад 0 да 120 кг/га з шагам 40 кг на трох фонах фосфару і калію (P₄₀K₈₀ — фон 1, P₈₀K₁₂₀ — фон 2, P₁₂₀K₁₆₀ — фон 3). У якасці параўнання з аднаразовым унясеннем азотных угнаенняў і для праверкі іх эфектыўнасці ў схему доследу ўключаны варыянт, дзе азотныя ўгнаенні ўжывалі дробна, на аснове вынікаў глебай і расліннай дыягностыкі. Агульная доза ўнясення азоту вар'іравала па гадах ад 60 да 90 кг/га і ў сярэднім складала 75 кг/га.

Вынікі даследаванняў, падазеныя ў табл. 1, паказваюць, што пры ўраджайнасці азімага жыта 56,1 ц/га на кантролі выкарыстанне фосфарных і калійных угнаенняў павышала ўраджай збожжа на 5,7—7,1 ц/га (найменшая істотная рознасць роўная 4,1 ц/га). У залежнасці ад узроўню фосфарнага і калійнага жыўлення раслінаў прадукцыйнасць азімага жыта змянялася ад 61,8 да 63,2 ц/га, г. зн. у межах памылкі доследу. Гэта абумоўлена тым, што глеба доследнага ўчастка добра забяспечана рухомым фосфарам і абменным каліем. З павелічэннем дозаў выкарыстання фосфарных і калійных угнаенняў зніжаецца акупнасць іх атрыманай прадукцыяй (збожжа). Так, пры ўнясенні дозаў фосфару і калію ад нізкіх (P₄₀K₈₀) да высокіх (P₁₂₀K₁₆₀) аплата 1 кг угнаенняў збожжам памяншаецца ад 4,7 да 2,5 кг.

На блізкіх да аптымальных фонах фосфару і калію велічыня ўраджаю збожжавых культураў вызначаецца ў першую чаргу ўзроўнем азотнага жыўлення раслінаў на працягу вегетацыйнага перыяду. Нашы даследаванні пацвярджаюць гэта меркаванне і паказваюць, што за кошт азоту, які ўносіцца па фоне РК, можа фармавацца дадаткова ад 2,0 да 14,4 ц/га збожжа (26—69% прыбаўкі ад НРК). У залежнасці ад узроўню азотнага жыўлення ўраджайнасць азімага жыта вар'іравала ад 63,8 да 75,0 ц/га, а прыбаўкі ўраджаю змяняліся ад 2,0—5,0 да 11,3—12,5 ц/га.

Як адзначалася вышэй, аднабаковае павышэнне дозаў фосфару і ка-

Табліца 1. Агранамічная эфектыўнасць выкарыстання мінеральных угнаенняў пад азімае жыта

Варыянт доследу	Ураджай збожжа, ц/га	Прыбаўка ўраджаю, ц/га			Аплата 1 кг угнаенняў збожжам, кг		
		ад РК	ад N	ад НРК	РК	N ₄₀	НРК
1. Кантроль (без угнаенняў)	56,1	—	—	—	—	—	—
2. P ₄₀ K ₈₀ — фон 1	61,8	5,7	—	—	4,7	—	—
3. Фон 1 + N ₄₀	63,8	—	7,7	2,0	—	5,0	4,8
4. Фон 1 + N ₈₀	70,0	—	8,2	13,9	—	10,3	7,0
5. Фон 1 + N ₁₂₀	73,6	—	11,8	17,5	—	9,8	7,3
6. Фон 1 + N _{д(75)}	72,7	—	10,9	16,6	—	18,7	8,7
7. P ₈₀ K ₁₂₀ — фон 2	62,1	6,0	—	—	3,0	—	—
8. Фон 2 + N ₄₀	67,7	—	5,0	11,6	—	12,5	4,8
9. Фон 2 + N ₈₀	73,5	—	10,8	17,4	—	13,5	6,2
10. Фон 2 + N ₁₂₀	74,6	—	12,5	18,5	—	10,4	5,8
11. Фон 2 + N _{д(75)}	77,1	—	14,4	21,0	—	20,6	7,8
12. P ₁₂₀ K ₁₆₀ — фон 3	63,2	7,1	—	—	2,5	—	—
13. Фон 3 + N ₄₀	67,9	—	4,7	11,8	—	11,8	3,7
14. Фон 3 + N ₈₀	75,0	—	11,8	18,9	—	14,8	5,3
15. Фон 3 + N ₁₂₀	74,5	—	11,3	18,9	—	9,4	4,6
16. Фон 3 + N _{д(75)}	76,3	—	13,1	20,2	—	19,7	5,8
НІР ₀₅	4,1	—	—	—	—	—	—

З а ў в а г а. Азотныя ўгнаенні ўносілі: N₄₀, N₈₀, N₁₂₀ — у ранневеснавую падкормку азімага жыта; N_{д(75)} — дробна на падставе дыягностыкі (N₄₀₋₅₀ — у ранневеснавую падкормку + N₂₀₋₃₀ — у фазу канец кушчэння — пачатак трубкавання).

лію не садзейнічала прыкметнаму росту ўраджайнасці. Тым жа часам дзеянне азотных угнаенняў, асабліва нізкіх іх дозаў, у значнай ступені вызначасца ўзроўнем фосфарнага і калійнага жыўлення раслінаў. Так, унясенне 40 кг/га азоту ўгнаенняў на нізкім фоне РК ($P_{40}K_{80}$) павялічвала ўраджайнасць нязначна (прыбаўка 2,0 ц/га), а на больш высокіх узроўнях фосфарнага і калійнага жыўлення ($P_{80}K_{120}$ і $P_{120}K_{160}$) атрыманні верагодныя прыбаўкі ўраджаю збожжа адпаведна 5,0 і 4,7 ц/га.

Прырост ураджайнасці збожжа назіраўся пры павелічэнні дозаў уня-

Табліца 2. Энергетычная эфектыўнасць выкарыстання розных дозаў і стасункаў азотных, фосфарных і калійных угнаенняў

Варыянт доследу	Энергазатраты на прыбаўку, МДж/ц	Энергія ў прыбаўцы, МДж/га	Энергааддача, адзінка	Удзельныя энергазатраты, МДж/ц
1	—	—	—	—
2	2484	9553	3,85	436
3	6200	12905	2,08	805
4	10554	23296	2,21	759
5	14417	29330	2,03	823
6	10751	27822	2,59	648
7	3411	10057	2,95	569
8	7668	19442	2,54	661
9	11950	29162	2,44	687
10	15475	31006	2,00	836
11	12308	35196	2,86	586
12	4615	11900	2,58	650
13	8817	19777	2,24	747
14	13332	31676	2,38	705
15	16461	30838	1,87	895
16	13278	33855	2,55	657

сення азотных угнаенняў. Аднак верагодныя прыбаўкі збожжа адзначаюцца пры ўнясенні да 80 кг/га азоту на ўсіх фонах РК. Ужыванне N_{120} павышала ўраджайнасць толькі на фоне $P_{40}K_{80}$, а пры $P_{80-120}K_{120-160}$ назіраецца тэндэнцыя да зніжэння прадукцыйнасці за кошт палягання пасеваў.

Акупнасць азотных угнаенняў збожжам залежала ад дозаў іх ужывання і забяспечанасці раслінаў фосфарам і каліем. Самая высокая аплата 1 кг азоту ўгнаенняў пры аднаразовым іх унясенні атрымана ў варыянтах, дзе ўносілі 80 кг/га. З павышэннем узроўняў фосфарнага і калійнага жыўлення акупнасць павялічылася ад 10,3 да 14,8 кг збожжа. Трэба таксама адзначыць, што на сярэднім ($P_{80}K_{120}$) і высокім ($P_{120}K_{160}$) фонах РК доза азоту 40 кг/га акупляецца большай колькасцю збожжа (адпаведна 12,5 і 11,8 кг), чым доза 80 кг/га пры нізкім узроўні фосфару і калію.

Дробнае на падставе вынікаў глебавай і расліннай дыягностыкі ўнясенне азотных угнаенняў (N_{40-50} — у ранневеснавую падкормку + N_{20-30} — у фазу канец кушчэння — пачатак трубкавання) неістотна павялічвала ўраджай збожжа ў дачыненні да аднаразовага ўжывання N_{80} і N_{120} . Аднак мэтазгоднасць глебава-расліннай дыягностыкі відаць з параўнання не ўраджайнасці азімага жыта, а акупнасці азоту ўгнаенняў збожжам. Нават пры нізкім узроўні фосфарнага і калійнага жыўлення аплата 1 кг азоту тукаў збожжам дасягае 18,7 кг, што на 3,9 кг перавышае лепшы па акупнасці варыянт з аднаразовым унясеннем угнаенняў ($N_{80}P_{120}K_{160}$). На фонах $P_{80}K_{120}$ і $P_{120}K_{160}$ яна яшчэ больш высокая — адпаведна 20,6 і 19,7 кг збожжа.

Вынікі аналізу энергетычнай эфектыўнасці выкарыстання мінеральных угнаенняў, пададзеныя ў табл. 2, паказваюць, што пры росце дозаў і розных спалучэннях азотных, фосфарных і калійных угнаенняў прык-

метна змяняюцца паказчыкі энергетычнай эфектыўнасці. Пры ўнясенні фосфарных і калійных угнаенняў у дозах $P_{40}K_{80}$ удзельныя энергазатраты склалі 436 МДж/ц, а энергааддача — 3,85 адзінкі. Павелічэнне дозаў ужывання фосфару і калію да $P_{80-120}K_{120-160}$ павысіла ўдзельныя энергазатраты да 569—650 МДж/ц, а энергааддача знізілася да 2,98—2,58 адзінкі.

Выкарыстанне поўнага мінеральнага (НРК) угнаення выклікае рэзкае павелічэнне ўдзельных энергазатратаў і зніжэнне энергааддачы.

Табліца 3. Уплыў дозаў і спосабаў выкарыстання азотных угнаенняў на велічыню ўдзельных энергетычных затратаў (МДж/ц)

Доза азоту, кг/га	Узроўні выкарыстання фосфару і калію, кг/га		
	$P_{40}K_{80}$	$P_{80}K_{120}$	$P_{120}K_{160}$
N_{40}	1859	839	894
N_{80}	984	791	739
N_{120}	1011	965	1048
$N_{д(75)}$ дробна	759	618	661

Гэта абумоўлена ў першую чаргу вялікімі затратамі энергіі на вытворчасць азотзмяшчальных угнаенняў. Так, у варыянце $N_{40}P_{40}K_{80}$ удзельныя энергазатраты дасягнулі 805 МДж/ц, а энергааддача знізілася да 2,08 адзінкі.

Самая нізкая эфектыўнасць поўнага мінеральнага ўгнаення на ўсіх фонах РК адзначаецца ў варыянтах, дзе ўжывалі 120 кг/га азоту. Удзельныя энергетычныя затраты змяняюцца ад 823 да 895 МДж/ц, а энергааддача (або біяэнергетычны КПД) роўная 1,87—2,03 адзінкі.

Аналіз энергетычнай эфектыўнасці толькі азотных угнаенняў паказвае (табл. 3), што пры аднаразовым унясенні ўзрастаючых дозаў азоту ўгнаенняў (40, 80, 120 кг/га) найболей энергетычна мэтазгодным з'яўляецца ўжыванне 80 кг/га. Удзельныя энергазатраты ў варыянтах з N_{80} складаюць 739—984 МДж/ц, у той час як у астатніх варыянтах (N_{40} і N_{120}) гэты паказчык значна болей высокі.

Дробнае на падставе вынікаў глебава-расліннай дыягностыкі ўнясенне азотных угнаенняў з'яўляецца болей эфектыўным, чым аднаразовае іх ужыванне. Удзельныя энергетычныя затраты, звязаныя з вытворчасцю і ўнясеннем угнаенняў, уборкай і дапрацоўкай дадатковага ўраджаю, склалі ў залежнасці ад фону РК 618—759 МДж/ц, што ніжэй, чым у лепшым варыянце (N_{80}) з аднаразовым ужываннем азотзмяшчальных угнаенняў.

Разлікі каэфіцыентаў энергетычнай эфектыўнасці (K_e) і ўзроўняў (I_e) паказваюць, што пры дробным з улікам даных дыягностыкі выкарыстанні азотных угнаенняў у параўнанні з варыянтам N_{80} — аднаразова ў ранневеснавую падкормку ўдзельныя энергетычныя затраты змяншаюцца на 11—23%.

Такім чынам, на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе пры колькасці ў ёй рухомага фосфару 250—280 мг/кг і абменнага калію — 150—180 мг/кг аграрнамічна і энергетычна найболей эфектыўнымі дозамі ўнясення фосфарных і калійных угнаенняў пад азімае жыта з'яўляюцца $P_{80}K_{120}$. Азотныя ўгнаенні найболей мэтазгодна ўжываць дробна па выніках глебавай і расліннай дыягностыкі. Удзельныя энергетычныя затраты пры такім спосабе ўнясення азоту найболей нізкія — 586 МДж/ц, а энергааддача самая высокая — 2,86 адзінкі.

Summary

Agronomically and energetically $P_{80}K_{120}$ appear to be the most effective rates of application of phosphorous and potash fertilizers under winter rye in sod-podzolic slightly loamy soil, the level of labile phosphorus being 250—280 mg/kg and that of

exchangeable potassium — 150—180 mg/kg. It is reasonable to have split application of nitrogenous fertilizers taking into consideration the data of the soil and plant diagnosis. Unit energy costs while applying nitrogen on the basis of diagnosis decrease by 23% as compared with single application of N₈₀ (basic variant).

Літаратура

1. Волобуев В. Р. // Почвоведение. 1979. № 10. С. 5—15.
2. Ковда В. А., Булаткин Г. А., Ватолин В. И. // Доклады ВАСХНИЛ. 1980. № 2. С. 2—3.
3. Тома С. И., Балаур Н. С. // Доклады ВАСХНИЛ. 1992. № 12. С. 16—17.
4. Булаткин Г. А. Энергетическая эффективность применения удобрений в агроценозах: Методические рекомендации. Пушкино, 1983.
5. Новиков Ю. Ф. // Доклады ВАСХНИЛ. 1984. № 5. С. 7—9.
6. Pimental D. et al. Food Production and the energy crisis. // Science. 1973. V. 182. P. 443.
7. Dekkers W. A. Energy production and use in agriculture // Netherlands Journal of Agricultural Science. 1974. V. 22, N 2.
8. Василюк Г. В., Богдевич И. М., Грузд В. К. Методика и нормативы по определению энергетической эффективности применения удобрений. Мн., 1991.