

## ЭФЕКТЫЎНАСЦЬ НОВЫХ ФОРМАЎ ФОСФАРЗМЯШЧАЛЬНЫХ УГНАЕННЯЎ ПАД ЗЕРНЕВЫЯ КУЛЬТУРЫ

У цяперашні час вялікая ўвага надаецца атрыманню фосфарзмяшчальных угнаенняў па энергазберагальных тэхналогіях. Такімі ўгнаеннямі з'яўляюцца суперфос, амафасфат. Суперфосы (Рсф) — гэта фасфарыты, часткова раскладзеныя экстракцыйнай фосфарнай кіслатай. На вытворчасць суперфосу расходуюцца на 25—30% менш экстракцыйнай фосфарнай кіслаты ў параўнанні з двайным суперфасфатам.

Паводле даных НДІУІФ, калі пры атрыманні суперфосаў расходуюцца 70% фосфарнай кіслаты ад стэхіяметрычнай нормы, неабходнай для атрымання Рсд, эфектыўнасць суперфосу і Рсд знаходзіцца прыкладна на адным узроўні [2—4].

Тэхналогія атрымання амафасфату дазваляе на 15% скараціць расход сернай кіслаты і энергарэсурсаў у параўнанні з амафосам. Пры атрыманні амафасфату ў адрозненне ад амафосу экстракцыйную фосфарную кіслату перад нейтралізацыяй аміяком выкарыстоўваюць для дадатковага раскладання фасфатнай сыравіны, а затым ужо праводзяць нейтралізацыю аміяком. У гэтым угнаенні фосфар знаходзіцца ў асноўным у форме  $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ . Акрамя таго, у яго склад уваходзяць  $\text{CaHPO}_4$ ,  $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ ,  $\text{CaF}_2$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CaSO}_4 \cdot 0,5\text{H}_2\text{O}$ . Абагульненне палявых доследаў з сельскагаспадарчымі культурамі на дзярнова-падзолістых глебах паказала высокую эфектыўнасць гэтага ўгнаення [5].

Амафасфат ужо шырока ўжываецца ў рэспубліцы, а суперфос намечана выкарыстоўваць у бліжэйшы час. У сусветнай практыцы ўсё шырэй укараняюцца нерастваральныя ў вадзе фосфарныя ўгнаенні, у прыватнасці тэрмафасфаты. Фасфатшлак з'яўляецца высокаэфектыўным угнаеннем на кіслых і слабакіслых глебах. Фоспаль — новае ўгнаенне для Беларусі. Яго атрымліваюць шляхам тэрмічнай апрацоўкі пры адносна невысокіх тэмпературах (550—600 °С) алюмініева-кальцыевых фасфатаў Сенегала з наступным здрабненнем да тонкага парашку. На вапнаваных дзярнова-падзолістых глебах ён валодае высокім станоўчым дзеяннем пры ўнясенні пад зерневыя, бульбу і іншыя культуры [6].

Беларусь увозіць фасфатную сыравіну ў асноўным з Расіі. Аднак у якасці патэнцыяльных экспарцёраў фосфарных угнаенняў для Беларусі цікавасць маюць шэраг краін афрыканскага кантынента (Марока,

Сенегал і інш.), якія валодаюць вялікімі залежамі фасфатнай сыравіны. Таму трэба вывучыць дзеянне вырабляемых імі ўгнаенняў у Беларусі.

Вельмі мала даных пра эфектыўнасць суперфосу, амафасфату, НАФК з дабаўленнем фасфарытнай мукі, фоспалю і фасфатшлаку. У сувязі з гэтым на кафедры аграхіміі Беларускай СГА ў 1986—1990 гг. на дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе, якая падцілаецца марэнным суглінкам з глыбіні каля 1 м, у севазвароце бульба—ячмень—азімае жыта вывучалася эфектыўнасць фоспалю, фасфатшлаку (Рфш) і комплексных угнаенняў на аснове фоспалю (дослед 1), а ў севазвароце аднагадовыя травы — азімае жыта—кукуруза — дзеянне суперфосу (Рсф), амафасфату (Рамф) і нітраамафоскі (НАФК) з дабаўленнем 20 і 40% фасфарытнай мукі (дослед 2).

Агульная плошча дзялянкі ў доследзе з тэрмафасфатамі пад ячмень і азімае жыта складала 101, уліковая — 87 м<sup>2</sup>, паўторнасць чатырохразовая. Дозы фосфару для фоспалю і комплексных угнаенняў на яго

Табліца 1. Эфектыўнасць тэрмафасфатаў

Варыянт	Ураджайнасць зерня, ц/га					Агульнае і к. Р <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , кг зерня	Сярэдняе за тры гады		
	1986 г.	1987 г.	1988 г.	сярэдняе за тры гады	прыбаўка да фону		бялок, %	крухмал, %	маса 1000 зернят, г
<i>Ячмень</i>									
N <sub>90</sub> K <sub>90</sub> — фон	25,8	38,5	39,5	34,6	—	—	11,5	55,3	43,6
Фон+Р <sub>60</sub> сд уроскід	34,2	43,5	43,9	40,5	5,9	9,8	12,3	54,6	43,6
Фон+Р <sub>30</sub> сд уроскід	30,8	43,5	42,3	38,9	4,3	14,3	11,2	55,5	44,1
Фон+Р <sub>60</sub> фоспаль уроскід	31,7	43,2	41,8	38,9	4,3	7,1	12,4	54,9	44,2
Фон+Р <sub>60</sub> фш	25,6	39,6	45,2	36,8	2,2	3,7	12,2	54,8	44,8
Фон+Р <sub>210</sub> фоспаль у запас на тры гады	32,8	41,6	39,2	37,9	3,3	5,5	12,2	54,2	42,6
N <sub>90</sub> K <sub>60</sub> +Р <sub>60</sub> сд К <sub>30</sub> лакальна	32,9	45,1	44,6	40,6	6,3	10,5	11,9	54,2	44,4
N <sub>90</sub> K <sub>60</sub> уроскід+Р <sub>60</sub> K <sub>30</sub> фоспаль з КСІ уроскід	31,7	40,9	41,1	37,9	3,3	5,5	11,7	54,1	44,3
N <sub>90</sub> K <sub>60</sub> уроскід+Р <sub>60</sub> K <sub>30</sub> фоспаль з КСІ лакальна	32,0	47,1	41,0	40,0	5,4	9,0	11,9	53,9	44,8
N <sub>30</sub> K <sub>90</sub> +N <sub>60</sub> Р <sub>60</sub> фоспаль з мачавінай уроскід	32,0	40,5	44,7	39,1	4,5	7,5	12,4	54,3	44,4
НІР <sub>05</sub>	1,3	1,4	3,9						
<i>Азімае жыта</i>									
N <sub>30</sub> K <sub>90</sub> да сяўбы+N <sub>30</sub> +30 у падкормку—фон	31,2	31,5	40,8	34,5	—	—	11,8	56,3	49,0
Фон+Р <sub>60</sub> сд	34,1	37,5	52,5	41,4	6,9	11,5	11,8	56,4	49,1
Фон+Р <sub>30</sub> сд	31,5	37,1	48,1	38,9	4,4	7,3	11,6	57,4	46,6
Фон+Р <sub>60</sub> фоспаль	35,5	36,6	45,9	39,3	4,8	8,0	12,2	56,3	46,9
Фон+Р <sub>60</sub> фш	33,2	40,2	44,7	39,4	4,9	8,1	11,7	56,0	48,2
Фон+Р <sub>210</sub> фоспаль на запас на тры гады	36,0	39,6	48,7	41,4	6,9	11,5	11,8	56,5	48,8
N <sub>30</sub> K <sub>60</sub> уроскід+Р <sub>60</sub> сд К <sub>30</sub> лакальна+N <sub>50</sub> +30	34,6	38,9	52,3	42,0	7,5	12,5	12,1	56,6	49,1
N <sub>30</sub> K <sub>60</sub> уроскід+Р <sub>60</sub> K <sub>30</sub> фоспаль з КСІ уроскід+N <sub>50</sub> +30	35,3	38,4	50,1	41,3	6,8	11,3	11,9	56,4	48,7
N <sub>30</sub> K <sub>60</sub> уроскід+Р <sub>60</sub> K <sub>30</sub> фоспаль з КСІ лакальна+N <sub>50</sub> +30	35,6	45,9	50,4	44,0	9,5	15,8	12,1	55,6	48,0
N <sub>60</sub> Р <sub>60</sub> фоспаль з мачавінай+K <sub>90</sub> уроскід да сяўбы+N <sub>50</sub>	36,5	41,0	51,5	43,0	8,5	14,3	12,6	56,6	47,1
НІР <sub>05</sub>	2,1	1,3	3,2						

аснове, а таксама Рфш вызначаліся па агульным фосфары, а для двойнога суперфасфату (Рсд) — на засваяльным. Фоспаль меў у сабе 34%  $P_2O_5$ , з іх каля 80% у засваяльнай форме, фоспаль з мачавінай — 7,9% N і 17,2%  $P_2O_5$ , фоспаль з хларыстым каліем — 22,7%  $P_2O_5$  і 12,4%  $K_2O$ , фасфатшлак — 10%  $P_2O_5$ .

Да закладкі доследу па палях севазвароту колькасьць гумусу складала 1,1%,  $pH_{KCl}$  знаходзілася ў межах 6,3—7,0. Колькасьць рухомах формаў фосфару і калію вагалася ад сярэдняй да павышанай.

У першым полі севазвароту колькасьць рухомага фосфару складала 12,6 мг, у другім — 14,7, у трэцім — 17,5 мг/100 г глебы, а абменнага калію — адпаведна 11,1, 16,0 і 18 мг/100 г глебы. Схемы палявога доследу пад ячмень і азімае жыта пададзены ў табл. 1.

Агульная плошча дзялянкі ў доследзе з новымі формамі фосфарзмяшчальных угнаенняў пад азімае жыта складала 103,5, уліковая — 67 м<sup>2</sup>, паўторнасьць чатырохразовая. Колькасьць гумусу па палях севазвароту складала 1,1—1,2%,  $pH_{KCl}$  была ў межах 5,4—6,3. Колькасьць рухомах формаў фосфару і калію ў глебе, як і ў першым севазвароце, вагалася ад сярэдняй да павышанай і была тыповай для ўмоў Магілёўскай вобласці.

У другім доследзе выкарыстоўвалі наступныя фосфарзмяшчальныя ўгнаенні, атрыманыя з НДІУІФ — суперфос ( $P_2O_5$ (агул) — 44, у тым ліку водарастваральнай 55—60%), амафасфат (N — 6,7%,  $P_2O_5$ (агул) — 58,8, у тым ліку водарастваральнай 67—68%), НАФК з 20% Рф (N — 15,6%,  $P_2O_5$ (агул) — 16,9,  $K_2O$  — 16,5%), НАФК з 40% Рф (N — 13,2%,  $P_2O_5$ (агул) — 14,5,  $K_2O$  — 11,5%). У варыянтах з Рсд і Рам дозы ўгнаенняў вызначаліся па засваяльным фосфары, а для ўсіх астатніх угнаенняў — па агульным. Аднакампанентныя і складаныя ўгнаенні ў выпадку неабходнасьці дапаўняліся Naa і Kx.

Даследаванні праводзілі з сортам ячменю Роланд і азімага жыта Пухаўчанка. Мінеральныя ўгнаенні ўроскід уносілі пад перадпасяўную культывацыю лакальна-фінскай тукавай сеялкай ЮКО-250 на глыбіню 10 см пры міжстужкавай адлегласці 15 см. Апрацоўку глебы, сяўбу і догляд за псевамі праводзілі ў адпаведнасьці з аграэхнічнымі правіламі, якія рэкамендуюцца для ўмоў Магілёўскай вобласці.

Абагульненне трохгадовых даных паказала, што пад ячмень фоспаль аказаўся дастаткова эфектыўным фосфарным угнаеннем. У параўнанні з фонам НК ён забяспечваў пры роскідным унясенні прыбаўку ўраджаю зерня ячменю 4,3 ц/га, што складала 73% ад прыбаўкі, атрыманай пры ўнясенні поўнай дозы Рсд (табл. 1). Пры гэтым статыстычна даказаную прыбаўку ўраджаю зерня ячменю Рсд у параўнанні з фоспалем забяспечваў толькі ў адным выпадку з трох гадоў назіранняў. Трэба адзначыць, што фоспаль па эфектыўнасці пераўзыходзіў фасфатшлак. Дзеянне Рфш складала толькі 37% ад Рсд. Запасное ўнясенне фоспалю па эфектыўнасці пад ячмень набліжалася да штогадовага. Акупнасьць 1 кг  $P_2O_5$  зернем ячменю пры ўжыванні Рсд складала 9,8 кг, фоспалю — 7,1 і Рфш — толькі 3,7 (табл. 1).

Комплексныя ўгнаенні на аснове фоспалю (фоспаль з хларыстым каліем і фоспаль з мачавінай) па дзеянні пад ячмень істотна не адрозніваліся ад фоспалю ў чыстым выглядзе, дапоўненага Kx і Nm (табл. 1). Стужкавае ўнясенне Рсд і фоспалю з хларыстым каліем пад ячмень па эфектыўнасці не мела істотнай перавагі перад роскідным. Фосфарныя ўгнаенні ў параўнанні з фонам НК садзейнічалі нязначнаму павышэнню колькасці бялку ў зерні ячменю і масы 1000 зярнят (табл. 1). Колькасьць жа крухмалу пад уплывам фосфарных угнаенняў мела тэндэнцыю да невялікага зніжэння. Увогуле вивучаемыя формы фосфарных угнаенняў па ўплыве на паказчыкі якасці ўраджаю істотна не адрозніваліся.

Пад азімае жыта фоспаль і Рфш аказаліся раўназначнымі і некалькі ўступалі Рсд пры ўнясенні яго ў поўнай дозе (табл. 1). У параўнанні з

Таблиця 2. Уплыў новых формаў фосфарзмяшчальных угнаенняў на ўраджайнасць і якасць азімага жыта

Варыянт	Ураджайнасць зерня, ц/га					Акупнасць 1 кг Р <sub>2</sub> О <sub>5</sub> , кг зерня	Бяло, %	Крухал, %	Мас 1000 зярнят, г
	1988 г.	1989 г.	1990 г.	сярэдняе за тры гады	прыбаўка да фону				
Кантроль (Рс <sub>10</sub> у радкі) — фон	35,0	36,0	36,4	35,8	—	—	10,1	63,0	45,4
НК	49,3	51,3	53,3	51,3	—	—	12,5	59,1	42,8
НК+Рсд уроскід	53,5	57,2	58,4	56,4	5,1	8,5	12,9	59,3	44,7
НАФК з 20% Рф+НК уроскід	54,0	54,4	55,4	54,6	3,3	5,5	12,9	59,4	43,5
НАФК з 40% Рф+НК уроскід	52,3	53,6	55,1	53,7	2,4	4,0	12,6	59,2	43,4
НК+амафасфат уроскід	53,6	54,4	56,0	54,7	3,4	5,7	13,1	58,9	42,7
НК+суперфос уроскід	51,7	54,6	57,2	54,5	3,2	5,3	13,1	59,9	41,7
НАФК станд. уроскід+НК	56,2	56,4	58,6	57,1	5,8	9,7	13,2	59,8	43,3
НК+амафасфат стужкамі	55,6	56,6	58,5	56,9	5,6	9,3	13,2	58,7	44,7
НАФК з 20% Рф стужкамі+НК	55,8	54,7	56,9	55,8	4,5	7,5	13,1	59,4	43,4
НК+амафос уроскід	53,4	56,5	57,9	55,9	4,6	7,7	13,2	59,0	44,3
НІР <sub>05</sub>	1,9	2,2	1,9						

З а ў ва га. Пад азімае жыта ўжывалі N<sub>30</sub> да сяўбы+N<sub>60+30</sub> у падкормкі і Р<sub>60</sub>К<sub>90</sub>, у тым ліку Рс<sub>10</sub> у радкі пры сяўбе.

фонам НК дзеянне фосфалу склада 70, а фасфатшлаку — 71% ад Рсд.

Запасное ўнясенне фосфалу пад азімае жыта мела некаторую перавагу над роскідным. Фоспаль з Nm і Kx па дзеянні пад азімае жыта пераўзыходзілі фоспаль у чыстым выглядзе, дапоўнены адпаведнымі аднакампанентнымі ўгнаеннямі. Відаць, знаходжанне ў адной грануле азоту з фосфарам або фосфару з каліем узмацняла паглынне гэтых элементаў.

Стужкавае ўнясенне Рсд не мела перавагі перад роскідным. У той жа час лакалізацыя фосфалу з хлорыстым каліем садзейнічала павышэнню эфектыўнасці гэтага ўгнаення пад азімае жыта. Акупнасць 1 кг Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> зернем азімага жыта пры ўнясенні фосфалу і Рфш была хоць і некалькі ніжэй, чым пры выкарыстанні Рсд, але дастаткова высокая. Колькасць бялку і крухмалу ў зерні азімага жыта, а таксама маса 1000 зярнят пад уплывам фосфарных угнаенняў у параўнанні з фонам НК істотна не змяняліся (табл. 1).

У 1988 і 1990 гг. суперфос па эфектыўнасці пад азімае жыта быў раўназначным Рсд. Аднак у 1989 г. Рсд пераўзыходзіў суперфос пад гэтую культуру. У сярэднім за тры гады ў параўнанні з фонам НК прыбаўка ўраджаю зерня азімага жыта пры ўжыванні суперфосу склала 63% ад Рсд. Аднак акупнасць 1 кг Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> зернем азімага жыта пры выкарыстанні суперфосу была дастаткова высокай і складала 5,3 кг.

У сярэднім за 1988—1990 гг. амафасфат пры роскідным унясенні пад азімае жыта аказаўся па дзеянні раўназначным амафосу. Стужкавае ўнясенне амафасфату ў параўнанні з роскідным забяспечвала прыбаўку ўраджаю азімага жыта 2,2 ц/га. Акупнасць 1 кг Р<sub>2</sub>О<sub>5</sub> зернем азімага жыта для амафасфату пры роскідным унясенні склала 5,7, пры лакальным — 9,3 кг (табл. 2).

Дабаўленне да стандартнай НАФК 20 і 40% Рф значна зніжала яе эфектыўнасць пад азімае жыта. Пры гэтым чым больш дабаўлялася да НАФК Рф, тым мацней зніжалася яе эфектыўнасць. Стужкавае ўнясенне НАФК з 20% Рф пад азімае жыта не мела перавагі перад роскідным.

Суперфос і амафасфат таксама, як і іншыя фосфарзмяшчальныя

ўгнаенні, садзейнічалі толькі нязначнаму павелічэнню колькасці бялку ў зерні азімага жыта, але на колькасць крухмалу і масу 1000 зярнят яны істотна не ўплывалі (табл. 2).

### Вывады

1. На дзярнова-падзолістай лёгкасуглінкавай глебе ў севазвароце ячмень—азімае жыта—бульба фоспаль у дозе  $P_{60}$  у параўнанні з фонам НК павышаў ураджайнасць ячменю на 4,3 і азімага жыта на 4,8 ц/га. У адносінах да фону НК эфектыўнасць фоспалю пры ўнясенні пад ячмень складала 73 і пад азімае жыта 70% ад двайнога суперфасфату.

2. Фоспаль з мачавінай і фоспаль з хлорыстым каліем па ўздзеянні на ячмень былі раўназначныя фоспалю ў чыстым выглядзе, дапоўненаму азотнымі і калійнымі ўгнаеннямі, а на азімае жыта іх эфектыўнасць аказалася вышэй.

3. У севазвароце аднагадовыя травы — азімае жыта — кукуруза ў параўнанні з фонам НК эфектыўнасць суперфосу пад азімае жыта складала 63% ад дзеяння двайнога суперфасфату.

4. Фосфар амафасфату па дзеянні на ўраджай азімага жыта быў раўназначны амафосу і двайному суперфасфату.

5. Прыбаўка ўраджаю зерня азімага жыта ў параўнанні з фонам НК пры ўнясенні НАФК з 20 і 40%. Рф складала адпаведна 57 і 44% ад стандартнай НАФК.

### Summary

On sod-podzolic light-loamy soils in the rotation barley-winter rye-potato in relation to the background NP, the effectiveness of fospal with the application on barley constituted 73% and with the application of double superfosphate on winter rye—70%. With fospal application on barley, it surpassed fosfatshlak, with winter rye application, their action was the unique one.

In the rotation of annual grasses-winter rye-maize in comparison with the background NP, superphos effectiveness with winter rye application constituted 63% with double superfosphate. Ammophosphate phosphorus effect on the winter rye yield equaled the effect of ammophos phosphorus and double superfosphate.

Winter rye grain yield increase in comparison with the background NP under SNPK with 20 and 40% Rf. constituted 57 and 44% from the standard SNPK, respectively.

### Літаратура

1. Технология фосфорных и комплексных удобрений / Под ред. С. Д. Эвенчика, А. А. Бродского. М., 1987.
2. Останин А. И., Крищенко Е. Ф., Янишевский П. Ф., Кузнецов А. А. // *Агрохимия*. 1990. № 11. С. 83—92.
3. Петербургский А. В. *Агрохимия и успехи современного земледелия*. Пушкино, 1989.
4. Сидорина Л. В., Останин А. И., Подколзина Г. В. и др. // *Агрохимия*. 1983. № 10. С. 50—57.
5. Янишевский Ф. В. // *Химизация сельского хозяйства*. 1989. № 3. С. 48—51.
6. Янишевский Ф. В., Игнатов В. Г., Подколзина Г. В., Галькевич Г. С. // *Агрохимия*. 1990. № 11. С. 113—127.