

Формування біогеоценотичних горизонтів у товщі едафотопів техногенних ландшафтів

І.Х. Узбек, доктор біологічних наук

Т.І. Галаган, кандидат економічних наук

*Показано, що в умовах кар'єрного середовища формування мікроборослинних асоціацій провокується аборигенними штамми мікроорганізмів та насінням рослин. Згодом це веде до концентрації біогеоценотичної маси в орному шарі едафотопів і утворенню первинних консорцій, між якими і здійснюється безперервний обмін органо-мінеральними сполуками і енергією. Це і є першопрчиною початку ґрунтоутворення з **поверхні** едафотопів.*

Кар'єрні розробки корисних копалин трансформують існуючі ландшафти в техногенні пустощі і призводять до повного руйнування природних біогеоценотичних горизонтів. Утворюються внутрішні і зовнішні відвали кар'єрів, на яких внаслідок анемо-, гідро-, зоо- та антропохорії поселяються клітини аборигенних штамів мікроорганізмів та насіння рослин. Підтвердженням цьому є результати наших досліджень, які показали, що в умовах Запорізької біоекологічної станції моніторингу техногенних ландшафтів (Орджонікідзевський гірничозбагачувальний комбінат в Нікопольському районі Дніпропетровської області) у чашки Петрі із живильним середовищем тільки за 30 хв з повітря потрапляє і проростає в середньому за рік 270 спор і клітин мікробів. Причому найбільш інтенсивна інокуляція едафотопів мікроорганізмами і насінням рослин відбувається навесні і восени, тобто в період проведення більшості сільськогосподарських робіт на сусідніх староорних землях.

З цього і починається формування мікроборослинних асоціацій, які розвиваються під пресом специфічних фізико-хімічних властивостей кар'єрного середовища. Унаслідок цього з'являються нові біотехногенні комплекси, які суттєво відрізняються від природних ландшафтів морфологічними параметрами, структурою і складом біогеоценозів, характером кругообігу речовин і енергії та біологічною продуктивністю.

В умовах степового Придніпров'я такі антропічні утворення інтенсивно поширюються, тому їх дослідження має велике науково-практичне значення, насамперед з еколого-економічної і соціальної точок зору.

Об'єкти і методи дослідження. Об'єктом наших досліджень були третинні і четвертинні відкладення відвалів кар'єрів Орджонікідзевського ГЗК, предметом – дослідження факторів, що впливають на відновлення біогеоценотичних горизонтів у товщі едафотопів техногенних ландшафтів.

Як тести на визначення інтенсивності формування біогеоценотичних горизонтів використовували 23 види вищих культурних рослин. Особлива увага

приділялася бобовим багаторічним травам – люцерні та еспарцету, які є найбільш перспективними культурами для освоєння порушених земель.

Досліди були крупноділяночними, закладеними дактиль-методом та методом латинського квадрата, тобто методами, що враховують неоднорідність ґрунтового покриву.

За контроль прийняті зональні природні біогеоценози.

Для аналізу зразків гірських порід і зонального чорнозему південного використовували апробовані, загальноприйняті фізико-хімічні, мікробіологічні та біохімічні методи аналізу [1, 2, 5]. З метою підвищення об'єктивності результатів аналізів проводили змішування зразків однойменних шарів із п'яти розрізів однотипних едафотопів.

Отримані дані досліджень піддавали математичній обробці [4], результати якої дозволяють вважати їх вірогідними.

Результати дослідження та їх обговорення. Тридцятип'ятирічні дослідження зразків зонального непорушеного чорнозему і гірських порід дозволяють з великою часткою впевненості стверджувати про початкові стадії формування біогеоценотичних горизонтів у товщі едафотопів. Цей складний і тривалий процес починається відразу після виносу на денну поверхню гірських порід та їхнього заселення мікроорганізмами.

Зазначимо, що в зразках, відібраних безпосередньо з борту кар'єру, мікроорганізми відсутні. Отже, і пул мікроорганізмів у свіжовідсипаних породах практично дорівнює нулю. Згодом, уже через 7 років, навіть на парових ділянках (без добрив і рослин) нараховували велику кількість мікроорганізмів, особливо у шарі 0–20 см (табл. 1).

1. Динаміка чисельності мікроорганізмів в едафотопях без рослин і добрив, млн/г абсолютно сухої наважки

Варіант	Глибина відбору зразка, см	Час проведення аналізу						
		травень	червень	липень	серпень	вересень	жовтень	листопад
Непорушений чорнозем південний	0–20	203,6	434,8	24,1	42,2	11,1	4,5	8,8
	20–40	92,3	219,9	23,3	32,6	7,3	3,9	5,6
Насипний шар чорнозему	0–20	153,8	367,4	12,7	20,5	12,2	9,9	2,8
	20–40	47,9	75,8	10,6	3,6	4,3	9,0	1,2
Лесоподібний суглинок	0–20	4,5	21,4	2,6	15,0	4,0	3,3	2,5
	20–40	3,9	3,6	2,3	8,6	3,1	1,9	0,6
Червоно-бура глина	0–20	0,7	34,9	22,6	44,2	27,8	4,7	3,5
	20–40	0,5	24,6	1,6	17,5	0,9	1,2	1,4
Сіро-зелена глина	0–20	11,3	63,7	9,1	12,3	6,7	13,2	9,8
	20–40	2,5	41,8	1,3	7,3	2,8	3,8	3,9

Наголосимо, що в товщі молодих едафотопів безліч ще не заселених мікрозон із властивим тільки їм мікросередовищем, часто цілком придатним для життєдіяльності мікрофлори. Проникаючи в такі мікрозони, ґрунтові мікроорганізми інтенсивно розвиваються, піддають руйнуванню мінерали

гірських порід і створюють умови для живлення майбутніх рослин.

Розчинення мікроорганізмами мінералів гірських порід, а також гідротермічні умови сприяють тому, що в товщі едафотопів кількість мікроорганізмів з весни стрімко збільшується і сягає свого максимуму в травні–червні, зі стрибкоподібним зниженням до осені. Уже через 7 років після планування поверхні едафотопів у верхньому 20-сантиметровому шарі лесоподібних суглинків нараховувалося 21 млн мікроорганізмів, виявлених на МПА, а в червоно-бурих і сіро-зелених глинах та в насипному шарі чорнозему відповідно 35; 64; 367 млн на 1 г абсолютно сухої наважки.

Чисельність мікроорганізмів значно збільшується під рослинністю, особливо під багаторічними бобовими травами. Їх кореневі системи виступають не тільки регулятором складу і чисельності мікроорганізмів, але і джерелом їхнього живлення, зокрема азотними сполуками, яких у гірських породах практично немає.

В умовах проведення наших дослідів люцерна і еспарцет розширюють склад активно метаболізуючих мікроорганізмів і забезпечують взаємозв'язок всіх компонентів екосистеми, за якої найбільш ефективно використовуються ресурси едафотопу. Причому в ризосфері рослин відбуваються постійні зміни і поповнення складу ґрунтових мікроорганізмів.

Отже, біологічна активність едафотопів техногенних ландшафтів дуже динамічна. Рівновага, що встановлюється між мікроорганізмами і техногенним середовищем, постійно порушується через добові й сезонні зміни гідротермічного режиму, вмісту органічної речовини, значення рН і т.д. Це особливо відчутно на ділянках рекультивації, де екосистеми тільки починають формуватися, і їх розвиток багато в чому залежить від якісних властивостей едафотопу. Тому еволюція системи едафотоп–мікроорганізми–корені рослин відбувається в напрямку збільшення щільності живої речовини і посилення її впливу, насамперед на мінеральну частину едафотопу. Як показали дослідження, екосистема тим стійкіша, чим більше функціонально різнорідних організмів входить до її складу.

Слід зазначити, що з моменту проведення гірничотехнічного етапу рекультивації в орному шарі едафотопів починають проявлятися ті складні процеси, сукупність дії яких зумовлює направленість і інтенсивність нового ґрунтоутворення. Пильної уваги тут заслуговують органічна маса рослин і мікроорганізми, які розкладають цю масу. Переробляючи залишки рослин та інших істот, мікроорганізми змінюють склад рідкої і газоподібної фаз едафотопу, сприяють акумуляції елементів ґрунтової родючості. До того ж ця родючість багато в чому зумовлена своєрідними взаєминами, що виникають у системі едафотоп–мікроорганізми–корені.

Багаторічні дослідження показали, що дуже важливим для життєдіяльності мікроорганізмів є надзвичайне різноманіття сполучень різних факторів. Передусім специфічність накопичення і розповсюдження рослинних залишків у товщі едафотопів, а отже, і чисельності мікроорганізмів.

Екстремальні умови техногенних ландшафтів змушують мікроорганізми і рослини виявляти усі свої біологічні і генетичні можливості для виживання і

сумісного мешкання з іншими організмами. Саме тому можна вважати: чим більше мікроорганізмів, тим інтенсивніше перебігають процеси формування біогеоценотичних горизонтів і накопичення елементів ґрунтової родючості. Підкреслимо, що чисельність мікроорганізмів є одним із найважливіших елементів еколого-біологічної оцінки молодих ґрунтів.

Нашими дослідженнями встановлено, що тільки бобові рослини (люцерна, еспарцет, буркун, горох, чина тощо) здатні в екстремальних умовах техногенного середовища, навіть без внесення добрив, накопичувати значну кількість органічної маси. При цьому великого значення набуває товщина коренів та їх розподіл у товщі гірських порід (табл. 2). Скажімо, встановлено, що найтонші корені діаметром менше 0,5 мм проникають у мікрозони гранул і збуджують процес їхньої біологізації. Наприклад, люцерна на сіро-зеленій глині (без добрив) забезпечувала врожай сіна в 42,8 ц/га; маса повітряно-сухих коренів у шарі 0–40 см складала 66 ц/га, з яких 30 % були найтоншими. Цьому сприяла та обставина, що бобові культури ростуть і розвиваються в тісному контакті з мікрофлорою, яка рясно населяє поверхню їх кореневих систем. У кожному грамі абсолютно сухої наважки із шару 0–40 см тієї ж сіро-зеленої глини (без добрив) нараховували в середньому 25 млн мікроорганізмів, а у верхній 10-сантиметровій товщі їх кількість сягала 65 млн і більше. Здатність мікрофлори жити на поверхні коренів, не проникаючи в їхні тканини, і живитися виділеннями цих же коренів, а головне, оліготрофність, є основними факторами для виникнення консортивних зв'язків.

2. Будова і розподіл кореневих систем люцерни та еспарцету третього року життя (без добрив)*

Едафотоп	Всього коренів, г/м ³	По фракціях (середній діаметр коренів)							
		> 5 мм (7 мм)		5–1 мм (3 мм)		1–0,5 мм (0,75 мм)		< 0,5 мм (0,25 мм)	
		товща досліджуваного шару, см							
		0–40	0–100	0–40	0–100	0–40	0–100	0–40	0–100
1. Непорушений чорнозем південний	309,0	39,6	39,6	91,1	97,9	4,7	11,0	127,5	160,5
	677,8	156,7	156,7	210,5	265,5	14,9	34,7	142,0	220,9
2. Лесоподібний суглинок	465,7	12,5	12,5	123,3	131,3	11,3	20,2	217,5	301,7
	988,0	88,1	88,1	469,2	567,1	13,1	29,6	216,7	303,2
3. Червоно-бура глина	734,7	-	-	108,8	108,8	30,3	38,5	447,6	587,4
	1054,4	-	-	463,8	488,2	18,5	44,4	354,9	521,8
4. Сіро-зелена глина	783,8	-	-	160,0	165,9	25,1	50,0	404,0	567,9
	814,9	35,1	35,1	353,0	365,1	32,0	48,3	242,4	366,4

* Тут і в табл. 3: чисельник – еспарцет, знаменник – люцерна.

3. Вміст деяких елементів живлення в коренях люцерни та еспарцету (без добрив), кг/га

Варіант	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO
Непорущений чорнозем південний	37,6	8,4	11,8	138,8
	154,1	21,6	52,9	80,8
Лесоподібний суглинок	68,4	14,9	29,1	107,1
	114,6	19,0	33,6	84,8
Червоно-бура глина	157,3	26,3	49,9	214,8
	271,9	38,2	71,5	191,2
Сіро-зелена глина	121,2	19,4	49,5	150,5
	180,0	29,0	63,4	102,1

Розкладання мікроорганізмами такої великої кількості органічного матеріалу бобових рослин сприяє інтенсивному накопиченню елементів

грунтової родючості (табл. 3), особливо азоту, якого в едафотоплах техногенних ландшафтів практично немає.

Привертає увагу вражаюча кількість й інших поживних речовин, особливо кальцію. Загальновідомо, що саме він є тією цементуючою речовиною, що скріплює окремі гранули твердої фази ґрунту у водостійкі структурні грудочки. Під постійним пресом коренів, насичених елементами живлення, структуроутворювальна дія кальцію є неперевершеною. Порівняно зі зразками гірських порід, відібраних з борту кар'єру, сума відсотків водостійких агрегатів розміром 0,25–1 мм у шарі 0–20 см едафотопів після їхньої 35-річної фітомеліорації збільшилась у 2–4 рази і склала: в лесоподібному суглинку 9,5 %, у червоно-бурій глині – 16 і у сіро-зеленій глині – 25 %. Зрозуміло, що таке суттєве поліпшення фізико-хімічних властивостей едафотопів віддзеркалює фітомеліоративну дію корневих систем трав'яних угруповань, направлених на формування зв'язків між мінеральною частиною едафотопу і його поселенцями. Саме так виникають первинні консортивні зв'язки.

На рекультивованих землях у первинних консорціях як детермінант, тобто основне ядро, слугує самостійно існуюча автотрофна рослина. В умовах степового Придніпров'я – це люцерна всіх видів, еспарцет, буркун, в'язіль барвистий та ін.

Первинні консорції з автотрофними детермінантами безпосередньо беруть участь у зародженні нового ґрунтоутворювального процесу і сприяють створенню біогеоценотичних горизонтів.

Численні консортивні зв'язки в зоні корневих систем, наприклад люцерни і еспарцету, сприяють нормальному розвитку рослин, накопиченню великої кількості загальної фітомаси, інтенсивній біологізації едафотопів. В основі всіх цих явищ лежить вплив консортів один на одного, коли роль кожного організму стосовно іншого є суттєвим фактором середовища, що відбивається в загальному процесі його перетворення. Тому в товщі техногенних ландшафтів встановлюється безліч різноманітних консортивних зв'язків, характер дії яких визначається біологічними особливостями автотрофного детермінанта і екологічними можливостями едафотопу.

Однак найважливіша роль консорцій полягає в тому, що вони сприяють створенню в товщі гірських порід біогеоценотичних горизонтів, які є складовими частинами біогеоценозів. Між біогеоценозами встановлюються взаємозв'язки з обміну живими організмами, енергією, органічними і мінеральними речовинами і т.д. Величезна розмаїтість цих взаємодій і взаємозв'язків у товщі едафотопів пояснюється гетерогенністю відвальної маси. Тут навіть невеликий її об'єм може бути складеним різними за фізико-хімічними властивостями породами. Проте в цій неоднорідній товщі встановлюються радіальні і латеральні [3] напрями, по яких здійснюється речовинний і енергетичний зв'язок між окремими біогеоценотичними горизонтами.

На рекультивованих землях особливого значення набувають радіалі верхньої 40-сантиметрової товщі едафотопів. Саме тут, де концентруються корені рослин, мікроорганізми та їх метаболіти, по косних і речовинних

радіалях іде безперервний обмін сполуками і енергією. Причому радіалі концентрують свою біогеоценотичну масу в орному шарі едафотопів. Це і є першопричиною початку ґрунтоутворення з **поверхні** едафотопів, де міжбіогеоценозна міграція речовин і енергії особливо сильно прогресує, бо пов'язана з рухом води і повітря. Цьому явищу є певне вагоме підтвердження. Дослідне поле, що складене сумішшю з лесоподібних суглинків і древньооалувіальних пісків, 22 роки перебувало в необроблюваному стані під впливом природної рослинності бобових і тонконогих видів. За цей час сформувався ґрунтовий профіль із трьох горизонтів, які легко відрізняються між собою за морфологічними признаками.

За 22-річний період кількість елементів живлення в цьому едафотопі значно збільшилася: азоту – з 0,30 мг у нижньому, третьому, горизонті до 2,10 мг у верхньому, першому; рухомого фосфору – з 0,40 до 5,43 мг і обмінного калію – з 6,9 до 38,7 мг на 100 г наважки відповідно. Вміст гумусу збільшився на 1,9 % і склав у першому горизонті 2,01 %. Навіть у другому горизонті цей показник становив 0,72 %. Збільшився і вміст фізичної глини (частки розміром < 0,01 мм), що значно підвищило ємність поглинання орґано-мінеральних сполук у товщі цього молодого ґрунту.

Продукти життєдіяльності мікроорґанізмів і коренів неминуче сприяють підвищенню ферментативної активності едафотопу. Так, у першому горизонті активність інвертази, в порівнянні з активністю інвертази в третьому горизонті, збільшилася в 9 разів, фосфатази в 13, уреазу в 36, каталази в 1,5 і дегідрогенази в 72 рази. Високе відношення інвертази до каталази свідчить про те, що в едафотопі інтенсивно відбуваються процеси гідролізу складних орґанічних сполук. Зазначимо, що процеси синтезу гумусових речовин перебігають повільно.

Висновки

1. У товщі едафотопів техногенних ландшафтів утворюється безліч мікрозон, які інтенсивно заселяються мікроорґанізмами і насінням рослин. З цього і починається формування мікробо-рослинних асоціацій, розвиток яких відбувається під пресом специфічних фізико-хімічних властивостей едафотопів кар'єрного середовища.

2. Динаміка загальної чисельності мікроорґанізмів зумовлена складним характером взаємовідносин, що встановлюються між мікроорґанізмами, коренями рослин і властивостями едафотопів. Ці взаємовідносини сприяють формуванню численних, дуже складних консортивних зв'язків, які є основою цілеспрямованого створення стійких агрофітоценозів.

3. Мікроорґанізми, маса коренів та фізико-хімічні властивості едафотопів перебувають у тісному взаємозв'язку з ферментами, разом створюють єдину нерозривну і дуже складну біогеоценотичну систему, яка постійно функціонує і з часом прогресує в товщі едафотопів. Це і є тією потужною силою, що формує майбутні ґрунти.

Бібліографія

1. *Аринушкина Е.В.* Руководство по химическому анализу почв: Учебное пособие. – М.: Изд-во МГУ, 1970. – 482 с.
2. *Бабьева И.П., Агре Н.С.* Практическое руководство по биологии почв. – М.: Изд-во МГУ, 1971. – 140 с.
3. *Бялович Ю.П.* Биогеоценотические горизонты // Сборник работ по геоботанике, ботанической географии, систематике растений и палеогеографии. Секция ботаники. – М., 1960. – Т. 3. – С. 43–60.
4. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Колос, 1973. – 329 с.
5. *Хазиев Ф.Х.* Почвенные ферменты. – М.: Знание, 1972. – 32 с.

Поиск альтернативных технологий обезжиривания фосфатидного концентрата

К.А. Мельников, доктор технических наук

М.В. Луценко, кандидат технических наук

Досліджені три технології знежирювання фосфатидного концентрату соняшникової олії: виведення фосфоліпідів з розчину фосфатидного концентрату соняшникової олії в гексані шляхом їх гідратації водою; знежирювання фосфатидного концентрату ізопропіловим спиртом при температурі 50–80 °С і ваговому відношенні фосфатидного концентрату до ізопропілового спирту 1:2 на початковій стадії і далі – 1:1; знежирювання ацетоном при температурі 45–50 °С і відношенні фосфатидного концентрату до ацетону 1:2, а далі – 1:1. Визначений компонентний склад видалених фосфоліпідів.

В последние десятилетия в ряде отраслей хозяйствования человека проявился особый интерес к фосфолипидам, которые являются условным отходом при очистке растительных масел на стадии их гидратации. Это прежде всего производство биологически активных добавок (БАД), фармацевтическая и пищевая промышленность, сельское хозяйство и некоторые непищевые отрасли (текстильная, нефтяная, лакокрасочная).

На масложировых заводах фосфолипиды выделяют в виде фосфатидного концентрата, содержащего 51–59 % собственно фосфолипидов, 38,0–39,5 % нейтрального масла.

Основным препятствием к широкому использованию фосфолипидов является отсутствие надежной технологии обезжиривания фосфатидного концентрата, которая в свою очередь была бы связана с поиском эффективного экстрагента жиров, способного хорошо растворять жиры и не затрагивать фосфолипиды. Долгое время таким растворителем был ацетон, на основе которого Р. Ревальд [1] разработал технологию обезжиривания фосфатидного концентрата. Эта технология с некоторыми модификациями используется и в настоящее время. К сожалению, предложенная технология обладает недостатком: для полного обезжиривания фосфатидного концентрата необходимо 30-кратное количество растворителя на единицу фосфатидного концентрата, что приводит к увеличению энергозатрат на регенерацию растворителя.

Попытка снижения затрат ацетона на обезжиривание фосфатидного концентрата способствует образованию частично обезжиренных смолообразных фосфолипидов, которые практически непроницаемы для экстрагента.

Недостатком ацетона, как экстрагента жиров, является и его неспособность экстрагировать углеводы и белковые вещества, что в свою очередь завышает выход обезжиренных фосфолипидов, загрязненных сопутствующими веществами.

Изучение поведения растворов фосфолипидов в неполярных растворителях в зависимости от внешних факторов (действие агентов гидратации, температуры и т.д.) позволило выработать приемы дестабилизации фосфолипидов и полного выделения их из фосфатидного концентрата.

1. Растворимость фосфатидных концентратов в гексане в зависимости от внешних условий

Соотношение фосфатидный концентрат и гексан (весовые части)	Температура процесса, °С	Время перемешивания (контакта), мин	Растворено веществ, %
Фосфатидный концентрат, выделенный из растительного масла гидратированием паром под давлением 1 : 0,5	25	5	75,3
		10	77,2
		15	78,0
	35	5	75,2
		10	78,3
		15	78,3
	55	5	78,4
		10	78,0
		15	78,5
1 : 1	25	5	98,8
		10	98,4
		15	99,8
	35	5	99,0
		10	99,5
		15	99,8
	55	5	99,0
		10	99,5
		15	99,6
1 : 2	25	5	99,2
		10	99,7
		15	99,7
	35	5	99,4
		10	99,8
		15	99,8
Фосфатидный концентрат, выделенный из растительного масла гидратированием водой 1 : 1	25	5	65,3
		10	66,2
		15	66,3
	35	5	66,0
		10	66,2
		15	66,7
	55	5	66,2
		10	66,2
		15	66,7
1 : 2	25	5	66,7
		10	67,3
		15	67,3
	35	5	66,5
		10	67,3
		15	67,5
	55	5	66,8
		10	67,2
		15	67,6

Целью проводимых исследований является поиск эффективных экстрагентов и создание более экономичных технологий обезжиривания фосфатидного концентрата.

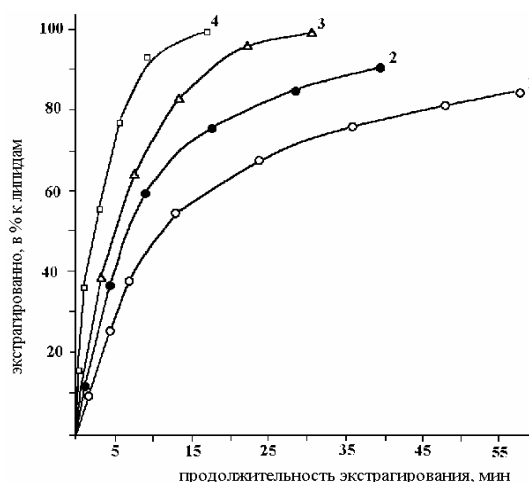
Одна из технологий обезжиривания фосфатидного концентрата, разработанных нами, заключается в выведении фосфолипидов путем их гидратации из раствора фосфатидного концентрата в неполярном растворителе (гексане) [2, 3] – табл. 1. Как видим, увеличение температуры и длительности обработки фосфатидного концентрата гексаном существенно не сказывается на растворимости фосфатидного концентрата в экстрагенте. В то же время фосфатидные концентраты, выделенные из растительного масла гидратацией водой и содержащие 0,9–1,6 % воды, значительно хуже растворяются в гексане, поэтому содержание воды в фосфатидном концентрате является основным фактором, определяющим растворимость фосфатидного концентрата в гексане.

Из раствора фосфатидного концентрата в гексане фосфолипиды выводили путем полного их гидратирования водой, которую добавляли в весовом соотношении фосфатидный концентрат и вода как 1:1–1,5 [2, 4]. В условиях полного гидратирования фосфолипиды теряют заряд и растворимость в гексане и в виде легкодисперсного осадка выводятся из раствора.

2. Влияние расхода воды на полноту выведения гидратированных фосфолипидов из гексанового раствора

Соотношение		Получено, %	
фосфатидный концентрат и гексан	фосфатидный концентрат и вода	фосфолипидов	остаток
1 : 1	1 : 0,5	28,0	72,0
1 : 1	1 : 1	63,5	36,5
1 : 1	1 : 1,5	65,0	35,0
1 : 1	1 : 2	66,4	33,6

В табл. 2 приведены результаты исследований влияния воды, используемой для гидратации фосфолипидов, на полноту их выведения из гексанового раствора (Фосфатидный концентрат 50 г).



Кинетические кривые обезжиривания фосфатидного концентрата при температурах: 1–20 °С; 2–30 °С; 3–40 °С; 4–50 °С; соотношение фосфатидный концентрат и воды как 1:1,5.

Снижение соотношения фосфатидный концентрат и воды ниже 1:1 не позволяет полностью вывести фосфолипиды из гексанового раствора. После смешивания гексанового раствора фосфатидного концентрата с водой начинается процесс разделения на гексановый слой, содержащий липиды (жиры) и сопутствующие им вещества (верхний слой), от гидратированных фосфолипидов (нижний слой). При этом установлено, что полнота разделения (обезжиривания) всецело зависит от внешних условий, и в первую очередь от температуры.

Оптимальным температурным диапазоном для отделения гидратированных фосфолипидов от нейтральных масел, растворенных в гексане, является режим 40–50 °С (рисунок).

Гидратированные фосфолипиды после отделения гексанового слоя в целях частичного обезвоживания подвергали термообработке при температурах 60–80 °С в течении 20–30 мин. Дальнейшее обезвоживание осуществляли центрифугированием и высушиванием под вакуумом в токе азота.

Полученные фосфолипиды представляют собой смесь, содержащую фосфатидилхолин (лецитин) и фосфатидилэтаноламин (табл. 3).

3. Фракционный состав обезжиренных фосфолипидов

Фракция	Содержание (в %) при соотношении фосфатидный концентрат и вода	
	1: 1	1: 1,5
Фосфатидилхолин	28,0	28,5
Фосфатидилинозитол	14,2	13,9
Фосфатидилсерин	13,8	13,4
Лизофосфатидилхолин	0,6	0,5
Фосфатидилэтаноламин	24,2	24,5
Фосфатидные кислоты	7,3	7,5
Дифосфатидилглицерол	6,6	6,8
Неизвестные	5,3	4,9

4. Влияние технологических факторов на скорость экстрагирования фосфатидного концентрата изопропиловым спиртом

Температура экстрагирования, °С	Соотношение ФК : ИПС (весовые части)	Время экстрагирования, мин	% экстрагированных веществ
50	1:2 на начальной стадии, далее – 1:1	5	38,00
		10	43,80
		15	45,50
		20	45,70
60	1:2 на начальной стадии, далее – 1:1	5	38,75
		10	44,85
		15	45,80
		20	46,00
70	1:2 на начальной стадии, далее – 1:1	5	38,30
		10	44,53
		15	46,20
		20	46,40

80	1:2 на начальной стадии, далее – 1:1	5	37,90
		10	41,21
		15	43,92
		20	44,90
		25	45,71
		30	46,00
60	1:1 во всех экстракциях	5	38,90
		10	45,00
		15	45,82
		20	46,40
60	1:2 во всех экстракциях	5	39,00
		10	45,71
		15	46,00

Для фосфатидного концентрата, полученного гидратацией подсолнечного масла водой и который характеризуется повышенным содержанием воды, нами разработана технология обезжиривания изопропиловым спиртом (ИПС) при повышенных температурах и небольших весовых соотношениях фосфатидный концентрат и изопропиловый спирт [5–7]. Фосфатидный концентрат обрабатывают изопропиловым спиртом в весовом соотношении фосфатидный концентрат и изопропиловый спирт как 1:2 на начальной стадии, а далее, для уменьшения растворимости лецитина в изопропиловом спирте, как 1:1 при температуре 50–80 °С и интенсивном перемешивании (табл. 4). Время контакта фосфатидного концентрата с изопропиловым спиртом на каждой стадии экстрагирования составляет 5 мин. При таких температурных условиях углеводородная часть фосфолипидов частично переходит в расплавленное состояние, что способствует большему контакту экстрагента с компонентами фосфатидного концентрата и более быстрому его обезжириванию.

Указанная технология выделения фосфолипидов изопропиловым спиртом пригодна для обезжиривания фосфолипидного концентрата при любом содержании воды [7] – табл. 5.

Сравнивая данные табл. 3 и 5, следует заключить, что обезжиренные фосфолипиды независимо от природы экстрагента имеют приблизительно одинаковый компонентный состав.

5. Компонентный состав фосфолипидов, %

Название компонентов	Условия обезжиривания*			
	I	II	III	IV
Фосфатидилсерин	13,0	13,5	14,0	14,0
Фосфатидинозитол	14,2	14,3	14,3	15,0
Лизофосфатидилхолин	0,3	0,3	0,4	0,4
Фосфатидилхолин	28,2	28,0	27,6	26,8
Фосфатидилэтанолламин	24,3	24,4	24,8	25,2
Лизофосфатидилэтанолламин	0,3	0,3	0,2	0,2
Фосфатидилглицерол	4,3	4,2	3,9	3,9
Дифосфатидилглицерол	6,3	6,6	6,9	6,5
N-ацилфосфатидилэтанолламин	1,6	1,1	0,6	0,7
Фосфатидная кислота	7,5	7,3	7,3	7,3

* I, II, III, IV – соответственно температура обезжиривания фосфатидного концентрата 50, 60, 70, 80 °С; соотношение фосфатидный концентрат и изопропиловый спирт как 1:2 на начальной стадии, далее – как 1:1.

Используя нагревание, как внешний фактор воздействия на фосфолипиды при экстракции полярными растворителями, мы усовершенствовали существующую технологию обезжиривания фосфатидного концентрата ацетоном, позволившую значительно сократить расход ацетона и уменьшить энергозатраты на его регенерацию. Суть усовершенствования состоит в том, что фосфатидный концентрат экстрагируют ацетоном в весовом соотношении фосфатидный концентрат и ацетон как 1:2 на начальной стадии, а далее соотношение 1:1 при температурах, близких к температуре кипения ацетона (45–50 °С), с последующим охлаждением смеси до комнатной температуры и декантированием жидкой фазы [8] (табл. 6).

6. Влияние технологических факторов на выход обезжиренного фосфатидного концентрата (ОФК) при экстракции ацетоном

Температура экстрагирования, °С	Время, мин	Соотношение ФК : ацетон (весовые части)	Общий расход ацетона на единицу ФК	Масса полученного ОФК из 100 г фосфатидного концентрата
45	5	1:2 при первом экстрагировании, далее – 1:1	1:4	49,15
50	5	1:2 при первом экстрагировании, далее – 1:1	1:4	51,90
55	5	1:2 при первом экстрагировании, далее – 1:1	1:4	52,00
45	5	1:1 на всех стадиях экстрагирования	1:6	44,30
50	5	1:1 на всех стадиях экстрагирования	1:5	48,70

Обезжиривание фосфатидного концентрата ацетоном по разработанной технологии позволяет сократить расход экстрагента в сравнении его затратой при существующей технологии и уменьшить энергетические расходы на регенерацию ацетона.

Выводы

1. *Технология выделения фосфолипидов путем гидратации из раствора фосфатидного концентратом в гексане пригодна в случае использования фосфатидных концентратов с незначительной влажностью (0,4–0,5 %).*

2. *Ацетоновый способ обезжиривания фосфатидного концентрата при повышенных температурах, несмотря на значительную экономию растворителя и снижение энергозатрат на его регенерацию, не совсем приемлем для получения фосфолипидов пищевого концентрата в связи с токсичностью экстрагента.*

3. *Изопропиловый спирт, как экстрагент для обезжиривания фосфолипидного концентрата, пригоден при любой влажности фосфатидного концентрата, практически не ядовит; технология обезжиривания*

фосфатидного концентрата ізопропиловим спиртом дозволяє отримати фосфоліпиди харчового призначення.

Библиография

1. *Pardun H.* Fortschritte in der Gewinnung und Verarbeitung von Pflanzenlecithinen // *Fette, Seifen, Anstrichmittel*. – 1982. – Vol.84, № 1. – P. 1–11.

2. *Мельников К.А., Кобзарь М.В.* Технология получения пищевого лецитина из фосфатидного концентрата подсолнечного масла // *Вопросы химии и химической технологии*. – 2004. – № 4. – С. 160–164.

3. Патент 45451 Украина МКІ⁶ С 07 F 9/10. Спосіб виділення фосфатидів із фосфатидного концентрату / *К.О. Мельников, П.Е. Шмалько, В.А. Марочко, О.М. Михайлик, О.І. Школа, А.П. Анисимов, Т.П. Кармазіна*; Дніпропетровський держ. аграр. ун-т; Укр. держ. хіміко-технол. ун-т. – № 98116293; Заявл. 27.11.98; Опубл. 15.04.02.

4. *Мельников К.А., Кобзарь М.В.* К вопросу дестабилизации фосфолипидов и их выведения из растворов в неполярных растворителях // *Матеріали VII Міжнародної науково-практичної конференції “Наука і освіта '2004”*. – Дніпропетровськ: Наука і освіта, 2004. – Т. 53 “Хімія та хімічні технології”. – С. 23–24.

5. *Мельников К.О., Кобзарь М.В.* Технологія знежирення фосфатидного концентрату соняшникової олії ізопропиловим спиртом // *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка “Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв”*. – Харків, 2004. – Т. 1. – С. 211–218.

6. *Мельников К.А., Кобзарь М.В.* Лецитинсодержащая пищевая добавка из фосфатидного концентрата подсолнечного масла // *Вопросы химии и химической технологии*. – 2004. – № 6. – С. 69–71.

7. *Кобзарь М.В., Мельников К.А.* Лецитин из фосфатидного концентрата подсолнечного масла // *Вісник Дніпропетровського державного аграрного університету*. – 2007. – № 2. – С. 46–51.

8. Патент 70870 А Україна, МКІ 7 С0 7F9/10. Спосіб виділення фосфоліпідів із фосфатидного концентрату / *К.О. Мельников, М.В. Кобзарь, М.М. Мельник*; Дніпропетровський держ. аграр. ун-т. – № 20031213149; Заявл. 30.12.2003; Опубл. 15.10.2004; Бюл. № 10.

Використання біодобрива в технології вирощування соняшнику

Л.І. Ясинська, кандидат сільськогосподарських наук

А.В. Кохан, аспірант

Таврійський державний агротехнологічний університет, м. Мелітополь

Розглянуто вплив різних систем удобрення біологічним препаратом Байкал ЕМ-1 на формування продуктивності соняшнику в багарних умовах Південного Степу України. Встановлено, що найвища ефективність при вирощуванні соняшнику досягається від внесення Байкалу ЕМ-1 у ґрунт та при його внесенні в ґрунт з обробкою насіння та двома підживленнями.

Соняшник – типова рослина степової зони України і одна з основних сільськогосподарських культур. Успіх вирощування значною мірою залежить від мінливих умов зовнішнього середовища та технологічних прийомів його вирощування.

До останнього часу технологія вирощування культури передбачала для створення оптимального поживного режиму застосування тільки мінеральних форм добрив, що в деяких випадках призводило до зменшення гумусу і збідніння на поживні речовини кореневміщуючого шару ґрунту і, як наслідок, – до значного зниження врожаю. Альтернативою вирішення проблеми підвищення врожайів соняшнику та його якості може бути застосування біодобрив [1–4]. Дослідники опікувалися в основному вивченням використання добрив у Північних областях України й на інших сільськогосподарських культурах.

Метою нашої роботи було вивчення впливу різних способів удобрення біодобривом Байкал ЕМ-1 на продуктивність культури в багарних умовах Південного Степу України.

Дослід проводили в 2004–2006 рр. на дослідному полі ТДАУ за схемою:

- 1) контроль (без внесення добрив);
- 2) Байкал ЕМ-1 – 20 л/га в ґрунт;
- 3) Байкал ЕМ-1 - 20 л/га в ґрунт + перед посівом обробіток насіння 10 мл/т + 2 підживлення з концентрацією 1 л/т у фази сходів та утворення 3–4 листків;
- 4) Байкал ЕМ-1 – 20 л/га + аміачна селітра – 60 кг/га – в ґрунт + два підживлення в період сходів та утворення 3–4 листків з концентрацією досліджуваного біодобрива 1:500 + 20 кг д. р. аміачної селітри;
- 5) два підживлення Байкалом ЕМ-1 у розведенні 1:500 в період сходів та утворення 3–4 листків;
- б) мінеральні добрива – у нормі нітроаміофоска 60 кг/га (еталон).

Внесення добрив як хімічного, так і біологічного походження в ґрунт відбувалося за два тижні до сівби культури.

Ґрунт ділянок – заплавний чорнозем, легкосуглинковий, середньогумусний

з достатнім вмістом рухомих форм фосфору і калію та недостатнім – азоту. За механічним складом ґрунт характеризується відносною однорідністю, його можна віднести до мулувато-крупношелуватих важких суглинків. Реакція ґрунтового розчину нейтральна.

Технологічні операції і догляд за посівами проводили за загальноприйнятими нормами та методиками [5]. Норма висіву соняшнику – з розрахунку 50 тис. рослин на 1 га, глибина сівби 5–6 см, ширина міжрядь 70 см. Гібрид – Запорізький-28.

У роки досліджень на території степової зони України склалися недостатньо сприятливі погодні умови для вирощування соняшнику через значні коливання середньодобової температури та кількості опадів з їх сильною нерівномірністю розподілу протягом вегетації. Відзначимо, що в 2005–2006 рр. спостерігалися посухи в період формування та наливу насіння соняшнику.

Сівбу соняшнику проводили в кінці першої декади травня, що дозволило захистити посіви від сходів падаличних рослин та уникнути забур'яненості. Амброзія – основна сміттева рослина, а також інші бур'яни на цей час уже перебували у фазі свого масового розвитку, яку ліквідували передпосівною культивацією.

Використання Байкалу ЕМ-1 за схемою варіантів 2 і 3 призвело до подовження строку вегетації культури на 4–5 днів порівняно з контролем, що сприяло кращій виповненості насіння.

Використання мінеральних добрив у першій половині вегетації позитивно впливає на розвиток рослин за рахунок, чого подовжується проходження фази формування суцвіть, але в другій половині вегетації за недостатньої вологи і високої температури повітря дещо стримує розвиток рослин; фази цвітіння і дозрівання соняшнику проходять на декілька днів пізніше порівняно з контролем, але початок збирання врожаю розпочинається в той же час, що і на варіантах 2 та 3 (2004–2005 рр.).

Скринінг добрив, за яких створюються сприятливі умови для росту і розвитку соняшнику та отримання високих врожаїв, визначали за методом багатокритеріальної оптимізації отриманих даних [6]. Чим більший показник цільової функції в діапазоні значень критеріїв досліджуваних варіантів, тим більш високий показник продуктивності соняшнику.

Обробка результатів дослідження за цим методом з розрахунками операції нормування і значень цільової функції для кожного варіанта дослідження дала змогу одержати певні результати (таблиця). За комплексом показників продуктивності соняшнику в динаміці протягом трьох років беззмінних посівів культури найкраще себе зарекомендував варіант із використанням Байкалу ЕМ-1 з двома позакореновими підживленнями та обробкою насіння. Тут значення цільової функції становило 13,03; дещо поступився варіант із використанням Байкалу ЕМ-1 лише як основного внесення в ґрунт (12,54).

Результати значень цільової функції $\varphi(x_1)$ – $\varphi(x_6)$ при виборі найкращого виду застосування добрив при вирощуванні соняшника при різних методах застосування добрив

Критерій	Варіант													
	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	f_j	f_j	$f_j(x^0)$	f^{opt}_j				
	1	2	3	4	5	6								
Урожайність, ц/га: 2004 р.	f_1	15,1	20,3	20,1	16,3	18,3	19,1	14,6	20,8		20,3	(max)		
	f_1	0,92	0,08	0,11	0,73	0,40	0,27			1				
	2005 р.	f_2	14,3	19,1	18,6	15,6	17,7	18,7	13,8	19,6		19,1	(max)	
		f_2	0,91	0,09	0,17	0,69	0,33	0,16			1			
	2006 р.	f_3	13,9	19,3	19,8	15,1	17	18,6	13,4	20,3		19,8	(max)	
		f_3	0,93	0,14	0,07	0,75	0,48	0,25			1			
	Діаметр кошика, см:	2004 р.	f_4	13,6	21,7	20,6	14,7	21,5	20,0	13,1	22,2		21,7	(max)
			f_4	0,95	0,05	0,18	0,82	0,08	0,24			1		
		2005 р.	f_5	16,4	22,3	22,3	19,9	22,9	22,8	15,9	23,44		22,9	(max)
f_5			0,93	0,15	0,16	0,47	0,07	0,09			1			
2006 р.		f_6	13,1	16,8	19,4	17,4	17,3	17,4	12,6	19,9		19,4	(max)	
		f_6	0,93	0,42	0,07	0,34	0,36	0,34			1			
Висота рослин, см: 2004 р.		f_7	110,6	140,1	131,0	111,6	145,8	149,1	110,1	149,6		149,1	(max)	
		f_7	0,99	0,24	0,47	0,96	0,10	0,01			1			
		2005 р.	f_8	153,7	179,5	168,7	155,3	167,6	170,1	153,2	180		179,0	(max)
	f_8		0,98	0,02	0,42	0,92	0,46	0,37			1			
	2006 р.	f_9	160,0	175,0	185,0	169,4	160,0	180,0	159,5	185,5		185,0	(max)	
		f_9	0,98	0,40	0,02	0,62	0,98	0,21			1			
	Кількість листків, шт.: 2004 р.	f_{10}	17	21	22	18	21	20	16,3	22,5		22,0	(max)	
		f_{10}	0,92	0,21	0,08	0,68	0,31	0,45			1			
		2005 р.	f_{11}	17	21	23	19	23	20	16,5	23,1		22,6	(max)
f_{11}			0,92	0,32	0,08	0,62	0,08	0,42			1			
2006 р.		f_{12}	20	23	23	20	21	22	19	23,6		23,1	(max)	
		f_{12}	0,89	0,11	0,13	0,78	0,50	0,37			1			
Площа листків, дм ² : 2004 р.		f_{13}	205,0	349,0	350,0	223,0	349,8	298,4	204,5	350,5		350,0	(max)	
		f_{13}	1,00	0,01	0,00	0,87	0,01	0,36			1			
		2005 р.	f_{14}	250,8	328,2	347,3	286,3	289,9	324,7	250,3	347,8		347,3	(max)
	f_{14}		0,99	0,20	0,01	0,63	0,59	0,24			1			
	2006 р.	f_{15}	250,1	350,0	350,4	264,1	323,4	340,6	249,6	350,9		350,4	(max)	
		f_{15}	1,00	0,01	0,00	0,86	0,27	0,10			1			
	Значення цільових функцій, $f(x^0)$		0,76	12,54	13,03	4,26	10,00	11,12						
	Ранг		1	5	6	2	3	4						

Варіант із застосуванням мінеральних добрив за значенням цільової функції поступався варіантом 2 та 3, але значно переважав контроль та інші варіанти. Підкреслимо, що застосування різних способів удобрення вплинуло на формування кількості листків на рослині та на їх площу. Встановлено, що площа листової поверхні на даних варіантах у середньому за три роки становила відповідно 3424 та 3492 см/рослину; за показником $HP_{05}=303$ згадані варіанти не відрізнялися між собою.

Збільшення фотосинтезуючої поверхні в свою чергу сприяло більш інтенсивному росту вегетативної маси культури, за рахунок чого рослини мали більший діаметр кошиків та краще виповнене насіння.

У результаті обліку встановлено, що в динаміці протягом трьох років за різних схем застосування Байкалу ЕМ-1 найвища врожайність була на варіанті зі застосуванням Байкалу ЕМ-1 лише як основного внесення в ґрунт та у варіанті зі застосуванням Байкалу ЕМ-1 як основного внесення в ґрунт з обробкою насіння та двома позакореновими підживленнями. Ці варіанти за показником статистичної достовірності ($HP_{95}=0,5$) перебували на одному рівні, не відрізняючись між собою, з урожайністю в середньому за три роки відповідно 19,5 та 19,6 ц/га, що на 30 % було більше порівняно з даними контрольного варіанта та на 4 % більше, ніж на варіанті зі застосуванням мінеральних добрив.

Варіанти 4 і 5 за фазами розвитку не відрізнялись один від одного і були на рівні контролю (2004–2005 рр.) або на рівні лідируючих варіантів 2006 р. Варіант зі застосуванням комплексу Байкалу ЕМ-1 з мінеральними добривами незначно переважав контрольний варіант, що стало наслідком пригнічення діяльності мікроорганізмів мінеральними добривами. Використання Байкалу ЕМ-1 лише як двох підживлень дозволимо збільшити врожайність на 8 %, але цей приріст є досить незначним; збільшення технологічних операцій у вирощуванні разом із підвищенням виробничих витрат у порівнянні з

контрольним варіантом є недоцільним.

Отже, за комплексом показників, з точки зору продуктивності, найкращі результати отримано у варіанті з внесенням Байкалу в ґрунт та обробкою насіння перед сівбою і двома позакореневими підживленнями та у варіанті 20 л/га досліджуваного біологічного добрива з внесенням в ґрунт за два тижні до сівби соняшнику. З економічної точки зору більш ефективним і доцільним є використання Байкалу ЕМ-1 лише як основного внесення в ґрунт, за рахунок чого відбувається скорочення кількості технологічних операцій та економічних витрат, що в свою чергу збільшує прибутковість та рентабельність даного варіанта.

Бібліографія

1. Лісовий М.В. Застосування мінеральних добрив та відновлення родючості ґрунтів в умовах сучасного землеробства // Вісник аграрної науки. – 1998. – С. 15–19.

2. Обушенко Н.Г. Основные пути и факторы интенсификации сельского хозяйства в развитых капиталистических странах. – М., 1993. – 61 с.

3. Канаши О.П. До питання про стабілізацію і відтворення родючості ґрунтів України // Агроекологічний журнал. – 2002. – № 4. – С. 38–39.

4. Марчук І. Добрива – основа підвищення врожайності й родючості ґрунту // Пропозиція. – 2000. – № 2. – С. 45.

5. Мойсейченко В.Ф., Єщенко В.О. Основи наукових досліджень в агрономії. – К.: Вища школа, 1994. – 334 с.

6. Теплицкий М. Г. Многокритериальный выбор комплексов технических средств для животноводства // Техника в сельском хозяйстве. – 1989. – № 6. – С. 25.

Моніторинг агрохімічних властивостей чорноземів степової зони за інтенсивного їх використання в Дніпропетровській області

С.І. Жученко, В.І. Чабан, О.Й. Геллер, В.Ю. Коваленко, В.В. Клейн,
кандидати сільськогосподарських наук
Л.М. Білоконь, науковий співробітник

Дніпропетровський центр "Облдержродючість"–Інститут зернового господарства УААН–Дніпропетровський державний аграрний університет

Узагальнено закономірності динаміки змін основних показників родючості чорнозему звичайного регіону за останні роки. Встановлено негативні тенденції в еволюції ґрунтового покриву. Наведено прогноз змін фосфатного і калійного режимів на близьку перспективу за екстенсивного розвитку землеробства.

Родючий ґрунтовий покрив та відносно сприятливі кліматичні умови обумовлюють розвиток аграрної галузі регіону з пріоритетом вирощування продовольчого та фуражного зерна, насіння соняшнику. За рівнем виробництва сільськогосподарської продукції область займає провідне місце в Україні [1]. Ефективність землеробства значною мірою залежить від раціонального використання ґрунтів. На жаль, нерідко спостерігається недбайливе ставлення до них. Землеробство країни за останнє півстоліття пройшло шлях від екстенсивного (до 1960 р.) розвитку до інтенсивного (1970–1990 рр.) і знов повернулося до екстенсивного, з усіма негативними його наслідками [2, 3]. Фактичний вміст гумусу в чорноземах Степу становить 3,5 %, оптимальний – 4,3 % [4]. Прогресуюче погіршення якісного стану земель створює загрозу кризи виробництву сільськогосподарської продукції. Тому в сучасних умовах питання збереження родючості ґрунтів стають невідкладними та не втрачають своєї актуальності. У зв'язку з викладеним **мета** роботи полягала в узагальненні матеріалів, отриманих за результатами ґрунтово-агрохімічних обстежень і наукових досліджень, що дозволить опрацювати нові підходи до землекористування.

Об'єктом досліджень виступають земельні ресурси регіону. При виконанні комплексу робіт використовували загальноприйняті в агрохімії методи досліджень [5].

Дніпропетровська область розташована в південно-східній частині України в басейні середньої і нижньої течії р. Дніпро. Рельєф області рівнинний, сильно перерізаний долинами річок із заплавами і терасами, ярами, балками. Домінуючі ґрунтоутворні породи на водорозділах – леси. Загальна земельна площа області становить 3192 тис. га, сільськогосподарські угіддя займають 2509, рілля – 2129 тис. га. Основний фон ґрунтового покриву складають чорноземи звичайні різної потужності гумусованого шару та механічного

складу – від легкосуглинкових до легкоглинистих. Їх частка становить близько 75 % всієї площі сільськогосподарських угідь [6].

Ґрунти мають високу потенційну родючість та здатні повною мірою забезпечувати сільськогосподарські культури необхідними елементами живлення. Сьогодні вміст гумусу коливається в межах 2,5–5,2 % і тісно пов'язаний з гранулометричним складом. Аналогічним чином змінюється і вміст поживних речовин та їх рухомість. У цілому вміст азоту нітратів (за Кравковим) змінюється від 0,8 до 4,3, рухомих фосфатів та калію (за Чириковим) – від 3,5 до 14,9 та від 3,1 до 17,2 мг/100 г ґрунту відповідно.

Узагальнення даних, одержаних за 1964–2007 рр., свідчить про трансформацію потенційної і ефективної родючості ґрунтів регіону залежно від інтенсифікації землеробства. Починаючи з 70-х років ХХ століття обсяги внесення добрив поступово зростали і досягали піку в 1986–1990 рр., коли на 1 га ріллі в середньому застосовували 7,9 т гною та 122 кг д. р. азоту, фосфору і калію (табл. 1). В умовах зрошення ці показники відповідно становили 11,1 т/га та 221 кг/га. Під озиму пшеницю вносили 186, кукурудзу на зерно – 173, цукровий буряк – 352, соняшник – 128, овочі – 227 кг/га д. р. N, P₂O₅, K₂O.

1. Динаміка середньорічного застосування добрив у землеробстві області

Роки	Добрива				
	органічні, т/га	мінеральні, кг/га д. р.			
		сума	у тому числі		
			азотні	фосфорні	калійні
1961–1965	2,5	-	-	-	-
1966–1970	3,1	22	13	7	2
1971–1975	3,4	51	25	16	10
1976–1980	4,6	80	39	25	16
1981–1985	6,7	98	48	31	19
1986–1990	7,9	122	60	38	24
1991–1995	4,4	43	30	10	3
1996–2000	1,6	18,2	15	3	0,2
2001–2005	0,4	24	17,5	5,2	1,3
2006–2007	0,2	37,1	25,2	7,8	4,1

Значні обсяги використання добрив до 1990 р. спричинили зміни в показниках потенційної і ефективної родючості ґрунтів (табл. 2). Звертає на себе увагу зниження на 0,5 % вмісту органічної речовини в ґрунтах області порівняно з вихідним. А в окремих районах (Синельниківський, Софіївський, Томаківський, Царичанський) цей показник сягає 0,7 %. Найбільш інтенсивно процес мінералізації гумусу перебігав наприкінці 60-х–початку 70-х років, коли ґрунти втратили 0,3 % гумусу за мінімального насичення ріллі гноєм. У подальшому цей процес уповільнюється (зниження на 0,1 %), але не припиняється. Це пов'язано з підвищенням обсягів використання добрив та зростанням продуктивності сільськогосподарських культур, а отже, і посиленням мінералізації гумусу. Аналогічна тенденція простежується і після 1990 р., коли скорочення внесення добрив супроводжувалося зниженням урожаїв.

2. Динаміка показників ефективної родючості ґрунтів області

Роки	Гумус, %	N-NO ₃ , мг/100 г	P ₂ O ₅ , мг/100 г	K ₂ O, мг/100 г
1958–1960	4,2	-	-	-
1971–1975	3,9	2,8	8,7	14,3
1976–1980	3,9	3,0	9,5	12,5
1981–1985	3,8	3,1	10,2	12,2
1986–1990	3,8	3,0	10,6	12,7
1991–1995	3,8	2,9	11,0	12,6
1996–2001	3,7	1,9	12,0	13,0
2002–2006	3,8	1,8	11,8	12,0

Азотний режим ґрунтів здебільшого залежить від вмісту гумусу. Оскільки його кількість лишається ще досить високою, стабільного накопичення азоту нітратів за рахунок внесення добрив не спостерігали (табл. 2). Це пов'язано зі значним його виносом врожаєм та невиробничими втратами. Однак після 1996 р. проявляється динаміка зниження його середньозваженого вмісту на 34–38 %. Даний факт можна пояснити як низькими обсягами застосування азоту мінеральних добрив, так і зміною пріоритетів галузевого розвитку сільського господарства. Збитковість тваринництва обумовила скорочення промислового поголів'я тварин та відповідно відпала необхідність відчужувати побічну продукцію злаків. Проте без внесення компенсаційної дози азоту на її розкладання в процес мінералізації активно залучається азот ґрунту, що врешті-решт і призводить до зниження рівня забезпеченості найважливішим елементом живлення.

Зростання обсягів застосування фосфорних добрив сприяло підвищенню середньозваженого вмісту фосфору, що зумовило перерозподіл площ ґрунтів за ступенем забезпечення рухомими формами (табл. 3). Якщо після I–II турів обстеження 71,2 % площ мали середній рівень забезпечення, то після VI – тільки 24 % орних земель (5–10 мг), 67,4 % – підвищеним і високим (10–20 мг), 0,6 % – низьким (менше 5 мг на 100 г ґрунту). Поки що такий рівень забезпечення зберігається.

3. Розподіл ґрунтів області за рівнем забезпечення рухомими формами елементів живлення, % від площі ріллі

Елемент живлення	Низька	Середня	Підвищена	Висока	Дуже висока
1967-1974 рр.					
N	8,3	68,9	21,0	1,8	-
P ₂ O ₅	6,6	71,2	19,3	1,7	1,2
K ₂ O	0,4	2,8	15,5	65,7	15,6
1991-1995 рр.					
N	7,5	71,0	20,5	1,0	-
P ₂ O ₅	0,6	24	43	24,4	8
K ₂ O	-	4,5	31,8	55,5	8,2

Для вмісту калію, незважаючи на зростання доз його застосування, характерна тенденція зниження (табл. 2). Порівняно з першими турами обстеження спостерігається скорочення площ з високою та дуже високою забезпеченістю калієм ґрунтів та зростання площ з підвищеним його вмістом,

що свідчить про значне використання сільськогосподарськими рослинами цього елементу живлення та про недостатнє його внесення з добривами (табл. 3).

Скорочення обсягів застосування добрив після 1991 р. (по органічних – в 1,8–40 разів, мінеральних – в 2,8–6,7 раза) призвело до порушення співвідношення між азотом, фосфором і калієм у системі удобрення. При оптимумі 1:1,0–1,3:0,5–0,8 наприкінці 80-х вони становили 1,6:1:0,6, а за останні 17 років – у кілька разів менше від рекомендованого (1:0,20–0,33:0,01–0,10), що може негативно позначитися на родючості ґрунту, а відповідно і на продуктивності культур та якості врожаю.

Оцінити стан та встановити напрям еволюційних змін основних агрохімічних показників чорнозему звичайного дозволяє їх порівняння з 60-річним перелогом (Ерастівська дослідна станція ІЗГ УААН). Звертають на себе увагу вміст органічної речовини та її запаси у ґрунті (табл. 4). Найбільш суттєві зміни спостерігали в орному шарі 0–20 см. За вмісту гумусу на перелозі 6,41 % на постійно оброблюваній ділянці він становив 4,17 %, або 65 % від еталону, при 58 % у шарі 0–10 см. Тобто різниця сягає 2,24 абс. %. Однак по профілю ґрунту вона поступово знижується і вже у шарах від 30–40 см до 90–100 см дорівнює 0,51–0,16 % з перевагою цілинної ділянки. Згідно зі шкалою оцінки гумусного стану ґрунту (0–20 і 0–100 см) староорна ділянка належить до середнього рівня, а цілинна – до високого.

Аналогічно гумусу змінювалися вміст і запаси загального азоту. Особливо чітко це простежується у верхніх шарах ґрунту (0–20 см) – 0,32 та 0,21 %. З глибиною різниця між перелогом та ріллею менш виразна.

Вміст та запаси загального фосфору в ґрунті за різних способів його утримання більш стабільні й перебувають на одному рівні.

4. Основні показники родючості чорнозему звичайного залежно від способу використання, 2000–2004 рр.

Шар ґрунту, см	Гумус		N		P ₂ O ₅	
	%	т/га	%	т/га	%	т/га
<i>Рілля</i>						
0–20	4,17	93	0,21	4,6	0,152	3,38
0–100	-	340	-	18,8	-	16,3
<i>Переліг</i>						
0–20	6,41	140	0,32	6,9	0,153	3,37
0–100	-	430	-	23,0	-	16,2

Статистична обробка даних стаціонарних дослідів дає можливість моделювання процесу формування ефективної родючості ґрунту. До прогнозу на 2010–2015 рр., за сучасного стану хімізації землеробства, вміст рухомих фосфатів (за Чириковим) може знизитись на 1,0–1,5 мг/100 г ґрунту, а рухомого калію (за Чириковим) на 1,5–1,7 мг/100 г. Тобто існує небезпека втрати за рахунок виносу з врожаями тієї кількості фосфору, що накопичилася ґрунтами у період інтенсивного використання добрив. Що стосується калію, то істотного перегрупування ґрунтів із забезпечення ним не очікується; його вміст у

зональних ґрунтах лишились на рівні підвищеного і високого.

Таким чином, аналіз стану сільського господарства області, результатів ґрунтових обстежень та даних стаціонарних дослідів дав можливість узагальнити закономірності динаміки змін основних показників родючості чорнозему звичайного за останні роки. Встановлено негативні тенденції в еволюції ґрунтового покриву. На основі створених математичних моделей, за екстенсивного розвитку землеробства, на перспективу до 2015 року прогнозується погіршення фосфатного і калійного стану ґрунтів.

Бібліографія

1. Система ведення сільського господарства Дніпропетровської області. – Дніпропетровськ, 2005. – 432 с.
2. Носко Б.С. Еволюція родючості ґрунтів в сучасних умовах // Ґрунтознавство і агрохімія. Спец. вип. до V з'їзду УТГА (6–10 липня 1998 р., м. Рівне). – Харків, 1998. – Ч. I. – С. 5–8.
3. Носко Б.С. Шляхи збереження чорноземів України // Вісник аграрної науки. – 2003. – № 1. – С. 24–27.
4. Стан родючості ґрунтів України та прогноз його змін за умов сучасного землеробства / За ред. В.В. Медведєва, М.В. Лісового. – Харків: Штрих, 2001. – 100 с.
5. Методи аналізів ґрунтів і рослин: Методичний посібник. – Харків, 1999. – Кн. I. – 157 с.
6. Довідник з агрохімічного та агроекологічного стану ґрунтів України / Б.С. Носко, Б.С. Прістер, М.В. Лобода та ін. – К.: Урожай, 1994. – 336 с.