

Міністерство освіти і науки України
Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва

Затверджено
рішенням вченої ради
агрономічного факультету
(протокол № 1 від 30.08. 2019)

УПРАВЛІННЯ ПРОДУКТИВНІСТЮ АГРОЦЕНОЗІВ

шляхом застосування добрив і біопрепаратів

(Методичні вказівки)

Харків 2019

Доктор с.-г. наук, професор Філон В.І.

Рецензенти: доктор с.-г. наук, професор **С.І. Веремеснюк** (Національний університет водного господарства та природокористування; канд. с.-г. наук, професор **К.Б Новосад** (Харківський національний аграрний університет ім. В.В. Докучаєва).

У 82

Розглянуто агрохімічні ресурси підвищення продуктивності агроценозів. Висвітлено головні тенденції на ринку мінеральних добрив. Особливу увагу приділено застосуванню спеціальних добрив (фертигаторів, халатних мікродобрив, нанодобрив, мінеральних руд дозволених до використання у органічному землеробстві, добрив із програмованим звільненням поживних елементів).

Висвітлено асортимент і перспективи використання бактеріальних добрив. Коротко викладено роль фізіологічно активних компонентів мікродобрив, методи визначення доз добрив, а також фізіологію стресу рослин і заходи по усуненню негативного впливу на урожай абіотичних факторів. Автором розглянуто також методи оперативного контролю за формуванням врожаю сільськогосподарських культур в агроценозах.

© ХНАУ ім. В. В.
Докучаєва, 2019 р.

© В.І.Філон, 2019р.

	Стор
	.
ВСТУП	3
1. АГРОХІМІЧНІ РЕСУРСИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОЦЕНОЗІВ	6
2. ГОЛОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ НА РИНКУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ	11
3. ФІЗІОЛОГІЧНО АКТИВНІ КОМПОНЕНТИ МІКРОДОБРІВ	21
4. НАНОДОБРІВА	21
5. АСОРТИМЕНТ І ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ДОБРІВ	28
6. СУЧАСНІ МЕТОДИ ВИЗНАЧЕННЯ ДОЗ ДОБРІВ ЇХ ПЕРЕВАГИ І НЕДОЛІКИ	36
7. ФІЗІОЛОГІЯ СТРЕСУ РОСЛИН І ЗАХОДИ ПО УСУНЕННЮ НЕГАТИВНОГО ВПЛИВУ НА УРОЖАЙ АБІОТИЧНИХ ФАКТОРІВ	56
ЛІТЕРАТУРА	66

ВСТУП

Суттєві капіталовкладення на нові технології вирощування сільськогосподарських культур нерідко не дають бажаних результатів. Все це спонукає аграріїв на пошук подальших резервів підвищення продуктивності агроценозів шляхом залучення добрив і біопрепаратів. Не секрет, що на сьогодні головним важелем підвищення урожайності сільськогосподарських культур залишаються добрива. В останні роки асортимент їх значно розширився, з'явилися принципово нові формуляції. Все це надає можливість цілеспрямованого управління продуктивністю агроценозів і особливо в умовах негативного впливу абіотичних і біотичних стресорів.

У методичних вказівках розглянуто агрохімічні ресурси підвищення продуктивності агроценозів. Висвітлено головні тенденції на ринку мінеральних добрив. Особливу увагу приділено застосуванню спеціальних добрив (фертигаторів, халатних мікродобрив, нанодобрив, мінеральних руд дозволених до використання у органічному землеробстві, добрив із програмованим звільненням поживних елементів).

Висвітлено асортимент і перспективи використання бактеріальних добрив. Коротко викладено роль фізіологічно активних компонентів мікродобрив, методи визначення доз добрив, а також фізіологію стресу рослин і заходи по усуненню негативного впливу на урожай абіотичних факторів. Запропонований здобувачам курс передбачає **формування компетентностей, якими повинен оволодіти здобувач:**

1. Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі аграрних наук та продовольства, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних наукових знань та / або професійної практики.

2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

3. Здатність до співпраці в рамках міжрегіональних, республіканських та міжнародних проектів.

4. Здатність працювати в міжнародному контексті.

5. Здатність генерувати нові науково-теоретичні та практично спрямовані ідеї (креативність).

6. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

7. Комплексність у розробці та реалізації наукових проектів та програм.

8. Здатність до ретроспективного аналізу наукового доробку в напрямі агрохімії та ґрунтознавства.

9. Комплексність у володінні інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку агрохімічної науки.

Програмні результати навчання

Здобувач ступеня доктора філософії повинен:

1. Володіти інформацією щодо сучасного стану і тенденцій розвитку світової і вітчизняної агрохімічної науки.

2. Виконувати оригінальні дослідження і досягати результатів у пошуках нових ресурсів подальшого підвищення продуктивності агроценозів.

3. Вільно презентувати та обговорювати результати досліджень у наукових дискусіях на міжнародному рівні, відстоювати власну позицію на конференціях, семінарах та форумах щодо використання спеціальних добрив, біопрепаратів, фізіологічно активних компонентів і антистресантів, брати участь у критичному діалозі та зацікавити результатами досліджень щодо формування урожаю сільськогосподарських культур у агроценозах.

4. Проводити критичний аналіз різних інформаційних джерел, конкретних освітніх, наукових та професійних текстів у галузі управління продуктивністю агроценозів.

1. АГРОХІМІЧНІ РЕСУРСИ ПІДВИЩЕННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ АГРОЦЕНОЗІВ

Мінеральні добрива є одним із швидкодіючих і ефективних засобів підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Так, застосування їх наприкінці XVIII-XIX ст. практично за двадцять років підвищило урожайність зернових культур з 16 до 30 ц/га. У той же час як на попереднє підвищення урожайності з 7 до 16 ц/га знадобилося майже два століття. Не секрет, що кожний четвертий мешканець планети на сьогодні вживає продукти харчування, отримані за рахунок застосування добрив. Недарма академік Д.М. Прянишников [1] порівнював винайдення мінеральних добрив з відкриттям нових континентів. У світовому землеробстві відмічається пряма залежність між урожайністю сільськогосподарських культур і кількістю внесених добрив. Так, у Голландії вносять приблизно 800 кг діючої речовини NPK на гектар і отримують близько 100 ц/га озимої пшениці. У Японії під пшеницю вносять 600 кг діючої речовини NPK і урожайність при цьому становить 70 ц/га. У Німеччині застосовують 430 кг діючої речовини NPK і середня урожайність при цьому становить 45 ц/га [2].

Значні дози добрив застосовують також у таких країнах як Ірландія, Бельгія, Англія, Колумбія, Франція. Найбільше виробляють і купують добрив Китай і США. До речі, до десятки найбільших виробників мінеральних добрив у світі входять Україна, Росія і Білорусь. Однак слід зауважити, що з України також і вивозяться значні обсяги добрив, які при внесенні у наші ґрунти забезпечили б досить високий економічний ефект, адже 1 кг діючої речовини NPK дає 4-8 кг зерна [3].

Кількість добрив, яка вноситься на одиницю площі, змінюється у досить широких межах залежно від регіону. До 1999 р. для таких країн як Німеччина, Голландія, Японія, Франція і Великобританія норми внесення добрив складали 300-800 кг діючої речовини на гектар. У 1998 р. у Німеччині в середньому на ферму витрачалося на добрива 10007,5 марок, а на хімічні засоби захисту рослин лише 5725 марок [55]. Безумовно, ті країни, які вносять низькі дози добрив, отримують і низьку врожайність сільськогосподарських культур.

Узагалі застосування добрив у світовій практиці землеробства відчутно зросло з 1950 р., коли світове населення збільшилося з 2,5 до 6 млрд. чоловік. Зменшення їх застосування на початку 90-х років минулого століття у країнах Центральної Європи і на терені колишнього Радянського Союзу зумовлене структурними перетвореннями та економічними проблемами.

У 1960 р. на розвинені країни припадало близько 88 % світового використання добрив, а за їх виробництвом колишній СРСР у 1971 р. вийшов на перше місце у світі [55]. До 1999 р. цей показник для розвинених країн знизився до 39 %, а для країн, що розвиваються, зріс до 61 %.

1. Використання добрив у світі, млн. т поживних речовин

Роки	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всього NPK
1920-1921	—	1,73	—	1,73
1930-1931	1,30	2,77	1,39	5,46
1960-1961	10,83	10,73	8,48	30,04
1970-1971	31,75	21,11	16,29	69,15
1980-1981	60,78	32,04	24,39	117,21
1990-1991	77,56	36,07	24,61	138,24
1998-1999	82,18	32,88	21,87	136,93
1999-2010	100,00	28,00	20,10	148,10

2030 прогноз	110,00	20,00	21,00	179,00
--------------	--------	-------	-------	--------

Джерело: за даними М.М. Городнього [55]

За офіційними даними [56] світове застосування добрив у 1999-2000 рр. складало 136,9 млн. т поживних речовин. При цьому в країнах Азії було використано 48 %, у країнах Північної Америки – 16 %, країнах Латинської Америки – 8 %, країнах Західної Європи – 13 %, країнах Центральної Європи – 6 %, у інших країнах – 9 %. У цілому в світі і на сьогодні спостерігається тенденція до нарощування обсягів застосування добрив (табл. 1.1).

Споживання добрив у розрізі країн світу показано у таблиці 1.2.

2. Використання добрив країнами світу у 1988-1999 рр., млн. т

Країни	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Всього NPK
Азії, що розвиваються	42,77	15,66	6,87	65,30
Північної Америки	12,87	4,52	4,81	22,20
Латинської Америки	4,71	3,47	3,08	11,26
Західної Європи	9,96	3,50	4,11	17,57
Центральної Європи і СНД	4,71	1,29	1,50	7,50
Інші	7,16	4,44	1,50	13,10
Всього	—	—	—	136,93

Джерело: за даними М.М. Городнього [55]

3. Внесення мінеральних добрив на гектар ріллі (у розрахунку на 100 % поживних речовин)

Країна	Кількість добрив, кг	Країна	Кількість добрив, кг
Україна	48	Єгипет	416
Малайзія	836	Бельгія	367

Коста-Ріка	768	Ізраїль	356
Ірландія	651	Великобританія	346
Корея	513	В'єтнам	336
Словенія	460	Колумбія	286
Нова Зеландія	430	Білорусь	280

Джерело: за даними М.В. Присяжнюка та інших [168]

За даними ФАО у деяких світових країнах у 2000 р., Білорусі у 2008 р. і Україні у 2009 р. під зернові культури вносили таку кількість мінеральних добрив (у розрахунку на 100 % поживних речовин) на гектар ріллі (табл. 3).

4. Окупність 1 кг поживної речовини мінеральних добрив приростом врожаю, кг зернових одиниць

Культура	Роки		
	сприятливі	посушливі	перезволожені й холодні
Полісся			
Озима пшениця	4,7	4,5	4,3
Ячмінь ярий	11,2	6,2	7,8
Кукурудза на зерно	10,0	7,0	8,6
Цукрові буряки	—	—	—
Картопля	7,1	6,4	11,6
Лістостеп			
Озима пшениця	4,2	3,2	4,5
Ячмінь ярий	5,6	4,9	6,9
Кукурудза	7,9	11,5	11,5
Цукрові буряки	8,2	5,2	5,6

Степ			
Озима пшениця	4,7	3,4	—
Ячмінь ярий	6,6	2,2	—
Кукурудза	13,7	11,5	—

Джерело: за даними Е.Г. Дегодюка [59]

Отже у 2009 р. в Україні вносили у 5,8 разів менше, ніж у 2008 р. у Білорусії і у 17,4 рази менше, ніж у Малайзії у 2000 р.

У структурі основних витрат на виробництво сільськогосподарської продукції мінеральні добрива складають від 6 % у США до 20 % у Франції. На Україні ця цифра становить близько 14 %. У середньому в зоні багарного землеробства 1 грн. витрат на застосування добрив окупується приростом продукції 3-3,5 грн. З розрахунку на 1 га вносячи 1 кг поживної речовини NPK, у науково-дослідних установах додатково отримують 7-10 кг зерна, тоді як у господарствах лише 3-5 кг. Зауважимо, що на сьогоднішній день ще не досягнуто достатньої окупності добрив. Так, при внесенні їх під цукрові буряки вона не перевищує 85 %, під картоплю – 68 %, під овочеві культури – 90 % нормативної. І це при тому, що нормативна окупність добрив є заниженою і не відповідає рівню, який давно став нормою для багатьох розвинених країн.

2. ГОЛОВНІ ТЕНДЕНЦІЇ НА РИНКУ МІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ

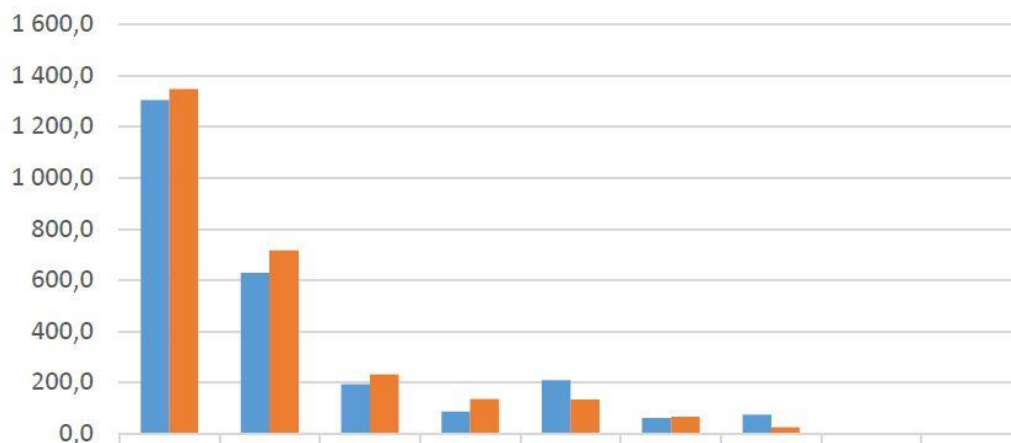
Асортимент мінеральних добрив, дозволених до використання в Україні, нараховує понад 400 найменувань. При цьому одні добрива, що пройшли реєстрацію вже не застосовуються, інші впроваджуються у виробництво. Аналіз ринку мінеральних добрив свідчить про те, що на сьогодні, як і у часи з плановою економікою, головну роль у підвищенні родючості ґрунтів і урожайності сільськогосподарських культур відіграє обмежена група добрив [3]. На наш погляд, це пов'язано у першу чергу із відсутністю власної сировинної бази для виробництва фосфорних і калійних добрив.

На рис. 1 показано обсяг виробництва основних добрив в Україні у 2015 - 2016 рр. Лідуючі позиції займає виробництво карбаміду (1346,7 тис. т). Друге місце посідає аміачна селітра (715 тис. т), третє – КАС (232,5 тис. т). Досить вагомим є також виробництво сульфату амонію. На частку нітроамофоски і амофосу припадає 65,5 і 24,7 тис. т, що явно не задовольняє потреби сільгоспвиробників.

Високі ціни на природний газ обумовили різке зростання цін на мінеральні добрива (рис. 2). Тільки за період з 2013 по 2015 рр. ціни на аміачну селітру зросли з 3500 до 10000 грн/т, вартість нітроамофоски у 2015 р. збільшилась до 13000 грн. Це позначилося на попиті добрив, особливо з боку малих і середніх за розміром господарств. З отриманням «реверсного»

газу дещо покращила свою роботу власна промисловість. Починаючи з лютого 2015 р.

спостерігається явно виражений тренд на зниження вартості добрив.



	Карбамід								
	Аміачна селітра								
	КАС								
	Сульфат амонію								
	Вапн. селітра								
	NPK								
	Азот і фосфор								
	Фосфор і калій								
	Калій (калійні)								

Рис. 1 Виробництво мінеральних добрив (за 7 міс.) 2015 – 2016 рр.

(Джерело: Д. Гордейчук, 2016)

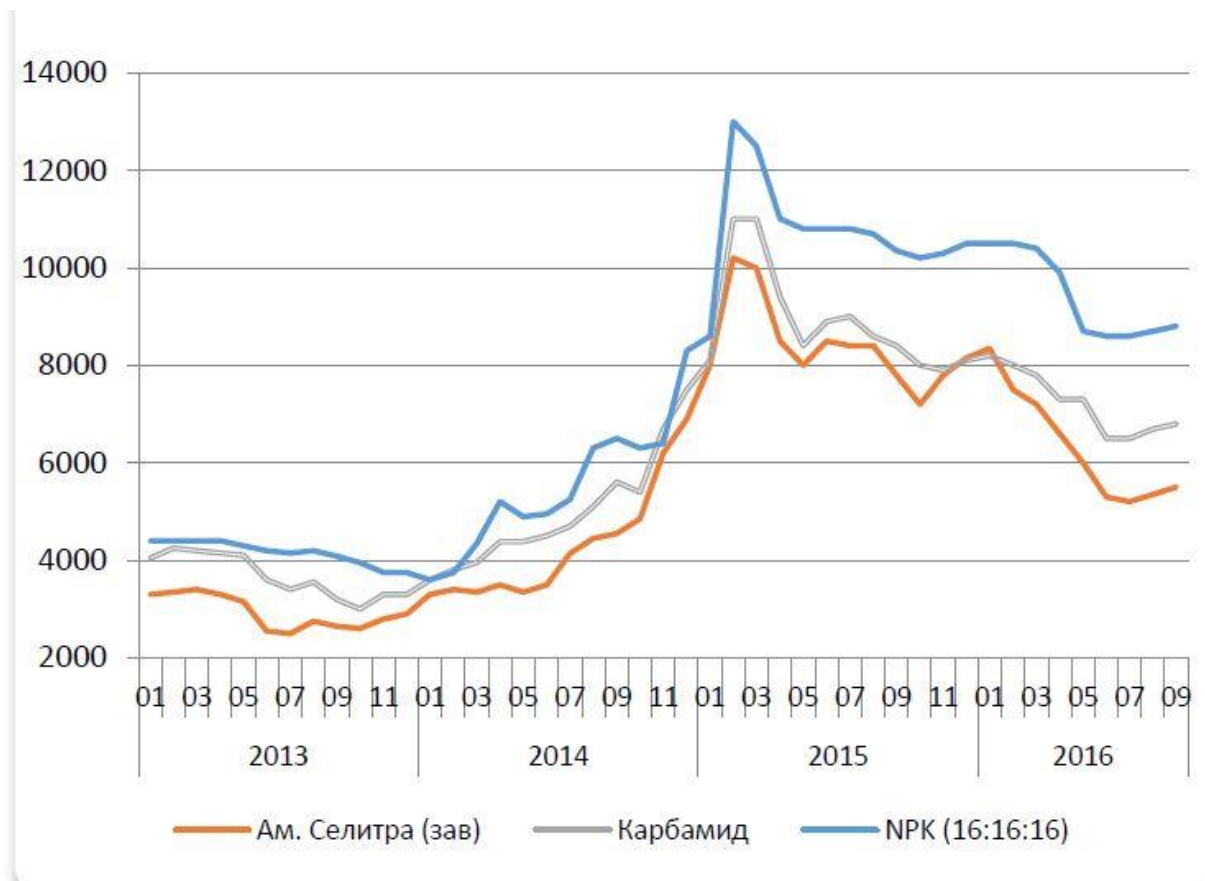


Рис. 2 Ціни на добрива в Україні, грн/т добрив

(Джерело: Д. Гордейчук, 2016)

Станом на серпень - вересень 2016 року аміачна селітра вже коштувала близько 6000 грн./т.

На сьогодні потреби сільського господарства у мінеральних добривах частково задовільняються за рахунок імпорту (табл. 1). Головними постачальниками добрив залишається Російська Федерація (понад 1,2 млн. т) де ми закупаємо переважно азотні і комплексні добрива. Постачальником калійних добрив є Білорусь (42529 т).

Третю позицію за імпортом азотних і азотно-фосфорних добрив посідає Казахстан. Україна імпортує значні обсяги мінеральних добрив також із Узбекистану, Польщі, Бельгії, Норвегії, Турції. Імпорт за видами і формами добрив (табл. 2) виглядає наступним чином. Із азотних добрив у структурі

імпорту переважає аміачна селітра, далі йде карбамід, КАС і рідкий аміак. Група азотно-фосфатних добрив представлена амофосом, сульфоамофосом і РКД. Серед калійних добрив на хлористий калій припадає 42716 т, на калімаг– 1386 т, сульфат калію –760 т, і калімагnezію – 20 т.

Структура імпорту мінеральних добрив за компаніями, що їх постачають представлена на рис. 4. Приблизно третя частина від імпортованих добрив (28,9 %) припадає на ТД «Агропром імпорт ЛТД», 20,1 % - на «Фос Агро Україна», 10,4% на НФ «Трейдінг», 9,6% на «Агроцентр Єврохім Україна». Дольова участь кожного з решти постачальників становить близько 2 %.

5. Імпорт мінеральних добрив, т

(2016р.)

Країна	N	NP	K	NPK	Загальний
РФ	545893	131386	1593	562613	1245197
Білорусь	60215	20944	42529	183280	306968
Казахстан	45141	1887			47028
Литва	15		40	15276	15331
Фінляндія	13	4	5	13820	13842
Узбекістан	12821				12821
Польща	3318	1099		5421	10015
Бельгія	325	51	303	1346	2025
Норвегія	1775			67	1842
Турція	248		22	1330	1700

(Джерело: Д. Гордейчук, 2016)

6. Імпорт за формами добрив, т
(2016р.)

Добриво	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Загальний
К	1947	5726	13935	3621	1294	6808	11550	44881
KCl мілкий	1820	2798	12399	2945	534	1120	328	21944
KCl гранул.		2759	1466	269	210	4885	11183	20772
Калімаг	126	133		265	332	530		1386
Сульфат калію	1	37	70	142	218	273	19	760
Калімагнезія							20	20
N	96607	181256	139060	66539	31326	45676	70835	631297
Карбамід	22684	45110	44076	25231	7535	3770	8996	157403
КАС-32	4180	19147	22937	27706	16858	10940	19466	121233
SAM cristal	19474	30350	14689	4721	6744	16000	21272	113249
CAN-33,5	20650	33754	24858	2380		10183	19558	111383
Ам. селітра	28013	40423	8393	268	189	2069	552	79907
Аміак	1606	12472	24107	6233		2714	991	48122
NP	15479	22832	20497	18493	8226	29017	37259	151803
Амофос 12:52	970	7889	8456	12174	5240	15302	24806	74837
Сульфоаммофос 20:20	14509	12962	6849	2890		5583	8339	51132
NP 9:30		1547	3902	1365	2462	8132	3083	20490
РКД 11:37		434	1291	2064	524		1031	5344

(Джерело: Д. Гордейчук, 2016)

У цілому український ринок є віддзеркаленням світових тенденцій використання мінеральних добрив. Щорічне споживання їх зростає на 1,8% і на 2014 р. воно становило 186,7 млрд т д. р. Головними споживачами добрив (70%) на сьогодні є країни Південної Азії та Китай. Близько 50% добрив застосовують під зернові культури і тільки 17% – під овочі і плодові насадження.

Із представлених в Україні добрив найбільшим є азотний сегмент ринку. Азотні добрива на сьогодні виробляють у 60 країнах світу. Приблизно третя частина від вироблених азотних добрив припадає на Китай. Досить серйозними гравцями на ринку азотних добрив є також Індія, Пакистан, Бразилія. Суттєві зміни в останні роки відбулися на ринку фосфорних добрив. Частка суперфосфату щороку знижується, а попит на амофос і діамфос постійно зростають. Виробництво фосфорних добрив «прив'язано» до родовищ фосфатних руд. Найбільші запаси їх розташовані у Марокко, США, РФ. Вони становлять 5800, 4800 і 4000 млн т відповідно. Із інших країн з великими запасами фосфатних руд слід відмітити Австралію (2000 млн т), Іспанію (1600 млн т), Туніс, Йорданію, Монголію, Саудівську Аравію – по 1000 млн т [4]. Головними постачальниками на ринку калійних добрив є Канада, Росія, Білорусь. На їх частку припадає 2/3 світового виробництва калійних добрив. Для українського ринку добрив, як і для світового, характерною закономірністю є різке зниження частки калійних і фосфорних добрив у порівнянні з азотними. Головною причиною вказаного явища є те, що саме азотні добрива забезпечують найвищий приріст урожайності

сільськогосподарських культур.

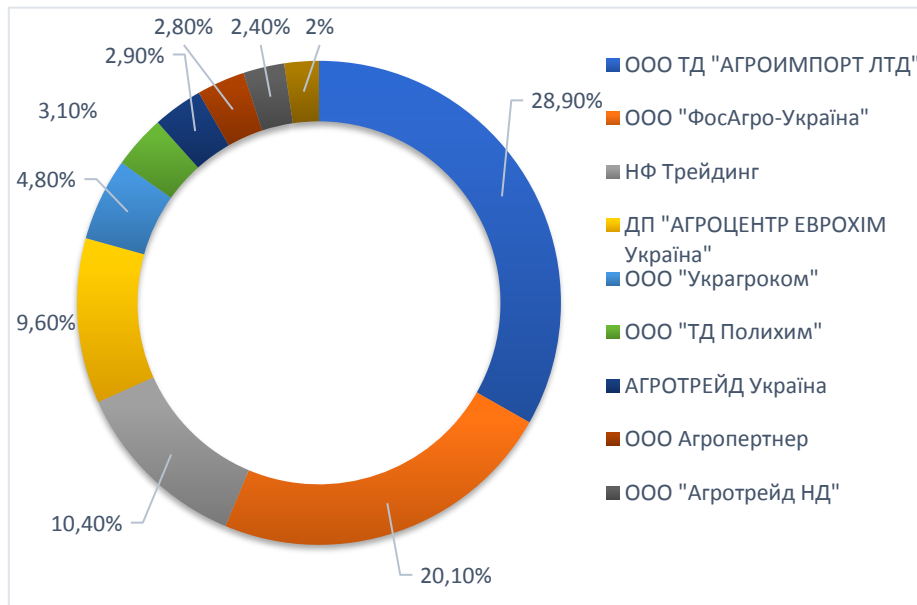


Рис. 3 Структура імпорту мінеральних добрив за постачальниками, %

(Джерело: Д. Гордейчук, 2016)

Якщо окупність 1ц д. р. азотних добрив становить 10-17 ц зерна, то фосфорних і калійних – близько 3 ц. Інша немаловажна причина – це забезпеченість ґрунтів рухомими формами фосфору і калію [5]. Інтенсивне внесення фосфорних і калійних добрив у 80-ті роки призвело до накопичення рухомих фосфатів і калію у ґрунтах. Темпи зростання вмісту рухомого калію у ґрунтах Лісостепу за п'ять років становили 5-9%. Реальна забезпеченість ґрунтів України фосфором і калієм є досить оптимістичною. Серед орних ґрунтів переважають такі, що мають середній і підвищений вміст рухомих фосфатів за Чириковим. Що стосується забезпеченості ґрунтів рухомих калієм, то у Лісостепу і Степу України, переважають ґрунти з підвищеним і високим його вмістом. Для прикладу наведемо досить типові агрохімічні картограми (рис. 5,6) забезпеченості ґрунтів $P_2 O_5$ і $K_2 O$ ДПАФ «Вікторія» Сахновщинського району Харківської області.

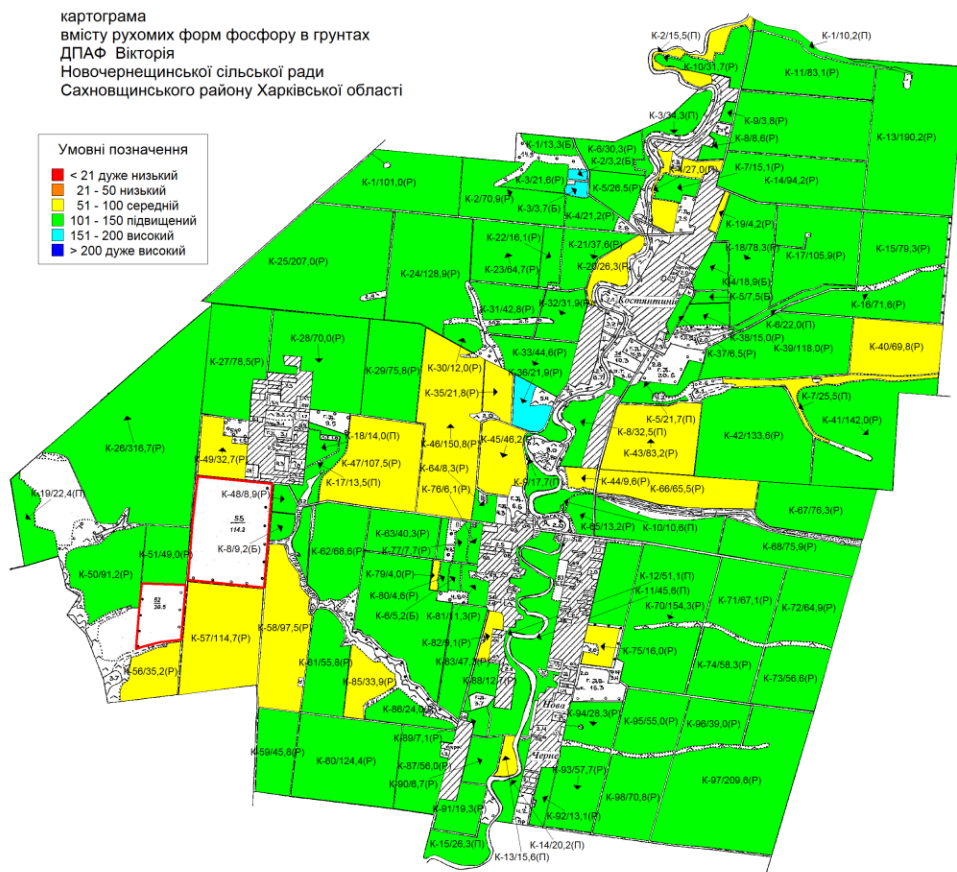


Рис.4. Картограма вмісту рухомих форм фосфору у ґрунтах ДПАФ «Вікторія» Сахновщинського району Харківської області

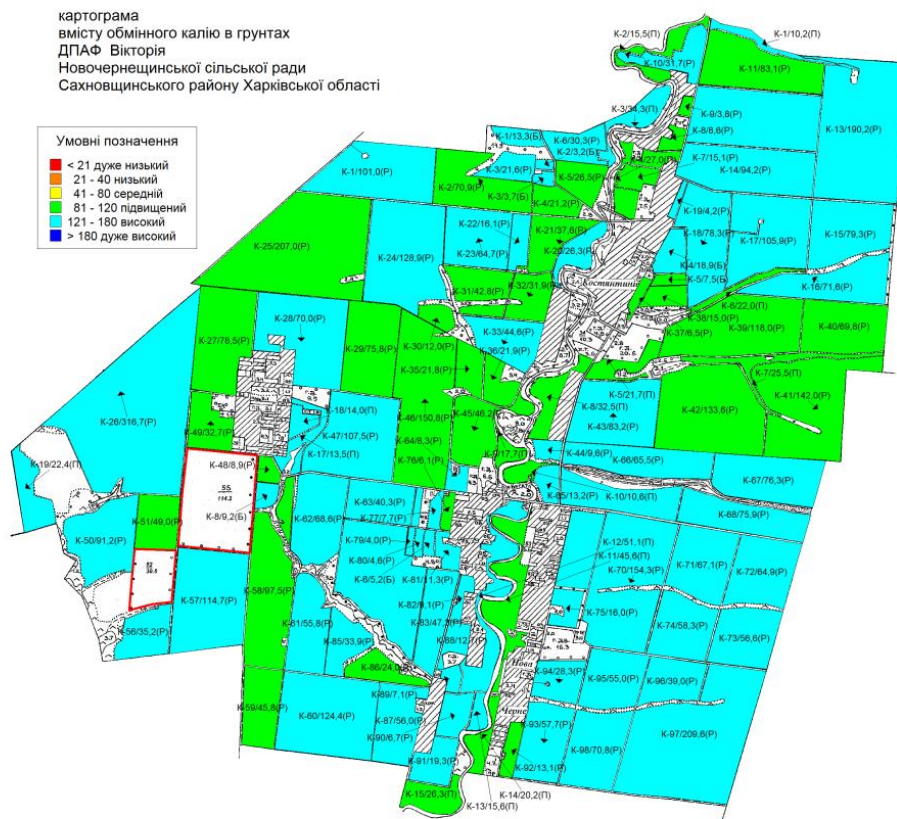


Рис.5. Картограма вмісту рухомих форм калію у ґрунтах ДПАФ «Вікторія» Сахновщинського району Харківської області

Нарешті відсутність в Україні потужної сировинної бази для виробництва фосфорних і калійних добрив вплинула на співвідношення між азотними, фосфорними і калійними добривами. На початку 90-х років це можливо була одна із головних причин переходу господарств на одностороннє внесення азотних добрив [6].

Скорочення виробництва і застосування фосфорних і калійних добрив обумовило зменшення надходження у ґрунти сірки і мікроелементів. Як видно із табл. 3, разом із основними добривами у ґрунт надходила значна частка мікроелементів.

Звичайно, що ринок мінеральних добрив у сучасних умовах господарювання є досить динамічним і потребує проведення постійних досліджень. Коротко наведено огляд ринку добрив за два останніх роки. Основна маса імпорту-експорту добрив проходить через порти Чорного і

Балтійського моря. Станом на серпень 2019 року ціни на карбамід у Чорноморсько-Балтійському регіоні знизилися до 250-256 дол. США 1 т, FOB Чорне море і 258-263 дол.США 1т,FOB Балтика. Пропозиції на поставки рідкого аміаку у цей час були обмежені (внаслідок планових ремонтів на заводах). Разом із тим і попит на нього був низьким , це обумовило відносну стабілізацію на ціни аміака. Вона залишилася на рівні 210 \$ за 1т. FOB. Аналітик І.А «Інфоіндустрія» Костянтин Кінжалов зазначає, що ситуація з цінами на аміак найближчим часом навряд чи зміниться.

Основними споживачами аміачної селітри на цей час виступає Латинська Америка і Бразилія. Поставщиком виступають російські компанії. Продаж селітри в Латинську Америку відбувається по ціні 192-198 \$ за 1 т,FOB Чорне море і 197-200 \$ за 1т, FOB Балтійське море.

Вартість на КАС не змінилася. Її продають по 137-143\$ за 1т. FOB Балтійське море.

Що стосується імпорту в Україну спеціальних добрив (Ірина Терещенко, 2019) , то протягом вересня 2019р було завезено 1102т сульфату магнію. Найбільші партії сульфату магнію були завезені з Китаю (79%). Доля поставок вказаного добрива із Польщі становила 16%. Серед інших спеціальних добрив в Україну завозилися кальцієва селітра, моно-амонійфосфат. Загальний обсяг імпорту водорозчинних добрив в Україну у 2019 році зріс і становив 1520т. Слід зазначити, що серед водорозчинних добрив переважають тверді форми (73%) над рідкими формуляціями.

В останні роки популярністю в Україні користується сульфат амонію. Виробництво вказаного добрива у країнах СНГ знизилося внаслідок скорочення синтезу капролактама. Вартість на вказане добриво у портах Чорного моря піднялась до 125-130\$ за 1т.FOB у портах Балтійського моря.