



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **110252**

(13) **U**

(51) МПК

C05F 11/08 (2006.01)

C12N 1/20 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2016 07812**

(22) Дата подання заявки: **15.07.2016**

(24) Дата, з якої є чинними
права на корисну
модель: **26.09.2016**

(46) Публікація відомостей
про видачу патенту: **26.09.2016, Бюл.№ 18**

(72) Винахідник(и):

**Скрипка Олександр Миколайович (UA),
Токмакова Любов Миколаївна (UA),
Волкогон Віталій Васильович (UA)**

(73) Власник(и):

**Скрипка Олександр Миколайович,
вул. Шовковична, 13/2, кв. 118, м. Київ,
01021 (UA)**

**(54) СПОСІБ ВИГОТОВЛЕННЯ БІОМІНЕРАЛЬНИХ ДОБРІВ З ВЛАСТИВОСТЯМИ АКТИВІЗАЦІЇ
ПРОЦЕСУ ЗАСВОЄННЯ РОСЛИНАМИ СПОЛУК БІОГЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ З ДОБРІВ**

(57) Реферат:

Спосіб виготовлення біомінеральних добрив включає нанесення на гранули мінеральних добрив або включення безпосередньо до маси добрив при їх гранулюванні суспензії бактерій із розрахунку 10^6 - 10^7 клітин/г. Для збагачення мінеральних добрив використовують мікробний препарат Поліміксобактерин, біоагентом якого є споруутворювальна бактерія *Paenibacillus polymyxa* KB.

UA 110252 U

Корисна модель належить до сільського господарства, а саме до способу виготовлення біомінеральних добрив і може бути використана на підприємствах, які виробляють мінеральні добрива.

Відомий спосіб одержання біомінеральних добрив, який включає обробку фосфорнокислими розчинами осадів стічних вод систем водопідготовки, водоочистки та водовідведення. Нейтралізують вільну залишкову кислотність пульпи. Сушать та гранулюють добрива. Як фосфорнокислі розчини використовують фосфорну кислоту та/або реакційну масу кислотного розкладання природних збіднених фосфоритів українських родовищ [1].

Найбільш близьким аналогом до запропонованого способу є спосіб отримання біомінеральних добрив та меліорантів, що включає поєднання сухих і рідких мінеральних добрив та меліорантів з мікроорганізмами, причому в першому варіанті як мікробну біомасу використовують мікробіологічне добриво або препарат, створений на основі агрономічно корисних мікроорганізмів у вигляді сухого дрібнодисперсного порошку з титром 10^2 - 10^5 клітин/г, який наносять на сухе мінеральне добриво чи меліорант або вносять у рідке мінеральне добриво з розрахунку 2-6 кг/т; а у другому варіанті як мікробну біомасу використовують мікробіологічне добриво або препарат, створений на основі агрономічно корисних мікроорганізмів у рідкому вигляді з титром 10^4 - 10^7 кл/г (мл), який наносять на сухе мінеральне добриво чи меліорант шляхом дрібнодисперсного розпилення або вносять у рідке мінеральне добриво з розрахунку 1-4 кг/т [2]. Авторами заявленого способу в умовах вегетаційних дослідів досліджено дію біомінеральних добрив та біомеліорантів на ріст проростків пшениці, редису, кукурудзи та їх коренів. Спосіб дозволяє підвищити ефективність використання внесених у ґрунт мінеральних добрив сільськогосподарськими культурами для збільшення їх продуктивності.

Недоліком зазначеного способу виготовлення біомінеральних добрив та меліорантів є невизначеність щодо збереження клітин мікроорганізмів за їх включення безпосередньо в масу мінеральних добрив або на поверхні гранул, їх життєздатності і функціональних властивостей та впливу біомінеральних добрив на урожайність сільськогосподарських культур.

В основу запропонованої корисної моделі поставлена задача - отримати спосіб виготовлення біомінеральних добрив з властивостями збереження клітин бактерій при контакті з добривами та їх функціональної активності, здатності активізувати процес засвоєння рослинами сполук біогенних елементів з добрив і підвищувати урожайність сільськогосподарських культур.

Поставлена задача вирішується шляхом нанесення фосфатмобілізуючих спороутворюючих бактерій *Paenibacillus polymyxa* KB (біоагента мікробного препарату Поліміксобактерину) [3] на гранули мінеральних добрив або за їх включення безпосередньо в масу мінеральних добрив з розрахунку 10^6 - 10^7 клітин бактерій/г мінерального добрива.

Технічним результатом корисної моделі є активізація процесу засвоєння рослинами сполук біогенних елементів із мінеральних добрив та підвищення продуктивності сільськогосподарських культур за рахунок інтенсивного розвитку мікроорганізмів у кореневих сферах рослин, їх впливу на формування кореневої системи та процеси біологічної трансформації добрив.

Клітини бактерій *Paenibacillus polymyxa* KB - великі, грампозитивні, рухомі палички розміром 1,1-1,3×3,0-5,0 мкм; поодинокі, в парах і коротких ланцюжках. При спороутворенні клітини роздуваються веретеновидно. Спори великі, овальні (еліпсоїдні). Факультативний анаероб.

Механізм позитивної дії Поліміксобактерину на продукційний процес сільськогосподарських культур пов'язаний із властивостями бактерій *P. polymyxa* KB продукувати органічні кислоти, що сприяє розчиненню важкорозчинних мінеральних фосфатів ґрунту та добрив, а також синтезувати фермент фосфатазу, що забезпечує гідроліз органічних ґрунтових фосфатів, внаслідок чого активізується процес засвоєння фосфору рослинами.

При визначенні здатності *P. polymyxa* KB розчиняти фосфати у рідкому середовищі Муромцева встановлено, що за внесення у поживне середовище 5 г/л $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ (229 мг P_2O_5 /100 мл) бактерія здатна переводити у розчин 52,0 мг P_2O_5 /100 мл, тобто до 22,7 %.

Бактерії *P. polymyxa* KB також продукують фітогормональні речовини ауксинової, гіберелінової і цитокінінової природи, вітаміни групи B (табл. 1), що впливає на підвищення імунітету рослин, формування і розвиток кореневої системи, її абсорбуючої здатності. Це забезпечує підвищення ступеня засвоєння рослинами не лише сполук фосфору, але й інших поживних речовин.

Таблиця 1

Вміст фітогормональних речовин в культуральній рідині *P. polymyxa* KB

ІОК, нг/мл		Гібереллова кислота, мкг/мл	Цитокініни, нг/мл						Тіамін (В ₁), мкг/мл	Ціанко-баламін (В ₁₂), мкг/мл
Віл віл	зв'язана		Зеатин	Зеатин-рибозид	Зеатин-глюкозид	Ізопентеніл-аденін	Ізопентеніл-аденозин	Всього цито-кінінів		
15.0±0.7	сліди	80.0±0.1	9.5±0.5	14.7±0.7	9.6±0.5	сліди	сліди	33.8	0.020	0.0025

Клітини *P. polymyxa* KB авірулентні для теплокровних організмів. Токсикологічна оцінка показала екологічну та біологічну безпечність *P. polymyxa* KB при виробництві та застосуванні мікробного препарату Поліміксобактерину. Поліміксобактерин - це рідина коричневого кольору із специфічним запахом, яка містить не менше 5 млрд. клітин бактерій *P. polymyxa* KB в 1 мл [3].

Суть корисної моделі розкривають нижченаведені приклади експериментальних досліджень можливості суміщення бактерій *P. polymyxa* KB з мінеральними добривами при нанесенні на гранули (або за їх включення в мінеральні добрива при гранулюванні) та ефективності поєднання біологічного і мінерального чинників удобрення при вирощуванні сільськогосподарських культур.

Приклад 1. Життєздатність клітин бактерій *P. polymyxa* KB досліджували в суміші з мінеральними добривами з розрахунку 960 млн./г, 96 млн./г, 9,6 млн./г та 0,96 млн./г добрив. Через 1, 15, 30, 60, 90, 120, 150 та 180 діб виявлено, що чисельність бактерій *P. polymyxa* KB хоча і знижується при зберіганні, проте характеризується достатньо високими показниками (табл. 2). Це пояснюється тим, що *P. polymyxa* KB є спороутворювальною бактерією, а дія несприятливих чинників на життєздатність таких мікроорганізмів значною мірою нівелюється. Збереженість бактеріальних клітин у суміші з добривами залежить від виду досліджуваного добрива, проте найкращі показники (для всіх без винятку добрив) отримано при застосуванні 9,6 млн. та 96 млн. бактеріальних клітин/г добрив (10^6 - 10^7). Отримані показники чисельності *P. polymyxa* KB при зберіганні в суміші з мінеральними добривами протягом тривалого часу є цілком достатніми для прояву агрономічного впливу бактерій. Це свідчить про потенційно можливе виготовлення біомінеральних добрив за участі *P. polymyxa* KB.

Приклад 2. Вивчали в динаміці життєздатність клітин бактерій *P. polymyxa* KB після їх нанесення на гранули мінеральних добрив. Обробку гранул мінеральних добрив бактеріальною суспензією проводили з розрахунку 960 млн./г добрив, 96 млн./г добрив, 9,6 млн./г добрив та 0,96 млн./г добрив.

Таблиця 2

Динаміка збереження клітин бактерій *P. polymyxa* KB (мікробний препарат Поліміксобактерин) за їх включення в мінеральні добрива, млн./г

Добрива	Вихідне забезпечення добрив бактеріями, млн./г добрив	Термін зберігання клітин <i>P. polymyxa</i> KB в суміші з мінеральними добривами, доба								Збереженість бактеріальних клітин, %
		1	15	30	60	90	120	150	180	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Нітроаммофоска N 15 %, P 15 %, K 15 %	960	804,3±40,2	784,3±39,2	630,9±31,5	433,5±31,5	243,4±12,1	114,1±5,7	51,0±2,4	17,9±0,3	1,8
	96	92,3±4,6	89,3±4,3	85,2±4,1	71,2±3,6	62,1±3,1	54,1±2,7	32,0±1,6	13,9±0,7	14,5
	9,6	9,3±0,4	9,2±0,4	9,0±0,4	8,4±0,3	7,9±0,2	6,0±0,1	5,7±0,1	4,0±0,0	41,7
	0,96	0,6±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	0,1±0,0	10,4
Сульфат амонію, N 21 %, S 24 %	960	911,7±45,0	899,7±43,0	514,2±25,7	230,1±11,5	125,3±6,3	80,1±4,0	41,0±2,0	20,9±1,0	2,2
	96	82,5±4,1	80,5±4,0	79,3±3,9	62,2±3,1	52,2±2,6	35,1±1,7	22,0±1,1	14,7±0,7	15,3
	9,6	9,2±0,4	9,0±0,4	8,4±0,3	8,1±0,4	7,1±0,3	5,1±0,2	4,9±0,2	3,2±0,1	33,3
	0,96	8,7±0,0	8,7±0,0	8,6±0,0	7,0±0,0	5,4±0,0	3,1±0,0	0,7±0,0	0,1±0,0	10,4
Амофос N 12 %, P 52 %	960	894,0±44,7	834,0±41,7	530,0±26,5	402,4±20,2	210,2±10,5	92,1±4,6	76,0±3,8	82,1±1,1	2,3
	96	81,9±4,1	71,9±3,2	66,6±3,3	61,4±3,1	50,2±2,5	45,1±2,2	33,0±1,7	17,9±0,8	18,6
	9,6	9,0±0,4	9,0±0,4	8,5±0,3	8,0±0,2	7,0±0,1	6,7±0,1	5,5±0,0	3,5±0,0	36,5
	0,96	0,9±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	0,1±0,0	10,4

Продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Діамофоска N 10 %, P 26 %, K 26 %	960	624,8±31,2	604,8±30,2	540,2±27,0	413,6±20,6	300,1±20,6	210,1±9,5	92,0±4,6	26,9±1,4	2,8
	96	92,3±4,5	90,3±4,5	82,0±4,1	60,3±3,1	52,1±2,5	41,1±2,0	32,0±1,6	15,9±0,8	15,6
	9,6	9,1±0,5	9,0±0,5	8,7±0,4	7,1±3,3	6,5±0,3	4,1±0,2	3,8±0,2	2,7±0,1	28,1
	0,96	0,8±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	0,1±0,0	10,4
Суперфосфат 19,5 %	960	940,8±47,0	920,8±46,0	854,2±42,7	615,0±30,7	430,8±21,5	210,7±9,5	93,5±4,6	33,3±1,7	3,5
	96	92,2±4,6	90,2±4,5	81,5±4,1	65,1±3,3	52,1±2,6	45,0±2,3	31,9±1,5	21,9±1,0	22,9
	9,6	9,3±0,5	9,0±0,5	7,9±0,4	7,3±0,3	6,3±0,2	6,1±0,1	5,0±0,1	4,0±0,1	41,7
	0,96	0,9±0,0	0,9±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,2±0,0	20,8
Калійна сіль K 60 %	960	940,9±47,0	890,9±44,0	554,7±27,7	240,5±12,0	114,2±5,7	83,1±4,1	62,5±3,0	32,2±1,6	3,3
	96	94,6±4,7	90,6±4,4	80,6±4,0	72,6±3,5	62,6±3,1	42,1±2,0	33,0±1,6	21,9±1,1	21,9
	9,6	9,1±0,5	9,0±0,5	8,5±0,4	8,1±0,4	7,1±0,3	5,9±0,3	5,0±0,2	3,9±0,1	40,6
	0,96	0,9±0,0	0,9±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,2±0,0	20,8
Вапняково-аміачна селітра N 27 %, CaCO ₃ 17 %	960	904,8±45,2	884,8±44,2	784,7±39,2	574,3±28,7	345,1±17,2	161,1±8,5	81,0±4,1	40,9±2,0	4,2
	96	92,5±4,6	90,4±4,4	86,5±4,3	81,8±4,0	71,7±3,5	67,5±3,3	51,4±2,1	21,2±1,0	22,1
	9,6	9,4±0,4	9,1±0,3	8,8±0,4	7,2±0,1	6,6±0,0	5,8±0,0	5,0±0,0	3,9±0,0	40,6
	0,96	0,9±0,0	0,9±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,4±0,0	0,1±0,0	10,4
Діамоній фосфат N 17 %, P 46 %	960	904,7±45,2	890,7±44,2	760,6±38,0	640,1±32,0	333,8±16,7	123,3±6,1	73,3±3,6	30,0±1,5	3,1
	96	82,3±4,1	79,3±3,2	76,3±3,8	72,3±3,6	60,1±3,0	42,1±2,1	35,0±1,7	26,8±1,3	27,9
	9,6	9,1±0,4	8,9±0,4	8,0±0,4	6,1±0,3	6,0±0,3	5,0±0,2	3,8±0,1	2,6±0,0	27,1
	0,96	0,9±0,0	0,9±0,0	0,8±0,0	0,6±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	0,1±0,0	10,4

продовження таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Grunmax AS N 9 %, P 20 %, K 24 %	960	924,5±46,2	901,5±44,2	740,1±37,0	614,1±30,7	403,8±20,3	220,9±11,0	102,8±5,1	40,6±2,0	4,2
	96	92,4±4,6	90,1±4,4	80,2±4,0	72,1±3,5	61,0±3,0	45,0±2,1	37,7±1,9	18,6±0,9	19,4
	9,6	9,3±0,4	9,0±0,4	8,2±0,4	8,0±0,4	7,2±0,3	6,0±0,3	4,6±0,2	3,4±0,0	35,5
	0,96	0,9±0,0	0,9±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,4±0,0	0,3±0,0	0,1±0,0	10,4
МОР ВРС K 62 %	960	920,6±46,0	901,6±44,0	814,4±40,7	590,2±29,5	388,8±19,4	202,9±10,1	111,8±5,5	32,6±1,6	3,4
	96	92,4±4,6	89,4±4,6	88,2±4,4	62,3±3,1	42,1±2,1	29,0±1,5	21,8±1,0	15,8±0,7	16,5
	9,6	9,1±0,5	9,0±0,5	8,7±0,4	7,6±0,3	6,6±0,3	5,9±0,2	4,4±0,1	3,2±0,0	33,3
	0,96	0,9±0,0	0,9±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0	0,15±0,0	15,6
CO(NH ₂) ₂ мочевина	960	940,9±46,0	923,9±46,0	834,6±41,7	605,4±30,1	449,1±22,4	123,9±6,5	73,7±3,6	30,7±1,5	3,2
	96	92,5±4,6	90,5±4,4	84,5±4,2	71,8±3,6	55,7±2,7	31,7±1,5	21,4±1,0	14,2±0,7	14,8
	9,6	9,5±0,4	9,3±0,4	9,0±0,3	7,3±0,3	5,9±0,2	4,5±0,1	4,0±0,0	3,6±0,0	37,5
	0,96	0,9±0,0	0,9±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,4±0,0	0,2±0,0	0,08±0,0	8,3
Вапняково-сірчане добриво CaSO ₄ - (CaO 40,0-50 %, MgO 0,9-1,2 %, S 5,0-6,5 %, CO ₂ 31,0-35 %, H ₂ O 12-16 %, SiO ₂ 7,4-8 %, R ₂ O ₅ 1,4-2,5 %, Fe ₂ O ₃ 0,46-0,8 %)	960	940,9±48,0	901,9±44,0	860,6±43,0	754,4±37,7	560,1±27,0	300,9±15,0	193,7±9,6	53,7±2,6	5,6
	96	93,5±4,7	92,5±4,7	90,5±4,5	85,8±4,3	71,7±3,6	52,7±2,6	31,4±1,5	22,2±1,1	23,1
	9,6	9,5±0,5	9,1±0,5	8,7±0,4	7,3±0,4	6,1±0,3	5,0±0,2	4,0±0,2	4,0±0,2	41,7
	0,96	0,9±0,0	0,9±0,0	0,9±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	20,8

Закінчення таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Фосфорітс CaSO ₄ (P 20 %)	960	950,9±47,5	945,9±47,1	720,6±36,0	644,4±32,2	450,1±22,5	230,9±11,5	110,7±5,5	73,7±3,6	7,7
	96	95,5±4,8	91,5±4,5	88,5±4,4	75,8±3,7	65,7±3,3	60,7±3,1	55,4±2,7	31,2±1,6	32,5
	9,6	9,5±0,5	9,3±0,5	8,7±0,4	8,3±0,3	7,1±0,4	6,0±0,3	5,3±0,2	4,0±0,2	41,7
	0,96	0,9±0,0	0,9±0,0	0,9±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0	0,2±0,0	20,8

Встановлено, що протягом шести місяців клітини бактерій зберігаються на гранулах мінеральних добрив у достатньо високій кількості (табл. 3). Абсолютні показники збереженості бактеріальних клітин відрізнялися, залежно від виду мінеральних добрив, проте характер взаємодії мікроорганізмів з добривами був однаковим. При цьому найбільший відсоток збереженості клітин на гранулах добрив відмічено за обробки гранул суспензіями з титром 96 млн./г та 9,6 млн./г (10^7 - 10^6). Зазначений діапазон титру бактеріальної суспензії є найбільш прийнятним для практичного використання при виготовленні біомінеральних добрив.

Використання більшої кількості бактерій забезпечує збільшення чисельності мікроорганізмів на гранулах добрив через шість місяців зберігання, проте виживання їх, порівняно з вихідною кількістю є найменшим, що економічно невиправдано. Застосування найменшої в досліді

вихідної кількості бактерій при нанесенні їх на гранули добрив також недоцільне, оскільки бактеріальне забезпечення гранул при цьому відносно невисоке.

Таким чином, здатність бактерій *P. polymyxa* KB, застосованих з титром у діапазоні 10^6 - 10^7 , зберігати протягом тривалого часу життєздатність у робочій суміші з мінеральними добривами та на їх гранулах дозволяє використовувати їх для виготовлення біомінеральних добрив.

Приклад 3. Досліджували культурально-морфологічні властивості бактерій *P. polymyxa* KB, нанесених на гранули добрив (та за їх включення в мінеральні добрива), та їх функціональну активність за дії мінеральних добрив. Успіх застосування у технологіях вирощування сільськогосподарських культур біомінерального добрива, що включає Поліміксобактерин, буде гарантовано у тому випадку, коли мінеральні добрива не будуть негативно впливати на функціональну активність біоагента мікробного препарату *P. polymyxa* KB. У зв'язку з цим проводили дослідження культурально-морфологічних властивостей *P. polymyxa* KB, реізолюваних із добрив. Всього реізолювано 87 ізолятів *P. polymyxa* KB.

Таблиця 3

Динаміка збереження клітин бактерій *Paenibacillus polymyxa* KB (мікробний препарат Поліміксобактерин) на гранулах мінеральних добрив, млн./г

Добрива	Вихідне забезпечення добрив бактеріями, млн./г добрив	Термін експозиції <i>Paenibacillus polymyxa</i> KB на гранулах мінеральних добрив, доба								Збереженість бактеріальних клітин, %
		1	15	30	60	90	120	150	180	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Нітроамфоска N 15 %, P 15 %, K 15 %	960	875±43,7	797±39,9	658±32,0	435±21,7	334±16,7	285±14,2	167±8,1	120±6,0	2,1
	96	87±4,1	82±4,1	79±3,8	74±3,3	57±2,6	40±2,0	31±1,6	15±0,6	15,6
	9,6	9,0±0,4	8,5±0,4	7,7±0,3	7,1±0,2	6,8±0,1	5,9±0,0	5,5±0,0	5,2±0,0	54,1
	0,9	0,8±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	11,1
Сульфат амонію, N 21 %, S 24 %	960	930±46,5	812±40,6	712±35,1	460±22,7	322±16,0	88±4,1	46±2,1	35±1,5	2,6
	96	90±4,5	89±4,2	89±4,2	73±3,3	59±2,6	43±2,1	31±1,3	17±0,7	17,7
	9,6	9,2±0,4	8,9±0,3	8,9±0,2	8,7±1,1	7,8±0,1	7,2±0,1	7±0,1	4±0,0	41,7
	0,9	0,9±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,5±	0,4±0,0	0,3±	0,1±0,0	10,4
Амофос N 12 %, P 52 %	960	937±46,5	722±36,0	522±26,0	412±20,5	251±12,5	103±5,1	62±3,0	27±1,2	2,8
	96	87±4,1	67±3,1	67±3,1	62±3,1	52±2,4	50±2,3	46±2,1	21±1,0	21,8
	9,6	9,2±0,4	8,9±0,4	8,9±0,4	8,3±0,4	7,9±0,3	7,3±0,2	7,0±0,1	4,4±0,0	45,8
	0,9	0,7±0,0	0,6±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	10,4
Продовження таблиці 3										
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Діамофоска N 10 %, P 26 %, K 26 %	960	650±32,1	581±14,0	430±21,5	315±15,7	205±10,2	122±6,1	102±5,1	38±1,9	3,9
	96	90±4,1	80±4,0	65±3,2	60±3,0	45±2,0	35±1,7	25±1,2	20±1,0	20,8
	9,6	9±0,4	7±0,3	7±0,3	6±0,2	6±0,2	5±0,1	5±0,1	4,5±0,1	46,8
	0,9	0,9±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0	0,1±0,0	10,4
Суперфосфат 19,5 %	960	956±47,8	856±42,8	644±32,2	420±21,0	220±11,0	108±5,1	98±4,5	56±2,2	5,8
	96	91±4,6	85±4,2	71±3,6	66±3,2	50±2,5	42±2,1	37±1,2	35±1,1	36,5
	9,6	9±0,4	8±0,3	8±0,3	7±0,3	6±0,2	6±0,2	5±0,1	5±0,1	52,1
	0,9	0,9±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	31,3
Калійна сіль K 60 %	960	949±49,2	649±32,4	445±22,3	242±12,1	191±9,1	164±8,2	94±4,1	61±3,0	4,3
	96	90±4,1	82±4,0	75±3,5	69±3,2	49±2,3	38±1,9	31±1,5	30±1,2	33,3
	9,6	9,6±0,4	9,0±0,4	8,6±0,3	7,3±0,2	6,5±0,1	5,5±0,1	5,0±0,0	4,2±0,0	43,8
	0,9	0,9±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,5±0,0	0,4±0,0	0,4±0,0	0,2±0,0	20,8
Вапняково-аміачна селітра N 27 %, CaCO ₃ 17 %	960	916±45,2	808±40,1	599±29,2	391±19,2	183±9,1	175±8,7	165±8,3	66±3,1	6,8
	96	95±4,7	90±4,4	81±4,1	73±3,2	68±3,1	55±2,5	50±2,3	45±2,1	46,8
	9,6	9,6±0,4	9,0±0,3	8,5±0,2	7,9±0,1	7,2±0,1	7,2±0,1	7,0±0,1	7,0±0,1	72,9
	0,9	0,9±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	20,8
Діамоній фосфат N 17 %, P 46 %	960	912±45,2	872±43,2	662±33,1	357±17,8	188±8,9	96±4,5	90±4,2	48±2,1	5,0
	96	94±4,5	85±4,1	75±3,4	64±3,1	52±2,5	41±2,1	39±1,5	36±1,5	37,5
	9,6	9±0,4	8±0,3	7±0,2	6±0,1	5±0,1	5±0,0	5±0,0	4±0,0	41,7
	0,9	0,9±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	10,4

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Grunmax AS	960	942±47,1	742±37,	639±30,2	436±21,5	227±11,3	124±6,2	114±5,4	51±2,2	5,3
N 9 %,	96	90±4,2	84±4,2	76±3,5	69±3,2	50±2,1	41±2,1	39±1,9	21±1,0	21,8
P 20 %,	9,6	9,5±0,4	9,1±0,4	8,5±0,3	7,3±0,2	6,6±0,2	5,1±0,1	4,9±0,0	4,0±0,0	41,7
K 24 %	0,9	0,9±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,6±0,0	0,5±0,0	0,3±0,0	0,3±0,0	0,2±0,0	20,8
MOP BPC	960	933±46,6	833±41,5	631±31,5	429±21,4	222±11,1	117±5,8	107±5,2	41±2,1	4,2
K 62 %	96	95±4,5	90±4,2	83±4,1	62±3,1	54±2,5	35±1,5	31±1,2	18±0,9	18,8
	9,6	9,4±0,4	9,0±0,4	8,5±0,3	7,5±0,2	6,1±0,2	5,9±0,1	5,7±0,1	5±0,0	52,1
	0,9	0,9±0,0	0,8±0,0	0,8±0,0	0,7±0,0	0,5±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	10,4
CO(NH ₂) ₂	960	879±43,2	670±33,5	266±13,5	154±7,7	115±5,7	89±4,3	81±4,1	54±2,5	5,6
мочевина	96	90±4,2	81±4,0	63±3,1	57±2,5	43±2,2	30±1,5	28±1,4	15±0,5	15,6
	9,6	8,9±0,4	8,1±0,4	7,1±0,3	6,2±0,2	5,5±0,1	5,8±0,1	5,5±0,0	4,0±0,0	41,7
	0,9	0,9±0,0	0,7±0,0	0,7±0,0	0,6±0,0	0,4±0,0	0,2±0,0	0,2±0,0	0,1±0,0	10,4

Культурально-морфологічні властивості *P. polymyxa* KB. Згідно з паспортними даними, колонії бактерій *P. polymyxa* KB на картопляному агаризованому середовищі діаметром від 4 мм до 6 мм, мають сірувато-білий колір, плоскі, гладенькі, в'язкі з двома концентричними кругами, інколи мають по краю короткі пальчасті вирости.

У м'ясо-пептонному бульйоні через 2 доби культивування без аерації за температури 28 °C спостерігають помутніння середовища по всьому об'єму і на поверхні утворення плівки. При мікроскопії бактеріальної культури спостерігають рухомі палички розміром 3,0-5,0×1,1-1,3 мкм, поодинокі, в парах і коротких ланцюгах.

Мікроскопічні дослідження реізолятів *P. polymyxa* KB після дії мінеральних добрив (Нітроамофоска, Сульфат амонію, Амофос, Діамофоска, Суперфосфат, Калійна сіль, Вапняково-аміачна селітра, Фосфат амонію, Granmax, Granmax AS, MOP BPC, Діамоній фосфат, Сечовина, KAC-32 - карбамід - аміачна селітра, Вапняково-сірчане добриво, Фосфогіпс) дозволили встановити, що культурально-морфологічні ознаки не змінюються. Встановлено, що жоден із 87 реізолятів бактерій *P. polymyxa* KB не проявляв фітотоксичних властивостей і за даною ознакою не відрізнявся від вихідного штаму.

Таким чином, бактерії *P. polymyxa* KB зберігають життєздатність за їх включення безпосередньо в масу мінеральних добрив та на їх гранулах і не змінюють культурально-морфологічних властивостей.

Приклад 4. Вивчали функціональну активність бактерій *P. polymyxa* KB, нанесених на гранули добрив (та за їх включення в суміші мінеральних добрив). У рідкому поживному середовищі Муромцева бактерії *P. polymyxa* KB мобілізують 55,0 мг P₂O₅ на 100 мл середовища [4]. Виявлено, що всі 87 реізолятів бактерій (*P. polymyxa* KB) не втрачають функціональної активності за дії мінеральних добрив. Мобілізація фосфору реізолятами у рідкому поживному середовищі Муромцева за дії добрив зберігається на рівні від 54,8 до 54,9 P₂O₅ мг/100 мл розчину.

Таким чином, бактерії *P. polymyxa* KB зберігають життєздатність у робочій суміші з мінеральними добривами та на їх гранулах і не змінюють своїх функціональних властивостей.

Приклад 5. Сьогодні встановлено, що коріння рослин знаходиться в оточенні мікроорганізмів, які є своєрідним трофічним посередником між ґрунтом і рослинним організмом. При цьому виникають рослинно-мікробні асоціації та симбіози різного ступеня тісноти. З утворенням повноцінної асоціації рослина одержує комфортні умови існування за рахунок додаткового надходження азоту, фосфору та інших біогенних елементів, покращення доступу яких до рослин забезпечується впливом бактеріальних фітогормонів на розвиток кореневої системи, її поглинальну здатність та активізацію окремих ферментних систем. При цьому значною мірою вирішується питання підвищення коефіцієнтів засвоєння діючої речовини з добрив [5]. Одним із таких мікроорганізмів є *P. polymyxa* KB, яка формує тісні асоціації з низкою видів культурних рослин, у т.ч. з рослинами кукурудзи. У зв'язку з цим важливим є визначення здатності *P. polymyxa* KB до розвитку в ризосферному ґрунті рослин кукурудзи за внесення мінеральних добрив, збагачених цією бактерією. Експериментально встановлено, що поєднане застосування мінеральних добрив з Поліміксобактерином при нанесенні бактерій на гранули нітроамофоски, діамофоски, вапняно-аміачної селітри, амофосу, суперфосфату та калійної солі сприяє збільшенню чисельності бактерій, які трансформують сполуки фосфору, в кореневій зоні рослин кукурудзи (табл. 4). Це позначається на інтенсивності засвоєння фосфору рослинами. Встановлено, що поєднане застосування мінеральних добрив з Поліміксобактерином сприяє активізації засвоєння рослинами фосфору (про що опосередковано свідчить зниження вмісту

P₂O₅ у ризосферному ґрунті по цих варіантах дослідів, порівняно з внесенням добрив без мікробного препарату) (табл. 5).

За результатами досліджень зроблено висновок, що при внесенні амофосу, діамофоски, сульфату амонію, калійної солі і вапняково-аміачної селітри у технологіях вирощування кукурудзи для підвищення ступеня рухомості фосфатів у кореневій зоні рослин доцільно наносити Поліміксобактерин на гранули мінеральних добрив. Наведені в табл. 6 результати свідчать про чітку тенденцію до зростання вмісту фосфору у зерні кукурудзи практично за всіма варіантами сполучень добрив з Поліміксобактерином.

Найвищі показники при поєднанні досліджуваних чинників відмічено у варіантах з суперфосфатом, калійною сіллю та вапняково-аміачною селітрою.

Таблиця 4

Динаміка чисельності бактерій, які трансформують сполуки фосфору, у кореневій зоні рослин кукурудзи за дії різних видів добрив, польові дослідів

Варіанти дослідів	Фосфатомобілізівні бактерії, млн. /г ґрунту					
	які розчиняють мінералофосфати			які розчиняють органофосфати		
	фаза виходу в трубку	фаза цвітіння	фаза молочно-воскової стиглості	фаза виходу в трубку	фаза цвітіння	фаза молочно-воскової стиглості
1	2	3	4	5	6	7
Нітроамофоска						
Без добрив, контроль	7,1±0,5	7,7±0,5	7,0±0,2	9,9±0,3	11,2±0,3	8,2±0,7
Мінеральне добриво	10,0±0,6	19,9±0,6	11,6±0,2	10,9±0,3	15,7±0,4	13,8±0,7
Біомінеральне добриво	13,4±0,3	20,9±0,3	19,1±0,6	13,4±0,5	17,1±0,5	16,8±0,7
Сульфат амонію						
Без добрив, контроль	10,9±0,2	10,6±0,7	11,1±0,2	10,8±0,5	17,2±0,4	15,0±0,5
Мінеральне добриво	10,9±0,2	10,7±0,8	11,0±0,3	12,1±0,2	10,4±0,3	9,5±0,4
Біомінеральне добриво	14,8±0,7	14,9±0,8	14,6±0,7	9,8±0,3	15,0±0,3	11,2±0,4
Продовження таблиці 4						
1	2	3	4	5	6	7
Амофос						
Без добрив, контроль	9,5±0,3	11,3±0,3	8,5±0,1	12,3±0,7	13,3±0,3	19,7±0,2
Мінеральне добриво	10,1±0,3	15,3±0,8	9,3±0,3	10,9±0,5	14,1±0,2	18,9±0,2
Біомінеральне добриво	13,1±0,3	15,0±0,4	12,6±0,9	11,7±0,6	13,7±0,5	19,8±0,4
Діамофоска						
Без добрив, контроль	9,1±0,7	10,9±0,7	8,9±0,3	9,4±0,2	9,9±0,7	10,4±0,3
Мінеральне добриво	5,3±0,2	14,5±0,4	12,6±0,8	9,8±0,6	8,8±0,3	11,8±0,6
Біомінеральне добриво	7,5±0,4	19,5±1,1	15,6±0,9	10,5±0,4	12,5±0,6	12,8±0,3
Суперфосфат						
Без добрив, контроль	12,5±0,1	16,0±0,5	11,9±0,7	10,0±0,3	11,7±0,3	11,4±0,3
Мінеральне добриво	8,9±0,3	20,3±0,4	9,9±0,2	8,2±0,7	14,9±0,6	7,1±0,3
Біомінеральне добриво	13,2±0,7	17,8±0,4	13,5±1,0	11,5±0,2	14,2±0,5	11,0±0,2
Калійна сіль						
Без добрив, контроль	10,6±0,4	9,1±0,3	8,0±0,4	10,5±0,4	11,5±0,5	6,4±0,3
Мінеральне добриво	13,0±0,8	14,3±0,7	8,2±0,2	11,5±0,9	13,6±0,5	6,4±0,5
Біомінеральне добриво	15,8±0,5	16,0±0,5	9,0±0,5	13,2±0,3	15,1±0,6	9,6±0,4
Вапняково-аміачна селітра						
Без добрив, контроль	10,7±0,9	13,2±0,2	11,9±0,6	11,8±0,5	25,0±0,9	3,7±0,3
Мінеральне добриво	8,7±0,2	9,7±0,4	8,3±0,2	8,8±0,5	12,8±0,2	3,8±0,2
Біомінеральне добриво	16,5±0,7	23,9±0,2	18,3±0,4	9,8±0,4	21,2±0,5	7,5±0,3
Закінчення таблиці 4						
1	2	3	4	5	6	7
Вапняково-сірчане добриво						
Без добрив, контроль	7,2±0,4	7,6±0,4	7,1±0,2	7,9±0,3	10,1±0,3	8,1±0,4
Мінеральне добриво	8,7±0,2	9,7±0,4	8,3±0,2	8,8±0,5	12,8±0,2	10,8±0,2
Біомінеральне добриво	17,5±0,3	23,9±0,2	17,3±0,3	10,8±0,4	20,2±0,4	15,5±0,2
Фосфогіпс						
Без добрив, контроль	6,9±0,3	7,2±0,4	7,0±0,2	9,8±0,3	12,1±0,3	9,1±0,3
Мінеральне добриво	10,7±0,2	9,8±0,4	9,3±0,2	8,8±0,5	14,8±0,2	8,8±0,2
Біомінеральне добриво	16,5±0,7	29,8±0,2	19,2±0,4	11,8±0,4	24,2±0,5	12,5±0,2

Таблиця 5

Ступінь рухомості фосфатів у кореневій зоні рослин кукурудзи за дії різних видів добрив, польові досліді

Варіанти дослідів	Вміст P_2O_5 у водній витяжці ризосферного ґрунту, мг/дм ³								
	Нітроамофоска	Сульфат амонію	Амофос	Діамофоска	Суперфосфат	Калійна сіль	Вапняково-аміачна селітра	Вапняково-сірчане добриво	Фосфогіпс
Фаза виходу в трубку									
Без добрив, контроль	0,21±0,01	0,20±0,03	0,18±0,01	0,19±0,01	0,23±0,02	0,26±0,03	0,28±0,01	0,29±0,01	0,29±0,01
Мінеральне добриво	0,55±0,02	0,42±0,03	0,48±0,01	0,50±0,01	0,33±0,03	0,43±0,02	0,48±0,02	0,49±0,02	0,49±0,02
Біомінеральне добриво	0,48±0,01	0,32±0,02	0,27±0,03	0,38±0,03	0,31±0,01	0,35±0,02	0,44±0,03	0,43±0,03	0,43±0,03
Фаза цвітіння									
Без добрив, контроль	0,29±0,02	0,35±0,02	0,30±0,01	0,24±0,01	0,23±0,01	0,28±0,01	0,38±0,02	0,37±0,02	0,24±0,01
Мінеральне добриво	0,58±0,03	0,51±0,01	0,59±0,01	0,32±0,01	0,56±0,01	0,57±0,01	0,69±0,01	0,71±0,01	0,57±0,01
Біомінеральне добриво	0,55±0,02	0,45±0,01	0,34±0,01	0,29±0,01	0,33±0,01	0,51±0,06	0,45±0,06	0,44±0,06	0,33±0,01
Фаза молочно-воскової стиглості зерна									
Без добрив, контроль	0,63±0,02	0,61±0,01	0,44±0,02	0,41±0,03	0,40±0,03	0,30±0,01	0,34±0,01	0,39±0,02	0,28±0,01
Мінеральне добриво	1,94±0,01	1,13±0,02	0,77±0,02	0,68±0,02	0,65±0,02	0,74±0,01	0,40±0,02	0,71±0,01	0,57±0,01
Біомінеральне добриво	1,81±0,02	1,06±0,01	0,55±0,02	0,53±0,02	0,61±0,02	0,39±0,01	0,32±0,01	0,44±0,06	0,33±0,01

5 Встановлено, що винос фосфору зерном та листо-стебловою масою кукурудзи за поєднаної дії Поліміксобактерину та різних мінеральних добрив збільшувався по всіх варіантах у порівнянні з контролем (табл. 7).

Таблиця 7

Винос фосфору з урожаєм кукурудзи за дії різних добрив, польові досліді

Варіанти дослідів	Загальний винос фосфору з урожаєм (зерном та листостебловою масою), кг/га	Ефективність фосфорного живлення	
		кг/га	%
1	2	3	4
Нітроамофоска NPK 15:15:15			
Без добрив, контроль	98,1	-	-
Мінеральне добриво	136,5	38,4	39,1
Біомінеральне добриво	147,0	48,9	49,8
Сульфат амонію N 21 %			
Без добрив, контроль	100,8	-	-
Мінеральне добриво	151,4	50,6	50,2
Біомінеральне добриво	161,4	60,6	60,1
Амофос N 12 %, P52 %			
Без добрив, контроль	101,1	-	-
Мінеральне добриво	152,8	51,7	51,1
Біомінеральне добриво	157,9	56,8	56,2
продовження таблиці 7			
1	2	3	4
Діамофоска N 10 %, P 26 %, K 26 %			
Без добрив, контроль	129,0	-	-
Мінеральне добриво	177,0	48,0	37,2
Біомінеральне добриво	203,9	74,9	58,1
Суперфосфат 19,5 %			
Без добрив, контроль	118,6	-	-
Мінеральне добриво	136,5	17,9	15,1
Біомінеральне добриво	165,3	46,7	39,4
Калійна сіль K 60 %			
Без добрив, контроль	96,2	-	-
Мінеральне добриво	147,2	51,0	53,0
Біомінеральне добриво	162,4	66,2	68,8

Продовження таблиці 7

Вапняково-аміачна селітра N 25 %			
Без добрив, контроль	98,6	-	-
Мінеральне добриво	151,0	52,4	53,1
Біомінеральне добриво	182,7	84,1	85,3
Вапняково-сірчане добриво			
Без добрив, контроль	104,2	-	-
Мінеральне добриво	156,2	52,0	49,9
Біомінеральне добриво	198,7	94,5	90,7
Фосфогіпс			
Без добрив, контроль	120,6	-	-
Мінеральне добриво	194,5	73,9	61,3
Біомінеральне добриво	236,2	115,6	95,9

Примітка. * - різниця між показниками загального виносу фосфору з урожаєм досліджуваного і контрольного варіантів

Таблиця 6

Вміст фосфору в зерні кукурудзи за дії різних видів добрив, польові досліді

Варіанти досліді	Вміст P ₂ O ₅ залежно від добрив, %								
	Нітроаміофоска	Сульфат амонію	Амофос	Діаміофоска	Суперфосфат	Калійна сіль	Вапняково-аміачна селітра	Вапняково-сірчане добриво	Фосфогіпс
Без добрив, контроль	0,50±0,01	0,54±0,01	0,56±0,01	0,68±0,01	0,64±0,01	0,54±0,01	0,58±0,01	0,58±0,01	0,66±0,01
Мінеральне добриво	0,58±0,01	0,60±0,01	0,60±0,01	0,70±0,01	0,70±0,01	0,60±0,01	0,59±0,01	0,59±0,01	0,72±0,01
Біомінеральне добриво	0,60±0,01	0,62±0,01	0,62±0,01	0,76±0,01	0,74±0,01	0,64±0,01	0,62±0,01	0,62±0,01	0,75±0,01

- 5 Таким чином, застосування гранульованих мінеральних добрив, попередньо збагачених бактеріями за використання біопрепарату Поліміксобактерину, у технологіях вирощування кукурудзи сприяє підвищенню ступеня рухомості фосфатів у кореневій зоні рослин та інтенсифікації їх засвоєння рослинами.

- 10 Приклад 6. Поєднане застосування мінеральних добрив з Поліміксобактерином позначається не лише на збільшенні чисельності фосфатмобілізуючих мікроорганізмів у ризосферному ґрунті рослин та засвоєнні ними сполук фосфору. Таке поєднання загалом є суттєвим чинником оптимізації мікробіологічного стану ґрунту при вирощуванні кукурудзи. Так, зокрема, у ризосферному ґрунті рослин кукурудзи зменшується чисельність бактерій, які засвоюють переважно мінеральні сполуки азоту (табл. 8).

Таблиця 8

Динаміка чисельності бактерій, які засвоюють мінеральні сполуки азоту, у кореневій зоні рослин кукурудзи за дії різних видів добрив, польові досліді

Варіанти досліді	Чисельність бактерій, млн./г сухого ґрунту		
	фаза виходу в трубку	фаза цвітіння	фаза молочно-воскової стиглості
1	2	3	4
Нітроаміофоска			
Без добрив, контроль	9,8±0,4	8,2±0,6	11,0±0,6
Мінеральне добриво	10,2±0,4	15,9±0,4	17,0±0,8
Біомінеральне добриво	9,0±0,6	8,8±0,4	15,5±0,9
Сульфат амонію			
Без добрив, контроль	10,2±0,3	14,7±0,8	13,3±0,4
Мінеральне добриво	12,3±0,5	11,1±0,4	18,6±1,1
Біомінеральне добриво	11,7±0,4	7,4±0,1	13,4±0,3
Амофос			
Без добрив, контроль	15,9±0,1	15,3±1,1	17,6±1,1
Мінеральне добриво	12,6±0,4	13,9±0,3	19,8±0,9
Біомінеральне добриво	10,8±0,4	5,1±0,2	13,6±0,7

1	2	3	4
Діамофоска			
Без добрив, контроль	11,5±0,4	8,6±0,3	10,3±0,8
Мінеральне добриво	9,0±0,7	14,0±0,2	14,9±0,8
Біомінеральне добриво	9,9±0,5	13,0±0,6	13,5±0,8
Суперфосфат			
Без добрив, контроль	9,1±0,5	10,2±0,9	10,1±0,2
Мінеральне добриво	13,2±0,9	15,2±1,1	12,0±0,7
Біомінеральне добриво	7,5±0,4	16,4±0,3	8,8±0,4
Калійна сіль			
Без добрив, контроль	8,7±0,2	10,7±0,6	4,9±0,4
Мінеральне добриво	10,3±0,8	12,4±1,0	11,0±0,3
Біомінеральне добриво	9,9±0,7	5,1±0,3	6,7±0,4
Вапняково-аміачна селітра			
Без добрив, контроль	10,0±0,6	18,6±0,5	2,9±0,2
Мінеральне добриво	6,8±0,4	13,5±0,6	6,6±0,2
Біомінеральне добриво	5,8±0,7	11,3±0,8	5,6±0,5
Вапняково-сірчане добриво			
Без добрив, контроль	11,0±0,5	18,6±0,5	7,1±0,2
Мінеральне добриво	7,1±0,4	14,3±0,3	6,2±0,2
Біомінеральне добриво	5,8±0,5	11,3±0,5	4,6±0,3
Фосфогіпс			
Без добрив, контроль	9,3±0,5	11,1±0,7	12,1±0,2
Мінеральне добриво	13,1±0,9	15,1±1,1	14,0±0,7
Біомінеральне добриво	7,8±0,4	16,9±0,3	9,8±0,4

Це є опосередкованим свідченням зменшення концентрації азотних сполук у кореневій зоні рослин за поєднання досліджуваних агрозаходів. За цих умов рослини інтенсивніше засвоюють мінеральний азот, цим самим обмежуючи трофічний субстрат для розвитку відповідних бактерій.

Оптимізація азотного живлення рослин кукурудзи за поєднання мінеральних добрив з Поліміксобактерином позначається на синтезі білка в рослинах. Так, вміст білка в зерні кукурудзи при цьому зростає на 0,3-0,8 % залежно від варіантів сполучень біологічного і мінерального чинників (табл. 9).

Отже, використання експериментальних біомінеральних добрив сприяє оптимізації азотного живлення рослин і підвищенню вмісту білка в зерні.

Приклад 7. В умовах польових дослідів на чорноземі, вилуженому при вирощуванні кукурудзи Гібриду Дніпропетровський 181 СВ показано, що за дії Поліміксобактерину при нанесенні на гранули мінеральних добрив суттєво зростає висота рослин та площа їх асиміляційної поверхні (табл. 10). Також відмічено позитивну дію на урожайність культури (табл. 11). Приріст урожаю від мінеральних добрив складав від 0,8 т/га (11,1 %) до 3,7 т/га (52,1 %) залежно від виду добрива. При нанесенні мікробного препарату на гранули добрив найвищою урожайність була у блоках досліду з діамофоскою та вапняково-аміачною селітрою і становила 11,4 т/га та 12,5 т/га, відповідно.

Приріст урожаю від застосування біомінеральних добрив порівняно з ефективністю мінеральних сягав 2,2 т/га або 20,8 %.

Таким чином, поєднання Поліміксобактерину з мінеральними добривами сприяє зростанню урожайності кукурудзи.

Приклад 8. В умовах вегетаційного досліду досліджено ефективність поєднання біологічного і мінерального чинників удобрення при вирощуванні пшениці озимої сорту Поліська 90 за суміщення агрономічно цінних бактерій *P. rolyuxa* KB з мінеральними добривами (при нанесенні Поліміксобактерину на гранули). Показано, що застосування мінеральних добрив забезпечувало збільшення маси коріння (табл. 12). Проте найбільшому розвитку кореневої системи сприяло поєднання біологічного і мінерального чинників удобрення культури.

Таблиця 9

Вміст білка в зерні кукурудзи за дії різних видів добрив, польові досліді

Варіанти дослідів	Вміст білка, %								
	Нітроамофоска	Сульфат амонію	Амофос	Діамофоска	Суперфосфат	Калійна сіль	Вапняково-аміачна селітра	Вапняково-сірчане добриво	Фосфогіпс
Без добрив, контроль	10,3±0,5	10,2±0,1	10,1±0,1	10,0±0,2	9,6±0,6	10,1±0,2	10,1±0,2	10,1±0,2	10,1±0,4
Мінеральне добриво	11,3±0,1	11,4±0,2	11,6±0,1	10,4±0,1	10,1±0,1	10,6±0,1	10,8±0,1	10,6±0,1	10,5±0,1
Біомінеральне добриво	11,7±0,2	11,8±0,1	11,9±0,1	11,2±0,1	10,4±0,1	11,0±0,1	11,4±0,1	11,5±0,1	11,4±0,1

Таблиця 10

Площа асиміляційної поверхні рослин кукурудзи за взаємодії Поліміксобактерину та різних мінеральних добрив (фаза молочно-воскової стиглості зерна)

Варіанти дослідів	Площа асиміляційної поверхні, см ² /рослину								
	Нітроамофоска	Сульфат амонію	Амофос	Діамофоска	Суперфосфат	Калійна сіль	Вапняково-аміачна селітра	Вапняково-сірчане добриво	Фосфогіпс
Без добрив, контроль	3112,1	3753,6	3004,6	4363,3	3595,2	3310,6	3692,0	3699,0	3014,4
Мінеральне добриво	3393,8	4272,9	4655,3	5131,9	5359,5	3390,0	5675,7	5765,6	4553,1
Біомінеральне добриво	4037,9	6881,9	6785,8	5349,4	5691,2	3773,3	5823,4	5932,3	6863,6

Таблиця 11

Вплив мінеральних та біомінеральних (обробка гранул мікробним препаратом Поліміксобактерином) добрив на урожайність зерна кукурудзи гібриду Дніпровський 181, польові досліді

Добрива	Урожайність зерна кукурудзи, т/га	
	без бактерій	з Поліміксобактерином
Нітроамофоска	9,6	10,2
НІР ₀₅	0,2	
Сульфат амонію	10,5	10,8
НІР ₀₅	0,1	
Амофос	10,6	10,8
НІР ₀₅	0,1	
Діамофоска	9,5	11,4
НІР ₀₅	0,3	
Суперфосфат	8,0	9,2
НІР ₀₅	0,4	
Калійна сіль	10,7	12,4
НІР ₀₅	0,5	
Вапняково-аміачна селітра	10,8	12,5
НІР ₀₅	0,5	
Вапняково-сірчане добриво	10,6	12,8
НІР ₀₅	0,4	
Фосфогіпс	10,7	12,5
НІР ₀₅	0,5	

Таблиця 12

Маса кореневої частини рослин пшениці за дії Поліміксобактерину та різних мінеральних добрив, вегетаційний дослід

Варіанти дослідів	Маса сухих коренів, г/посудину	Приріст до контролю	
		г/посудину	%
1	2	3	4
Без добрив, контроль	0,6	-	-
Нітроамофоска NPK 15:15:15			
Мінеральне добриво	0,9	0,3	50,0
Біомінеральне добриво	1,2	0,6	100,0
Сульфат амонію N 21 %			
Мінеральне добриво	0,8	0,2	33,3
Біомінеральне добриво	1,2	0,6	100,0
Амофос N12 %, P 52 %			
Мінеральне добриво	0,8	0,2	33,3
Біомінеральне добриво	1,0	0,4	66,7
Діамофоска K10 %, P 26 %, K 26 %			
Мінеральне добриво	0,9	0,3	50,0
Біомінеральне добриво	1,1	0,5	83,3
Суперфосфат 19,5 %			
Мінеральне добриво	1,0	0,4	66,7
Біомінеральне добриво	1,1	0,5	83,3
Калійна сіль K 60 %			
Мінеральне добриво	1,0	0,4	66,7
Біомінеральне добриво	1,1	0,5	83,3
Продовження таблиці 12			
1	2	3	4
Вапняково-аміачна селітра N 25 %			
Мінеральне добриво	1,2	0,6	100,0
Біомінеральне добриво	1,3	0,7	116,7
Вапняково-сірчане добриво			
Мінеральне добриво	1,2	0,6	100,0
Біомінеральне добриво	1,3	0,7	116,7
Фосфогіпс			
Мінеральне добриво	1,0	0,4	66,7
Біомінеральне добриво	1,1	0,5	83,3

- 5 Поєднання Поліміксобактерину з мінеральними добривами було сприятливим також і для формування наземної маси рослин пшениці (табл. 13). Приріст до показників контролю від застосування експериментальних біомінеральних добрив становив 81-136 % залежно від досліджених сполучень і був однозначно вищим порівняно з ефектом мінеральних добрив.

Таблиця 13

Маса наземної частини рослин пшениці за дії різних добрив, вегетаційний дослід

Варіанти дослідів	Маса сухих рослин, г/посудину	Приріст до показників контролю	
		г/посудину	%
1	2	3	4
Без добрив, контроль	1,1	-	-
Нітроамофоска NPK 15:15:15			
Мінеральне добриво	1,6	0,5	45,5
Біомінеральне добриво	2,0	0,9	81,8
Продовження таблиці 13			
1	2	3	4
Сульфат амонію N 21 %			
Мінеральне добриво	1,9	0,8	72,7
Біомінеральне добриво	2,1	1,0	90,9
Амофос N 12 %, P 52 %			
Мінеральне добриво	2,1	1,0	90,9
Біомінеральне добриво	2,2	1,1	100,0
Діамофоска N 10 %, P 26 %, K 26 %			
Мінеральне добриво	2,5	1,4	127,3
Біомінеральне добриво	2,6	1,5	136,4
Суперфосфат 19,5 %			
Мінеральне добриво	2,2	1,1	100,0
Біомінеральне добриво	2,4	1,3	118,2

Калійна сіль К 60 %			
Мінеральне добриво	2,1	1,0	90,9
Біомінеральне добриво	2,2	1,1	100,0
Вапняково-аміачна селітра N 25 %			
Мінеральне добриво	2,4	1,3	118,2
Біомінеральне добриво	2,6	1,5	136,4
Вапняково-сірчане добриво			
Мінеральне добриво	2,4	1,3	118,2
Біомінеральне добриво	2,6	1,5	136,4
Фосфогіпс			
Мінеральне добриво	2,2	1,1	100,0
Біомінеральне добриво	2,4	1,3	118,2

Встановлено, що біомінеральні добрива позитивно впливали на інтенсивність кушіння (кушіння - це поява бокових пагонів та вузлових коренів у рослин). Так, середня кількість стебел на одній рослині зростала від 1,3 до 1,9. Збільшення кількості продуктивних стебел у рослин є гарантією зростання урожайності культури.

Отже, застосування експериментального біомінерального добрива позитивно впливає на інтенсивність кушіння, ріст та розвиток рослин, що є важливою передумовою формування урожайності культури.

Таким чином, результати експериментальних досліджень, наведених у прикладах 1-13, свідчать, що біомінеральні добрива, отримані заявленим способом (нанесення бактерій *Raenibacillus polymyxa* KB - біоагента мікробного препарату Поліміксобактерину, на гранули мінеральних добрив або за їх включення в мінеральні добрива при їх гранулюванні з розрахунку 10^6 - 10^7 клітин/г активізують процес засвоєння рослинами сполук біогенних елементів з добрив. Наведені результати вегетаційного та польових дослідів доводять ефективність дії біомінеральних добрив, виготовлених запропонованим способом та підтверджують технічний результат від використання корисної моделі.

Джерела інформації:

1. Патент Україна UA 71268 МПК (2012.01) C05B 1/00 Спосіб одержання біомінеральних добрив / Товажнянський Л.Л., Тошинський В.І., Лазакович І.В., Волков В.М., Прохоренко Н.Л., Шкарупа С.П., Клименко Р.М., Кобзар Н.В. Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут". Дата подання заявки: 19.12.2011 (24). Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 10.07.2012 (46) Публікація відомостей про видачу патенту: 10.07.2012, Бюл. № 13.

2. Патент RU 2512277 C1 РФ МПК C05F 11/08 (2006.01) Спосіб получения биоминеральных удобрений и мелиорантов / Чеботарь В.К., Ерофеев С.В.; Общество с ограниченной ответственностью "БИСОЛБИ ПЛЮС" (RU). - Заявка: 2012143318/13. 10.10.2012; опубл. 10.04.2014. Бюл. № 10.

3. Пат. 99009 Україна, МПК C12N1/20 (2006.01), C05F 11/08 (2006.01) Спосіб виготовлення мікробного препарату Поліміксобактерину - стимулятора росту рослин / Токмакова Л.М.; Інститут сільськогосподарської мікробіології та агропромислового виробництва НААН. - № u201413665; заявл. 19.02.2014; опубл. 12.05.2015, Бюл. № 9.

4. Токмакова Л.Н. Штаммы *Bacillus polymyxa* и *Achromobacter album* - основа для создания бактериальных препаратов // Микробиол. журнал. - 1997. - Т. 59, № 4. - С. 131-138.

5. Волкогон В.В. Мікробні препарати як фактор підвищення засвоюваності рослинами мінеральних добрив / В.В. Волкогон // Сільськогосподарська мікробіологія: Міжвід. тем. наук. зб. - Вип. 4. - С. 21-30.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб виготовлення біомінеральних добрив, що включає нанесення на гранули мінеральних добрив або включення безпосередньо до маси добрив при їх гранулюванні суспензії бактерій із розрахунку 10^6 - 10^7 клітин/г, який **відрізняється** тим, що для збагачення мінеральних добрив використовують мікробний препарат Поліміксобактерин, біоагентом якого є спороутворювальна бактерія *Raenibacillus polymyxa* KB, яка здатна до розчинення фосфатів, активного розвитку в кореневій зоні рослин, підсилення формування кореневої системи, що забезпечує активізацію засвоєння поживних речовин і збільшення урожайності сільськогосподарських культур.

Комп'ютерна верстка А. Крулевський

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601