
© Є.Ф. Шнюков¹, В.В. Моргун², В.О. Ємельянов³, В.В. Швартау²,
Т.С. Куковська¹, Л.М. Михальська², 2011

¹ ДНУ «Відділення морської геології та осадового рудоутворення НАН України», Київ

² Інститут фізіології рослин і генетики НАН України, Київ

³ Інститут геологічних наук НАН України, Київ

ГЛИБОКОВОДНІ ОРГАНО-МІНЕРАЛЬНІ ОСАДИ ЧОРНОГО МОРЯ ЯК ПЕРСПЕКТИВНА СИРОВИНА ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ НОВИХ КОМПЛЕКСНИХ ДОБРИВ

Представлено результати вивчення глибоководних органо-мінеральних осадів (ГВОМО) Чорного моря, в тому числі сапропелей, з метою створення екологічно безпечних технологій вирощування високих та якісних врожайів сільськогосподарських культур. Встановлено вплив сапропелей Чорного моря разом з макро- і мікрокомпонентами на формування врожаю озимої пшениці сорту Смуглянка. Запропоновано продовжити дослідження можливостей використання ГВОМО Чорного моря як важливої складової комплексних добрив для підвищення урожайності пшениці та інших культур і покращення якості та елементного складу продукції.

Стратегічним завданням для України є «зниження її залежності від імпорту дефіцитної для національної економіки сировини та збільшення експортного потенціалу за рахунок вітчизняних корисних копалин, що мають підвищений попит на світовому ринку» (Закон України від 22.02.2006 № 3458-IV «Про схвалення Загальнодержавна програма розвитку мінерально-сировинної бази України на період до 2010»). Пріоритетні напрями досліджень, встановлені Загальнодержавною програмою, визначено в результаті всебічного аналізу потреб та забезпеченості України мінеральними та енергетичними ресурсами суші і наявності тих чи інших корисних копалин на морському дні. У зв'язку з тим, що запаси корисних копалин суші України по деяких видах обмежені або вичерпуються, значна роль у підвищенні економічного потенціалу України відводиться Чорному та Азовському морям.

Результати багаторічних геолого-геофізичних досліджень Чорного моря, вивчення процесів голоценового седиментогенезу в цьому басейні показали, що сформована в ньому за останні 7–8 тис. років геоекологічна система має у своєму складі певні компоненти, що можуть розглядатися як ресурси, корисні для різноманітних галузей господарства та виробництва, особливо сільськогосподарського. До таких можна віднести глибоководні органо-мінеральні осади (ГВОМО) – сапропелєві, сапропелєвміщуючі, кокколітові і діатомові мули. Вміст в них одночасно дрібнодисперсних і колоїдних мінеральних і аморфних силікатів, біологічно важливих металів та неметалів і велика кількість органічних сполук робить їх унікальними серед морських осадових утворень.

ГВОМО Чорного моря містять велику кількість біологічно активних речовин, що може бути використано при створенні високопродуктивних сортів нового покоління та високоефективних агрохімікатів, у тому числі добрив з високими коефіцієнтами засвоєння поживних речовин.

Основу ГВОМО становить сапропелевий мул. Слово «сапропель» в перекладі з грецького означає «гнилий мул». Ці утворення вивчаються в Чорному морі, починаючи з першої третини 20 ст. різними дослідниками [1, 2, 3 та ін.]. Початок «прикладного» етапу досліджень сапропелей Чорного моря пов'язаний з виконанням спільних україно-болгарських досліджень за програмою по лінії СЕВ у 1987–1990 рр. (було сформовано і проведено перші дослідження), а також, починаючи з 1994 року, в рамках «Національної програми морських досліджень і використання ресурсів Азово-Чорноморського басейну, інших районів Світового океану» та цільової комплексної програми НАН України, пов'язаної з морськими дослідженнями [4, 5, 6, 7, 8, 9 та ін.]. Над вивченням сапропелей працювали також виробничі організації – Кримська експедиція «Кримгеології», Причорноморська експедиція.

Виділяють кілька різновидів сапропелевих осадів: власне сапропелевий мул, сапропелево-глинистий або глинисто-сапропелевий мул, сапропелева брекчія; сапропелево-кокколітові, сапропелево-діатомові, сапропелево-кокколітово-діатомові мули тощо. Ці різновиди об'єднуються в збагачений органічною речовиною горизонт сапропелевміщуючих осадів, ГВОМО. Корисним компонентом є аморфна безструктурна речовина, що називається сапропелевою. Припускають, що вона виникає з планктону, фітопланктону і бактеріопланктону. В той же час фіксується домішка дисперсної гумусної органічної речовини, що продукується наземними рослинами [10].

В межах Чорного моря горизонт сапропелевміщуючих осадів у голоценовій товщі максимально розвинутий в глибоководних западинах, на підніжжі і у верхніх частинах материкового схилу при глибинах моря зазвичай не менше 500 м.

Товщина шару власне сапропелей – від 0,1 до 0,5 м. Потужність всієї товщі осадів, збагачених сапропелевою органічною речовиною, змінюється в різних районах моря від 0,35 до 2 м. Розподіл товщі сапропеленосних осадів залежить в основному від рельєфу дна. Максимальні потужності зазвичай зумовлені процесами зсування осадів на крутих схилах, у підніжжя материкового схилу, у грязьових вулканів. Сапропеленосні осадки підстелюються сірими новоевксинськими мулами, перекриваються кокколітовими мулами. Потужність розкриття 0,5–1,0 м.

В різних районах Чорного моря розріз і склад сапропелевміщуючих осадів змінюється в досить широких межах. Особливо чітко ці відмінності спостерігаються при зіставленні Західночорноморської і Східночорноморської западин. В першій вони утворюють єдиний по всій акваторії горизонт, знищений зсувними процесами лише в осьових частинах каньйонів і на перегінах схилу. Сапропелевміщуюча товща на материковому схилі перешаровується тонкими прошарками діатомового мулу. В сапропеленосних осадах Західночорноморської западини пелітова фракція становить від 77,2 до

97,3 %; важливу роль в їх складі має біогенний матеріал – діатомовий, кокколітовий мул.

У Східночорноморській западині сапропелєвміщуючі осади характеризуються перешаруванням пропластків глинистих і біогенних мулів з сапропелєм при загальному зменшенні сапропелєутворюючого матеріалу за рахунок більш потужного нагромадження осадів. Характерна гранулометрична строкатість. Пересічний вміст пелітових фракцій становить 77,8 %. Крупноколлоїдна фракція переважає над субколлоїдною, як і в Західночорноморській западині.

Глиниста частина сапропелєй складається монтморилонітом, каолінітом, глинистим хлоритом. Місцями виявлено кальцит органігенного походження (до 60 %), фіксуються помітні домішки аутигенних гіпсу, галіту, сульфідів заліза, фосфатні органічні рештки. Теригенні мінерали представлені кварцем, плагіоклазом, калієвим польовим шпатом, апатитом, рутилом. У складі фракції, меншої за 0,05 мм, встановлено одичні зерна мусковіту, амфіболів, турмаліну, піроксену, гранату, глауконіту, епідоту, ставроліту, магнетиту, ільменіту, лейкоксену, сфену, циркону.

Хімічний склад сапропелєй своєрідний. Поряд із збагаченням органічною речовиною вони відносно збіднені карбонатами (пересічно 17 % CaCO_3). Вміст інших осадоутворюючих компонентів коливається: $\text{SiO}_{2\text{вал}}$ – від 20 до 50 %. $\text{SiO}_{2\text{аморф}}$ – до 10%; Al_2O_3 – від 5 до 16 %; Na_2O – 0,91 до 4,37 %, пересічно 2,05 %; K_2O – від 1,01 до 2,84 %, пересічно – 1,98%; P_2O_5 – від 0,02 до 0,3%, пересічно – 0,12%; Fe – 2,5 – 5 %; Mn – до 5 %; Ti – 0,15 – 0,20 %. Вміст трьох останніх елементів нижчий, ніж у новоевксинських мулах. Розподіл провідного елемента сапропелєй – $\text{C}_{\text{орг}}$ – по площі басейну Чорного моря характеризується його найвищими вмістами в халістатичній області (пересічно – 10,23 % $\text{C}_{\text{орг}}$). Високі концентрації $\text{C}_{\text{орг}}$ по периферії цієї області: Болгарський сектор на широті Варни – 9,46 % $\text{C}_{\text{орг}}$; Дунайський каньон – 9,90 % $\text{C}_{\text{орг}}$; Дністровський каньон – 4,97 % $\text{C}_{\text{орг}}$ тощо. У вертикальному розрізі $\text{C}_{\text{орг}}$ в осадах сапропелєносноі товщі змінюється від 1,70 % в кокколіто-сапропелєвих мулах до 22,9 % в сапропелєвих мулах.

Крім осадоутворюючих елементів в сапропелєях встановлено понад 20 мікрокомпонентів, в тому числі Mo, U, Cu, Zn, Ni, As, Se, Ag, Au у вищекларкових кількостях і Cr, Ya, Ge, Rb, Sr, Y, Pb, Br, V – у нижчекларкових концентраціях [11].

Серед всієї різноманітності елементів особливий інтерес становить Mo, концентрації якого у деяких районах моря можуть використовуватися як супутна сировина при переробці сапропелєй.

Роботами Причорноморської експедиції за даними рентгеноспектрального аналізу сапропелєй виявлено кілька площ з концентраціями понад 0,020 % Mo, пересічний вміст – 0,023 % (115 кларків концентрації). Максимальні вмісти Mo сягали 0,030–0,032%. Основні площі підвищеного вмісту Mo локалізовані в західній частині западини Чорного моря поблизу конусів виносу Дунаю. Загальна площа проявів Mo оцінюється геологами Причорноморської експедиції в 1165 км² [11].

Час утворення сапропелевих мулів датується радіовуглецевим методом від 7–8 до 3 тис. років тому¹, коли з початку існування давньочорноморського басейну його палеогеографія майже не відрізняється від такої сучасного Чорного моря. Розміри приблизно дорівнювали сучасному морю або були ледь менше. Солоність давньочорноморського басейну на початку його існування була суттєво нижче сучасної і поступово збільшувалася. Видовий склад живого світу був бідніший, але в кількісному відношенні значно багатший. Д.І. Раузер-Чорноусова показала, що давнє Чорне море було значно багатшим на рослини, особливо фітопланктон. Отже, давньочорноморський басейн був суттєво збагачений масою органічної речовини. Її сезонне осідання приводило до виникнення сапропелевміщуючих осадів з їхньою характерною шаруватістю [1].

Збагачення сапропелей органічною речовиною, багатьма біологічно активними мікроелементами, колосальні запаси (порядку $3,2 \times 10^{11} \text{ м}^3$) – все це робить їх перспективними для аграрно-промислового комплексу України і півдня Росії.

Наука та практика вже мають досвід вживання у якості добрив озерних сапропелей. Відомо, що добрива на їх основі мають ряд переваг, зокрема:

- забезпечують здоровий ріст рослин (комплекс гумінових та фульвокислот, кератиноїди, цитокініни, гібереліни тощо);

- висококонцентровані корисні речовини довготривалої дії стимулюють активний ріст проростків та розвиток кореневої системи, що сприяє швидшому дозріванню, високій урожайності та знижує стрес при пересадці саджанців;

- сприяють утриманню вологи в ґрунті, значно підвищують потенціал утримання поживних речовин в піщаних ґрунтах, діючи як система доставки води та поживних речовин в більш доступній для рослин формі.

- забезпечують комплексом цінних мікроорганізмів, таких як азотфіксуючі бактерії, грибки мусорризаль та ін., захищаючи рослину і кореневу систему від хвороб. В сапропелях присутня мікрофлора, яка сприяє інтенсивному росту рослин;

- покращують та контролюють рівень солей, забезпечуючи рослини кальцієвою підкормкою, захищають клітинні мембрани, підвищують стійкість до вимивання з ґрунту поживних речовин, володіють властивістю віддавати ґрунту поживні речовини поступово та сприяють прискореному утворенню гумусу в ґрунті;

- при застосуванні сапропелей відсутній адаптаційний період, вони починають ефективно діяти відразу після застосування;

- сапропелі багаті на природні вітаміни, містять каротин (провітамін А), В₁, В₂, В₃, В₅, В₆, В₁₂, Е, С, D, Р та фолієву кислоту. Також вони містять найбільший набір амінокислот (гістидин, глутамінова кислота, гліцин,

¹ Це найбільш визначені дати. В різних джерелах час утворення сапропелей датується по різному. Так, вік підошви сапропелевих осадків за радіовуглецем коливається від 5083 років (Дегенс, 1980) до 7450 років (Джонс, 1990), а за карбонатним радіовуглецем – навіть до 14 тис. років. Вік покрівлі власне сапропелевих осадів оцінюється від 1633 років (Хефф) до 3450+120 років (Дегенс, 1980). До речі, сапропелі в озерних осадах суші, за даними радіовуглецевих визначень і пілкового аналізу, утворилися не пізніше 12 тис. років тому.

валін, аргінін, аспарагінова кислота, аланін, серин, лейцин, ізoleyцин, фенілаланін, тирозин, лізин, метіонін, треонін, цистин), ферментів (каталази, пероксидази, редуктази, протеази) та різноманітних мікроелементів (Co, Mn, Cu, B, Zn, I, Br, Mo, V, Cr, Be, Ni, Ag, Sn, Pb, As, Ba, Sr, Ti).

В 2010 році в рамках виконання науково-технічного проекту «Виготовлення експериментальної партії нових комплексних добрив на основі природних органо-мінеральних донних відкладів Чорного моря», були проведені дослідження, головним досягненням яких стала розробка технології виготовлення експериментальної партії нових високоефективних комплексних добрив на основі природних органо-мінеральних донних осадів Чорного моря.

З метою розробки нової технології було проведено комплексні теоретичні, аналітичні та морські експедиційні дослідження.

В результаті геологічних досліджень вибрано дослідний полігон в західній глибоководній частині Чорного моря (у межах виключної (морської) економічної зони України) та здійснено відбір крупномасштабних технологічних проб. За результатами аналітичних досліджень уточнені дані про речовинний склад, властивості і технологічну цінність (як нетрадиційної сировини) ГВОМО. Також за допомогою сучасних методів – іонної хроматографії та атомно-абсорбційної спектрофотометрії – визначено іонний та елементний склад ГВОМО і комплексних добрив на їх основі. Встановлено вплив нових комплексних добрив на елементний склад ґрунту та можливість застосування нових комплексних органо-мінеральних добрив під озиму пшеницю та інші культури. Проведено дослідження ефективності нових комплексних добрив в умовах експериментального сільськогосподарського виробництва.

Результати морських експедиційних досліджень в західній глибоководній частині Чорного моря. Дослідний полігон в західній частині Чорного моря (у межах виключної (морської) економічної зони України) було вибрано на підставі узагальнення результатів досліджень, які виконувала Державна наукова установа «Відділення морської геології та осадового рудоутворення НАН України» протягом минулих років та у 2010 році під час виконання 65-го експедиційного рейсу НДС «Професор Водяницький» (у період з 30 липня по 10 серпня). При виборі полігону враховувалася наближеність його до берега.

Дослідний полігон площею 1378 км² розташований на північний захід від Кримського п-ова в субабісальній зоні Західночорноморської глибоководної западини, в області зчленування підніжжя континентального схилу, далеко висунутого на південний схід, з глибоководною западиною з глибинами в крайніх точках від 1650 (північно-західна межа полігону) до 2000 м (південно-східна межа полігону) (рис. 1).

Рельєф дна. Поверхня дна в районі полігону рівна, слабонахилена на південний схід і рівнинна в області зчленування підніжжя континентального схилу з глибоководною западиною.

Літологічну будову осадової товщі полігону вивчено за колонками донних осадів, відібраних на станціях 14/65-17/65 (65-й рейс НДС «Професор Водяницький», 2010 р.), а також станціях, виконаних у минулих рейсах на

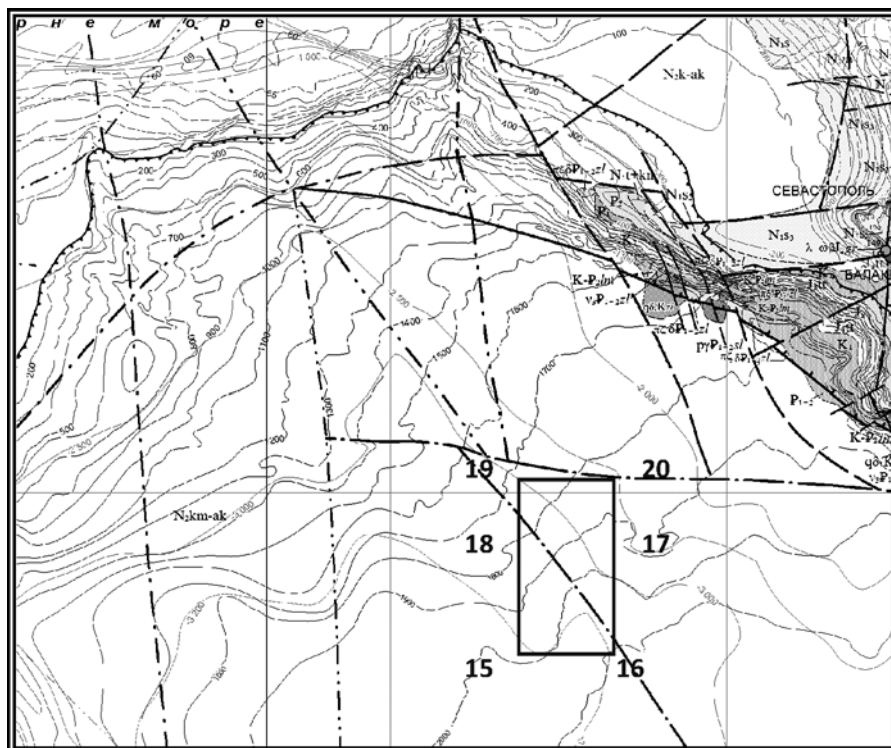


Рис. 1. Положення дослідного полігону (65-й рейс НДС «Професор Водяницький», 2010 р., 30-й рейс НДС «Владимир Паршин», 2009 р.)

території виділеного полігону та на ділянках, які з ним межують: ст. 15/30-20/30 (полігон, глибини 1650-2400 м), ст. 11/30-14/30 (полігон, глибини відповідно 800, 900, 1800 і 1900 м); на північний схід від полігону (ст. 21/30, глибина 1648 м), а також на станціях, виконаних у минулих рейсах на території виділеного полігону (ст. 5286 і 5295) і поблизу його меж (ст. 5261, 5263, 5287).

Встановлено, що сапропелеві мули є досить витриманим прошарком у всіх колонках в західній глибоководній частині досліджуваного району і розглядаються як маркуючий горизонт (рис.2). Вони чітко виділяються на тлі підстилюючих теригенних і перекриваючих мікрослоїстих кокколітових мулів як за кольором (темно-сірі, зеленувато-сірі до чорних), так і за текстурно-структурними особливостями. Сапропелеві мули представлені однорідним, щільним, гумоподібним сапропелем і шаруватими (від макро- до мікрослоїстих) світлішими, зеленувато-сірими збагаченими органічною речовиною осадами. У гранулометричному відношенні сапропелі і сапропелевміщуючі осади відносяться до алеврітово-пелітових утворень.

За літологічним складом мули підрозділяються на власне сапропелеві і сапропелевміщуючі. Останні, як правило, залягають у підшві та покрівлі пласта сапропелевих осадів і різною мірою розубожені глинистим матеріалом.

Відмінною рисою будови сапропеленосної товщі донних осадів глибоководної частини Чорного моря в районі, прилеглому до гірської частини Криму (ст. 28-34 і 5672), є наявність у розрізі погано витриманих прошарків

сапропелю, перемежованих зі збідненими сапропелевими мулами, а на окремих станціях – турбідитовими мулами (ст. 5672).

Заслуговує на увагу шар осадів, що перекидає сапропелеву товщу. Він представлений кокколітовими мікрошаруватими осадами, збагаченими мікроелементами та органічною речовиною. За результа-

татами попередніх досліджень ці осади розглядаються нами у складі технологічного шару, що включає продуктивний шар і шар вскриші, який також може бути використаний для виготовлення добрив.

За результатами досліджень сапропеленосна товща належить до верхніх частин розрізу донних відкладень.

Пересічна товщина продуктивного шару, що включає власне сапропель та інші види сапропелевміщуючих осадів, становить близько 51 см при крайніх значеннях показника 8-129 см (табл. 1).

Таблиця 1

Основні параметри сапропелевого горизонту і вскриші

№ ст.	Інтервали сапропелевого горизонту, м	Потужність сапропелевого горизонту, м	Потужність вскриші, м
14/65	0,82–,47	0,65	0,82
15/65	0,33–0,79	0,46	0,33
16/65	0,75–1,37	0,62	0,75
17/65	0,41–1,70	1,29	0,41
15/30	0,55–1,0	0,45	0,55
16/30	0,35–0,45	0,10	0,35
17/30	0,42–0,5	0,08	0,42
18/30	0,1–1,35	1,25	0,1
19/30	0,78–1,20	0,42	0,78
20/30	0,55 – 1,05	0,50	0,55

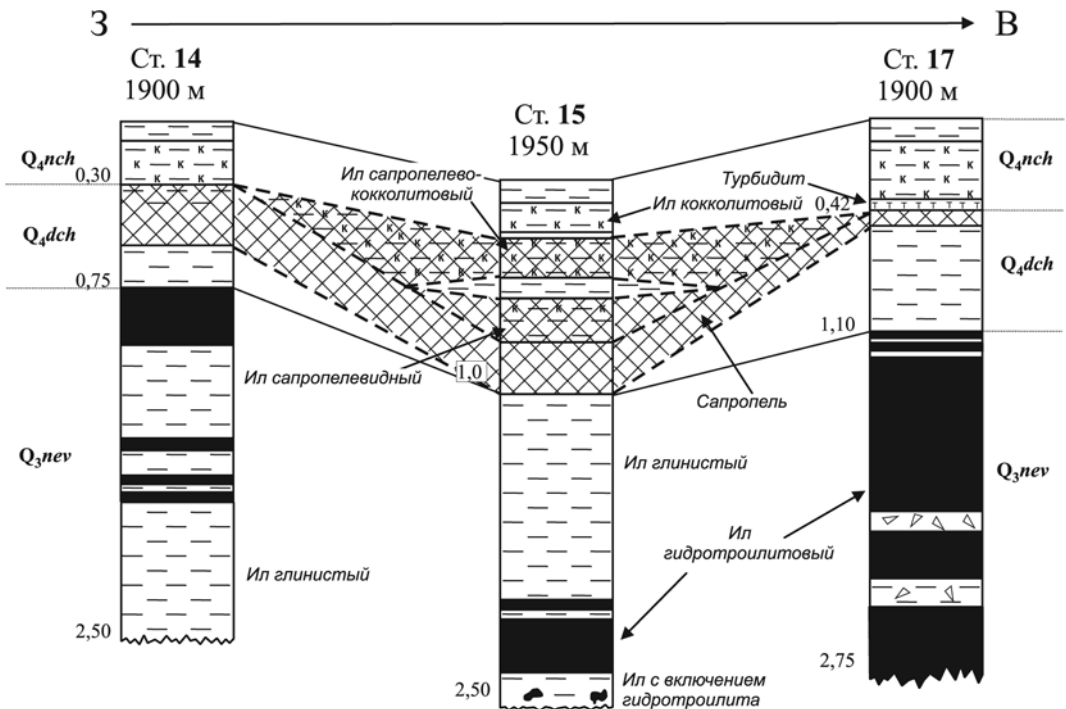


Рис. 2. Характерний вертикальний розподіл голоценових осадів Чорного моря

Сумарна потужність технологічного шару, з урахуванням продуктивного шару і шару вскриші, передбачається пересічно 72–73 см при крайніх значеннях 45–135 см і найбільш імовірних – 90–100 см.

В рамках виконання науково-технічного проекту проведено дослідження молекулярних механізмів регуляції іонного гомеостазу, дії біологічно-активних речовин, що зумовлює створення високопродуктивних сортів нового покоління та високоефективних агрохімікатів, у тому числі добрив з високими коефіцієнтами засвоєння поживних речовин.

Встановленим є факт, що для реалізації потенційної продуктивності сучасних високоінтенсивних сортів озимої пшениці при їх вирощуванні в ґрунтово-кліматичних умовах Лісостепу першочергове значення має регулювання умов живлення, тобто максимальне наближення параметрів живлення до генетичних особливостей цих сортів шляхом раціонального застосування необхідних добрив. У цих умовах значну роль відіграють використання та оптимізація різних способів живлення рослин для якнайповнішого забезпечення рослин елементами мінерального живлення з метою підвищення їх доступності рослинам, підвищення коефіцієнту їх використання з добрив, а також для запобігання втрат елементів живлення, що є актуальним у зв'язку з високою вартістю добрив. У зв'язку з цим, поряд із ґрунтовим живленням рослин, велике значення мають розробка поживних сумішей і використання позакореневого живлення і передпосівної обробки насіння мінеральними елементами. Особливої актуальності набуває визначення доступних форм, оптимальних співвідношень і доз мінеральних елементів для живлення високопродуктивних сортів озимої пшениці [12–26].

Тому в рамках інноваційного проекту НАН України 2010 року було виготовлено експериментальну партію комплексних добрив та досліджено вплив сапропелей Чорного моря разом з макро- і мікроелементами на формування урожаю озимої пшениці.

Результати польових досліджень сапропелей. Польові дослідження проводились у 2009-2010 роках на базі дослідного сільськогосподарського виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАН України в смт. Глевасі Васильківського району Київської обл., на виробничих посівах озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.), сорт Смуглянка. Досліди проводили на темно-сірому опідзоленому ґрунті, піщано-легкосуглинковому за механічним складом. Попередник – сидеральна культура озимий ріпак.

Результати свідчать про те, що в умовах польового дослідження сапропелі є важливим елементом системи живлення культури та підвищують ефективність фону мінерального живлення у посівах озимої пшениці Смуглянка. Поділ дози сапропелю та його внесення протягом весняно-літнього періоду підвищувало ефективність внесення органічного добрива. Зважаючи на складні погодні умови вегетаційного сезону 2010 року внесення ГВОМО можна вважати фактором стабілізації врожайності культури за умов змін клімату.

Результати визначення якісних показників зерна на приладі Inframatik 8600 фірми Perten наведені в таблицях 2–3. Як свідчать дані табл. 4, застосування ГВОМО Чорного моря є високоефективним та дешевим способом як підвищення урожайності, так і покращення якості продукції, її елементного складу.

Таблиця 2

Вплив кореневого та позакореневого внесення добрив на урожай озимої пшениці сорту Смуглянка, ц/га

Схема внесення добрив по варіантах					Урожай	
Загальна доза	Осіньне підживлення	I підживлення, фаза куцїння	II підживлення, вихід у трубку	III підживлення, прап. листок	ц/га	%
Без внесення добрив (контроль)					30,1	100
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ S ₁₀	N ₄₀ P ₅₀ K ₄₀	N ₃₀ P ₁₀ K ₁₀ S ₅	N ₁₀ K ₅ S ₅	N ₁₅	40,2	133
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ S ₁₀ + сапропель, 10 кг	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ + сапропель, 10кг	N ₃₅ S ₅	N ₁₅ S ₅		44,1	146
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ S ₁₀ + сапропель, 10 кг	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₅ S ₅ + сапропель, 5 кг	N ₁₅ S ₅ + сапропель, 5 кг		47,6	158
НІР ₀₅	6,4					

За результатами літературного огляду та з власних досліджень визначено основні напрями створення добрив на основі ГВОМО Чорного моря, а саме:

– створення гранульованих добрив: комплексні добрива, які містять макро- та мікроелементи, хелатуючі речовини, ГВОМО 1–2% як стимулятори росту та гранулоутворювачі;

– створення добрив для позакореневого підживлення. Використовуються безпосередньо робочі розчини для позакореневого обприскування із вмістом органічної речовини 0,1–0,5%.

(При використанні ГВОМО Чорного моря для позакореневого підживлення важливе значення має точність відокремлення сапропелевої фракції

Таблиця 3

Вплив кореневого і позакореневого внесення добрив на вміст білка і клейковини в зерні озимої пшениці сорту Смуглянка, 2010

№	Внесення добрив по варіантах					Вміст	
	загальна доза	осіньне підживлення	I підживлення, фаза куцїння	II підживлення, вихід у трубку	III підживлення, прап. лист.	білка, %	клейковини, %
1	Без внесення добрив (контроль)	–	–	–	–	12,9±0,6	27,1±1,3
2	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₅	N ₁₅	–	13,8±0,4	28,5±1,0
3	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ S ₁₀ + сапропель, 10 кг	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀ + сапропель, 10 кг	N ₃₅ S ₅	N ₁₅ S ₅	–	13,6±0,2	28,7±0,3
4	N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀ S ₁₀ + сапропель, 10 кг	N ₄₀ P ₆₀ K ₆₀	N ₃₅ S ₅ + сапропель, 5 кг	N ₁₅ S ₅ + сапропель, 5кг	–	14,6±0,3	31,0±0,7

від підложки, яка має підвищений вміст оксиду алюмінію і не утворює стійкі робочі суспензії.)

За результатами проведення у 2009–2010 рр. польового дослідження, закладеного на базі дослідного сільськогосподарського виробництва Інституту фізіології рослин і генетики НАН України в смт. Глевасі Васильківського району Київської обл., на виробничих посівах озимої пшениці (*Triticum aestivum* L.), сорт Смуглянка (досліди проводили на темно-сірому опідзоленому ґрунті, піщано-легкосуглинковому за механічним складом, попередник – сидеральна культура озимий ріпак) встановлено:

– в умовах польового дослідження ГВОМО є важливим елементом системи живлення культури та підвищують ефективність фону мінерального живлення у посівах озимої пшениці Смуглянка. Поділ дози ГВОМО та його внесення протягом весняно-літнього періоду підвищували ефективність органічного добрива. Зважаючи на складні погодні умови вегетаційного сезону 2010 року, внесення ГВОМО можна вважати фактором стабілізації врожайності культури за умов змін клімату;

– внесення добрив сприяло підвищенню вмісту білка в зерні озимої пшениці сорту Смуглянка на 0,9 % порівняно з контролем, де цей показник складав 12,9 %. Вміст клейковини в зерні озимої пшениці під впливом добрив дещо підвищувався – на 1,4 % при його рівні у контролі 27,1 %. Внесення ГВОМО зумовлювало помірне підвищення якісних показників зерна на фоні внесення мікроелементів;

– результати структурного аналізу польового дослідження свідчать, що у рослин озимої пшениці сорту Смуглянка внесення в ґрунт добрив у дозі N90P60K60 збільшувало кількість продуктивних пагонів на 24 %. У рослин досліджуваного сорту виявлено позитивну дію добрив на кількість продуктивних пагонів і, особливо, на масу зерна з бокових пагонів, та на збільшення маси зерен з головного колоса.

Виходячи з одержаних оригінальних результатів, а також враховуючи матеріали наукових досліджень минулих років, які, в тому числі, проводилися іншими фахівцями, вважаємо за доцільне у подальшому продовжити дослідження можливості використання ГВОМО Чорного моря в якості добрив з метою отримання високих врожаїв озимої пшениці, інших культур та біофортифікації. Застосування ГВОМО Чорного моря, як свідчать результати вже проведених досліджень, може у майбутньому стати високо-ефективним та дешевим способом як підвищення урожайності, так і покращення якості продукції, її елементного складу.

Визначну роль у підвищенні продуктивності мають створення сортів із високими рівнями засвоєння макро- та мікроелементів із важкодоступ-

Таблиця 4

Вміст молібдену у зерні озимої пшениці сорту Смуглянка після обприскування розчином сапропелю у фазу прапорцевого листка

Варіант		Метод ІСР
% сапропелю	Мо, мкг/кг	%, у порівнянні з контролем
Контроль	2,0	100
0,2	10,2	500
0,4	11,5	575
НІР ₀₅	2,2	–

них субстратів та розробка сучасних, спеціалізованих до групи сортів/сортів, комплексних добрив та систем живлення. Шляхами підвищення коефіцієнтів засвоєння елементів живлення також є поділ дози елемента, локальне внесення, позакореневе підживлення та застосування сучасних видів добрив. При розробці комплексних добрив для позакореневого підживлення зниження сольового індексу може досягатися додаванням органічних речовин (амінокислоти, компоненти циклу синтезу нікотинаміду) із властивостями переносників іонів у рослини та нефітотоксичних хелатуючих агентів. В якості останніх як перспективні розглядаються модифіковані сапропелі, гумати.

Виключною особливістю ГВОМО Чорного моря є їх біологічне походження та присутність у них макро-, мезо-, мікроелементів, численних органічних речовин, що робить їх важливою складовою екологічно безпечних технологій вирощування високих та якісних врожаїв сільськогосподарських культур. Комплексні органо-мінеральні добрива на основі ГВОМО Чорного моря можуть бути вагомим чинником забезпечення високих врожаїв сільськогосподарських культур, відновлення родючості ґрунтів та зниження вартості добрив на ринку України. При цьому витрати на елементи живлення у технологіях вирощування по макроелементах будуть знижені у 1,5–7 разів, по мезоелементах (сірка, кальцій, магній, залізо) – у 4–10 разів, по мікроелементах – від 5 до 50 разів. Крім того, добрива на основі сапропелей мають позитивний екологічний вплив на ґрунт, що також потребує детального вивчення.

Тому впровадження комплексних добрив на основі покладів Чорного моря є виключно важливим як для забезпечення сільськогосподарських культур макро- та мікроелементами, так і для постачання комплексних добрив на ринок України за прийнятною для агровиробників ціною.

1. *Архангельский А.Д., Страхов Н.М.* Геологическое строение и история развития Черного моря. – М., Л.: Изд. АН СССР, 1938. – 226 с.
2. *Шимкус К.М., Емельянов Е.М., Тримонис Э.С.* Донные отложения и черты позднечетвертичной истории Черного моря // *Земная кора и история развития Черноморской впадины.* М.: На-ука. 1975. – С. 138-161.
3. *Щербаков Ф.А. и др.* Сапропелеподобные отложения Черного моря и условия их накопления // *Материалы по минералогии, петрографии и геохимии осадочных пород и руд.* Вып. 4. – К. 1976. – С. 32-36.
4. *Димитров П.С., Новикова Э.Т.* Распределение органического вещества в осадках // *Нефтегазогенетические исследования болгарского сектора Черного моря.* – БАН, 1984. – С. 84-87.
5. *Велев В.О., Димитров П.С., Файер М.* Строеж, състав и възможности за стопанска утилизация на холоценоските сапропелоиди от Черноморский бассейн // *Тезиси докл. ННТК “Минеражи и рекреационни ресурса на българското черноморско крайбрежие”.* – Варна, 1988. – С. 23-23.
6. *Блохіна Т.С.* Сапропелеві мули Чорного моря (речовинний склад, властивості, генезис та перспективи використання): Автореф. дис. канд. геол.-мін. наук. К.: 1994. – 24 с.
7. *Шнюков Е.Ф., Клещенко С.А., Куковская Т.С.* Сапропелевые илы Черного моря – новый вид минерального сырья // *Геология и полезные ископаемые Черного моря.* – К., 1999. – С. 399-411.

8. Шнюков Е.Ф., Клещенко С.А., Куковская Т.С. Сапропелевые осадки Восточной и Западной Впадин Черного моря // Геофизический журнал. – 2003. – т.25. – № 2. – С. 100-121.
9. Дегодюк Е.Г., Клещенко С.А., Дегодюк С.Е., Черний Н.В., Юшин О.О. Агрономічна цінність сапропелевих и коколітових мулів Чорного моря та питання техногенної безпеки // Геология Черного и Азовского морей. – 2000. – 164-174.
10. Парпарова Г.М., Сорокин В.М., Четверикова О.П. Петрографическая характеристика нерастворимой части органического вещества сапропелей во внутриконтинентальных морях // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 1990.- № 7. – С. 59-66.
11. Шнюков Е.Ф., Зиборов А.П. Минеральные богатства Черного моря. – Киев: «Карбон-ЛТД», 2004. – 290 с.
12. Шнюков Е.Ф., Коболев В.П., Кузнецов А.С., Емельянов В.А. и др. Проблема сапропелей Черного моря. – Изд. ГНУ ОМГОР. – Киев. – 2010. – 140 с.
13. Amtmann A., Hammond J.P., Armengaud P., White P.J. Nutrient sensing and signalling in plants: potassium and phosphorus // Adv. Bot. Res.-2005.-V.43.-P. 209–257.
14. Baxter I., Ouzzani M., Orcun S., Kennedy B., Jandhyala S.S., Salt D.E. Purdue ionomics information management system (PIIMS): an integrated functional genomics platform // Plant Physiology.-2007.-V.143.-P.600–611.
15. Baxter I., Muthukumar B., Park H.C., Buchner P., Lahner B., Danku J., Zhao K., Lee J., Hawkesford M.J., Guerinot M.L., Salt D.E. Variation in molybdenum content across broadly distributed populations of *Arabidopsis thaliana* is controlled by a mitochondrial molybdenum transporter (MOT1) // PLoS Genet.-2008.-V.4(2): e1000004.
16. Baxter I.R., Vitek O., Lahner B., Muthukumar B., Borghi M., Morrissey J., Guerinot M.L., Salt D.E. The leaf ionome as a multivariable system to detect a plant's physiological status // PNAS .-2008.-V.105.-P.12081–12086.
17. Clemens S., Palmgren M.G., Kramer U. A long way ahead: understanding and engineering plant metal accumulation // Trends in Plant Science.-2002.-V.7.-P.309–315.
18. Grennan A.K. Identification of genes involved in metal transport in plants // Plant Physiology.- 2009.- Vol. 149.-P. 1623–1624.
19. Fiehn O., Kopka J., Dumann P., Altmann T., Trethewey R.N., Willmitzer L. Metabolite profiling for plant functional genomics // Nat. Biotechnol.-2000.-V. 18.-P. 1157–1161.
20. Hirschi K.D. Strike while the ionome is hot: making the most of plant genomic advances // Trends in Biotechnology.-2003.-V.21, Is.12.-P.520-521.
21. Marschner H. Mineral nutrition of higher plants, 2nd Edn. London: Academic Press, 1995.
22. Mayer J.E., Pfeiffer W.H., Beyer P. Biofortified crops to alleviate micronutrient malnutrition // Current Opinion in Plant Biology.-2008.-V.11.-P.166–170.
23. Rea P.A. Ion genomics // Nat. Biotechnol. – 2003. –V.21. –P.1149–1151.
24. Salt D.E. Update on ionomics // Plant Physiology.-2004.-V.136.-P.2451-2456.
25. Salt D.E., Baxter I., Lahner B. Ionomics and the study of the plant ionome // Annual Review of Plant Biology.-2008.-V.59.-P.709–733.
26. Schachtman D.P., Shin R. Nutrient sensing and signaling: NPKS // Annu. Rev. Plant Biol.-2006.-V.58.-P.47–69.
27. Williams R.J.P. Chemical selection of elements by cells // Coordin. Chem. Rev.-2001.-V.216-217.-P.583–595.

Представлены результаты изучения глубоководных органо-минеральных осадков (ГВОМО) Черного моря, в том числе сапропелей, с целью создания экологически безопасных технологий выращивания высоких и качественных урожаев сельскохозяйственных культур. Установлено влияние сапропелей Черного моря вместе с макро- и микроэлементами на формирование урожая озимой пшеницы сорта Смуглянка. Предложено продолжить исследования возможностей использования ГВОМО Черного моря как важной составляющей комплексных удобрений для повышения урожайности пшеницы и других культур и улучшения качества и элементного состава продукции.

The results of study of the Black sea deep-sea water organo-mineral sediments (DSWOMS), including sapropels, are presented. The main purpose of study is to create environmentally friendly technologies of growing of high and high-quality harvests of agricultural cultures. The influence of the Black sea sapropels coupled with macro- and micronutrients on forming harvest of winter wheat (variety "Smuglanka") is set. It is suggested to continue researches on the possibilities of using the Black sea DSWOMS as an important constituent of complex fertilizers both for the increase in productivity of wheat and other cultures and for improvement on quality element composition of products.

Одержано 12.03.2011 р.