



УКРАЇНА

(19) (UA)

(11) 13102

(51) 5 C01B25/26

ДЕРЖПАТЕНТ

# ПАТЕНТ на винахід

зарєєстровано вiдповiдно до Закону України  
«Про охорону прав на винаходи i корисни моделi»  
вiд 19 грудня 1993 року № 3687-XII



Голова Держпатенту України

В. Петров

(20) 94321983, 02.06.93

(21) 4893653/SU

(31) -

(46) 28.02.97. Бюл. №1

(22) 26.12.90

(32) -

(62) -

(24) 28.02.97

(33) -

(86) -

(72) Копілевич Володимир Абрамович, Щєгров Леонiд Миколойович,  
Войтенко Лариса Владиславiвна, Гафарова Альмира Файзрахмановна  
(KZ), Бєкметова Нiна Хусайновна (KZ), Фоменко Венiамiн  
Васильович

(73) Український державний аграрний університет

(54) КРИСТАЛІЧНИЙ ФОСФАТ АКВААММІНЦИНКУ ЯК СТИМУЛЯТОР  
РОСТУ КУКУРУДЗИ І ЛЮПИНУ БІЛОГО ТА СПОСІБ ЙОГО  
ОДЕРЖАННЯ

# УКРАЇНА



ДЕРЖАВНЕ  
ПАТЕНТНЕ  
ВІДОМСТВО

## ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

(54) КРИСТАЛІЧНИЙ ФОСФАТ АКВААМІНЦИНКУ ЯК СТИМУЛЯТОР РОСТУ КУКУРУДЗИ І ЛЮПИНУ БІЛОГО ТА СПОСІБ ЙОГО ОДЕРЖАННЯ

1

(20) 94321983, 02.06.93

(21) 4893653/SU

(22) 26.12.90

(24) 28.02.97

(46) 28.02.97, Бюл. № 1

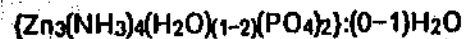
(56) Inorg. Chem. 1971, v.10, N8, P.1574-1578  
Mc Pherson G.Z., Well I.A., Kinnaird I.K., "The synthesis and properties of diamminedinitratocobalt (II) and related diammino complexes" (прототип).

(72) Конілевич Володимир Абрамович, Цегров Леонід Миколайович, Войтенко Лариса Владиславівна, Гафарова Альміра Файзрахманівна (KZ), Бекметова Ніна Хусанівна (KZ), Фоменко Веніамін Васильович

(73) Український державний аграрний університет (UA)

(57) 1. Кристаллический фосфат акваамин-цинка формулы

2



в качестве стимулятора роста кукурузы и люпина белого.

2. Способ получения кристаллического фосфата аквааминцинка, заключающийся в том, что кристаллический тетрагидрат трехзамещенный фосфат цинка растворяют в концентрированном водном растворе аммиака с последующим добавлением к образовавшемуся раствору метанола, взятого в количестве (2,9-5,7) вес. частей на 1 вес. часть оксида цинка, содержащегося в исходном растворе, полученную смесь выдерживают до выделения кристаллического осадка с последующим отделением и сушкой осадка.

Винахід відноситься до нових хімічних речовин координаційної будови, а саме до аквааміакатів цинку в твердому стані загальної формули  $[Zn(NH_3)_n(H_2O)_m(PO_4)_2 \cdot xH_2O]$ , де  $n = 1-4$ ;  $m = 1-2$ ;  $x = 0-1$ , та до способу їх отримання.

Вказані сполуки цинку у твердому стані, їх властивості і спосіб одержання у літературі не описані.

Фосфат акваамініцинку може використовуватись як біологічно активна сполука, що містить одночасно макроелементи фосфор, азот і мікроелемент цинк, для прискорення розвитку рослин в сільському господарстві, а також як каталізатор у органічному синтезі.

Найбільш близьким за хімічною суттю і досягнутим результатом до винаходу, що передбачається, є спосіб одержання нітрату тетраамініцинку  $[Zn(NH_3)_4(NO_3)_2]$  [1]. Нітрат тетраамініцинку одержували шляхом кристалізації з насиченого розчину гідратованого  $Zn(NO_3)_2$  у концентрованому водному аміаку при охолодженні до  $0^\circ C$ .

Недоліком способу-прототипу є те, що виділити фосфат акваамініцинку шляхом кристалізації при охолодженні неможливо внаслідок високої розчинності координаційної сполуки цинку із монофосфатним аніоном у концентрованому водному розчині аміаку.

Метою винаходу є одержання сполуки, що містить у одній молекулі макро- та

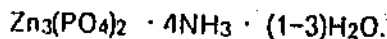
(19) UA (11) 13102 (13) C1

мікроелементи живлення рослин і яка проявляє біологічну активність, а також забезпечення високого виходу цільового продукту і підвищення ефективності (продуктивності) способу.

Поставлена мета досягається тим, що цільовий продукт брутто-складу  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot x \cdot 4NH_3 \cdot (1-3)H_2O$  – твердий кристалічний фосфат аквааміноцинку одержують наступним способом:

1. В якості вихідних реагентів використовують кристалічний фосфат цинку тетрагідрат  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$ , концентрований водний розчин аміаку і метанол.

2. Синтез проводять у наступному порядку. Наважку  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  повністю розчиняють у водному концентрованому аміаку. До розчину, що утворився, добавляють метанол. При цьому утворюється рухлива безбарвна донна фаза, яка на протязі 15–50 хвилин твердне, перетворюючись у кристалічну речовину білого кольору. Потім маточний розчин зливають, осад сушать до постійної маси при 25–40°C. Одержують дрібнокристалічну полідисперсну речовину, що відповідає брутто-формулі



В табл. 1 приведено співставлення способу, що пропонується, із описом відомих способів, в яких використовують найбільш поширені прийоми виділення амікатів цинку із розчину шляхом введення різного роду осаджувачів.

Із порівнювальної характеристики відомих способів і того, що пропонується, слідує, що різниця між ними полягає у способі виділення кристалічного продукту із розчину. Жоден із прийомів, що описані у відомих способах, не приводить до виділення фосфату тетрааміноцинку внаслідок його високої розчинності у водному концентрованому аміаку.

Проведення синтезу  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4NH_3 \cdot x(1-3)H_2O$  із використанням інших органічних розчинників значно сповільнює процес кристалізації донної фази, що приводить до зниження ефективності (продуктивності) способу (табл.2).

Далі вивчені умови синтезу фосфату аквааміноцинку, які забезпечують високий вихід цільового продукту, стехіометричність його складу та високу продуктивність способу.

Результати досліджень по визначенню оптимальної дози органічного розчинника (метанолу) приведено в табл.3. В якості

вихідної речовини використовували трьохзаміщений фосфат цинку тетрагідрат брутто-складу  $3.0 ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 4.2H_2O$ . Розчин тетрааміаку цинку одержували шляхом розчинення 180 г вихідної речовини в 300 мл концентрованого водного розчину аміаку (22,5 мас. %).

Із даних, приведених в табл.3, випливає, що продукт складу, близького до стехіометричного, утворюється при використанні дози метанолу 5,7–2,9 г на 1 г  $ZnO$  у аміачно-цинковому розчині. При цьому вихід цільового продукту складає 99,9–99,7% по  $ZnO$  та 100–99,8% по  $P_2O_5$ .

Оптимальною можна вважати дозу 2,9 г метанолу на 1 г  $ZnO$  в аміачно-цинковому розчині, яка забезпечує вихід продукту і утворення фосфату моноаквааміноцинку, що містить найбільше поживних речовин (табл.4).

За даними рентгенографічного аналізу (табл.5), синтезований фосфат аквааміноцинку представлений однією фазою, тобто являється індивідуальною речовиною.

Рентгенограма вихідного фосфату цинку тетрагідрату співпадає з рентгенограмою для  $\alpha$ -гопелту з орторомбічним типом кристалічної решітки і слідує параметрами елементарної комірки –  $a = 10,66 \text{ \AA}$ ;  $b = 18,36 \text{ \AA}$ ;  $c = 5,04 \text{ \AA}$ ;  $\alpha = \beta = \gamma = 90^\circ$ ;  $V = 979,6 \text{ \AA}^3$ .

Одержаний за способом, що пропонується, фосфат аквааміноцинку складу  $[Zn_3(NH_3)_4(H_2O)(PO_4)_2]$ , згідно з результатами наших розрахунків, має моноклінний тип кристалічної решітки, параметри елементарної комірки якої такі:  $a = 9,91$ ;  $b = 17,81$ ;  $c = 4,51 \text{ \AA}$ ;  $\alpha = 90,18$ ;  $\beta = 90,30$ ;  $\gamma = 90,03^\circ$ ;  $V = 795,8 \text{ \AA}^3$ .

Згідно з відомими уявленнями, для атому цинку найбільш характерна четверта координація (площинна модель). Як ми допустили, в фосфаті аквааміноцинку є два типи атомів цинку, що мають відмінності у координаційному оточенні. У молекулі речовини два атоми  $Zn$  з'єднані одним зв'язком з  $NH_3$ , а один (серединний) атом має два зв'язки з аміногрупами. Останні координаційні місця зайняті атомами кисню, що входять в склад оксифосфатного тетраедра і молекул води. Для сполук такого типу, що містять угруповання, схильні до утворення численних водневих зв'язків ( $NH_3$ ,  $H_2O$ ), характерна полімерна будова. Перемінний вміст молекул води у фосфатах аквааміноцинку пов'язаний з тим, що при різних умовах синтезу одержують речовини з

різною довжиною полімерних ланцюжків, у кінцевих групах яких атом цинку утворює зв'язок з  $H_2O$ .

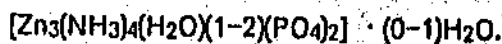
Викладені вище міркування підтверджуються також даними інфрачервоної спектроскопії, що приведені в табл. 6.

Зокрема, встановлено, що внаслідок координації молекули аміаку до іону металу ( $Zn^{2+}$ ) відбувається зміщення смуги валентних коливань з  $3336$  і  $3414$   $cm^{-1}$  (для вільного  $NH_3$ ) до  $3212$   $cm^{-1}$ , також змінюється положення смуг деформаційних коливань  $NH_3$ . У ізольованій молекулі вони знаходяться у області  $1628$   $cm^{-1}$  (антисиметричні) і  $950$   $cm^{-1}$  (симетричні). У фосфаті аквааміацінку для координованого аміаку спостерігаються наступні частоти деформаційних коливань  $\delta_{as} = 1612$   $cm^{-1}$  і  $\delta_s = 1300$   $cm^{-1}$ . Поява смуги при  $1990$   $cm^{-1}$  на ІЧ спектрі фосфату аквааміацінку відповідає формуванню у кристалах внутрішньомолекулярного водного зв'язку у структурах із спряженими зв'язками.

Спрощення спектру у області коливань оксифосфатного тетраедру вказує на більш міцне його зв'язування з катіоном  $Zn^{2+}$ .

За даними термічного аналізу, видалення води і аміаку із фосфату моноаквааміацінку починається одночасно, причому на етапі  $115-290^\circ C$  виділяється  $\sim 3$  моль аміаку і  $\sim 0,9$  моль  $H_2O$ , а повне видалення аміаку відбувається при  $\sim 480^\circ C$ . Це є непрямым свідченням того, що і  $NH_3$  і  $H_2O$  зв'язані з атомом  $Zn$  координаційними зв'язками приблизно однакової сили.

Таким чином, комплексом фізико-хімічних методів підтверджено, що склад синтезованих фосфатів аквааміацінку можна виразити формулою



Синтезований фосфат аквааміацінку містить макро- і мікроелементи (цинк, азот, фосфор) і може бути використаний у якості мікродобрива або біологічно активної сполуки.

В табл. 7 і 8 приведені результати агрохімічних досліджень дії фосфата аквааміацінку на ефективність розвитку кукурудзи і на ріст та розвиток люпину після обробки його насіння.

Дослідження проведені у порівнянні із цинкмістким препаратом  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ , який традиційно використовується у сільському господарстві. Встановлено, що фосфат аквааміацінку збільшує схожість проростків кукурудзи на 12%, висоту рослин

на стадії трьох листків а також середню масу однієї рослини. При цьому важливо, що позитивні результати спостерігаються і при дозі цинку у вигляді фосфату аквааміацінку, меншій у 2 рази ( $1,5$  кг  $Zn$  на  $1$  га), ніж у вигляді  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ .

Після обробки фосфатом аквааміацінку насіння люпину білого спостерігається збільшення схожості на 4%, а також збільшується вміст абсолютно сухої речовини у листях на стеблах рослин.

Така дія фосфату аквааміацінку пов'язана з тим, що у молекулі сполуки одночасно знаходяться три елементи живлення рослин, а її будова близька до будови хелатних речовин, що проявляють біологічну активність по відношенню до рослин.

Нижче приведені приклади реалізації способу одержання фосфату аквааміацінку.

**Приклад 1.** Наважку  $10$  мас.ч. трьохзаміщеного фосфату цинку тетрагідрату ( $53,3\%$   $ZnO$ ) розчиняли повністю в  $17$  об.ч. концентрованого водного аміаку ( $22,5$  мас.%). До одержаного розчину додали  $98\%$ -ний розчин метанолу із розрахунку  $2,9$  г  $CH_3OH$  на  $1$  г  $ZnO$  у вихідному розчині, що відповідає  $15,5$  мас.ч. ( $19,5$  об.ч.) органічного розчинника. При цьому на дні колби утворилась рухлива безбарвна донна фаза, яка на протязі  $15-20$  хв. твердла, перетворюючись у дрібнокристалічну речовину білого кольору. Маточний розчин потім зливали, осад сушили при  $40^\circ C$  до постійної маси.

У результаті одержали полідисперсну речовину білого кольору складу:  $51,5\%$   $ZnO$ ,  $30,0\%$   $P_2O_5$ ,  $14,4\%$   $11H_3$ ,  $4,1\%$   $H_2O$ . Молекулярна формула, за даними фізико-хімічних досліджень  $[Zn_3(NH_3)_4(H_2O)(PO_4)_2]$ . Вихід продукту: по  $ZnO$  —  $99,7\%$ ; по  $P_2O_5$  —  $99,8\%$ .

**Приклад 2.** Наважку  $10$  мас.ч. трьохзаміщеного фосфату цинку тетрагідрату ( $53,3\%$   $ZnO$ ) розчиняли повністю в  $17$  об.ч. концентрованого водного аміаку ( $22,5$  мас.%). До одержаного розчину додали  $98\%$ -ний розчин метанолу із розрахунку  $5,1$  г  $CH_3OH$  на  $1$  г  $ZnO$  у вихідному розчині, що відповідає  $27,2$  мас.ч. ( $34,3$  об.ч.) органічного розчинника. При цьому на дні колби утворилась рухлива безбарвна донна фаза, яка на протязі  $20-40$  хв. твердла, перетворюючись у дрібнокристалічну речовину білого кольору. Маточний розчин потім зливали, осад сушили при  $30^\circ C$  до постійної маси. В результаті одержали полідисперсну речовину білого кольору складу:  $49,6\%$   $ZnO$ ,  $28,9\%$   $P_2O_5$ ,  $13,8\%$   $NH_3$ ,  $7,7\%$   $H_2O$ . Молекулярна формула, за даними комплексу фізико-хімічних досліджень:

$[Zn_3(NH_3)_4(H_2O)_2(PO_4)_2]$ . Вихід продукту: по ZnO – 99,9%, по  $P_2O_5$  – 99,9%.

П р и к л а д 3. Наважку 10 мас.ч. трьохзаміщеного фосфата цинку тетрагідрату (53,3% ZnO) розчиняли повністю в 17 об.ч. концентрованого водного аміаку (22,5 мас. %). До одержаного розчину додали 98%-ний розчин метанолу із розрахунку 5,7 г  $CH_3OH$  на 1 г ZnO у вихідному розчині, що відповідає 30,4 мас.ч. (38,3 об.ч.) органічного розчинника. При цьому на дні колби утворюється рухлива донна фаза, яка твердне на протязі 30–50 хв, перетворюючись у дрібнокристалічну речовину білого кольору. Маточний розчин потім зливали, осад сушили при 30°C до постійної маси.

У результаті одержали дрібнокристалічну речовину білого кольору складу: 47,5% ZnO, 27,6%  $P_2O_5$ , 13,3%  $NH_3$ , 11,6%  $H_2O$ . Молекулярна формула, згідно з даними комплексу фізико-хімічних досліджень,

$[Zn_3(NH_3)_4(H_2O)_2 \cdot (PO_4)_2] \cdot 1,1H_2O$ . Вихід продукту по ZnO – 99,9%, по  $P_2O_5$  – 100%.

Таким чином, вперше одержали кристалічний фосфат аквааміацінку, який проявляє біологічну активність на розвиток та ріст кукурудзи та люпину білого.

Речовина представлена індивідуальною фазою, що відрізняється параметрами та об'ємом елементарної комірки кристалічної решітки, порядком зв'язків груп, що її складають.

До переваг способу одержання фосфату аквааміацінку відносяться:

– кристалізація цільового продукту після введення метанолу відбувається на протязі 15–50 хв, що забезпечує високу продуктивність способу;

– спосіб, що пропонується, забезпечує 99,7–99,9%-ний вихід продукту по ZnO та  $P_2O_5$ . При цьому аміачні розчини можна використовувати повторно.

Таблиця 1

Співставлення способу, що пропонується для одержання фосфату аквааміацінку, з описами відомих способів

№№ n/n	Вихідні реагенти	Осаджувачі	Склад твердої фази
1	$ZnCl_2(k)$ , $NH_3 \cdot H_2O$ (розчин)	$KCl(k)$	$[Zn(NH_3)_4]Cl_2$
2	$ZnI_2(k)$ , $NH_3 \cdot H_2O$ (розчин)	$KI(k)$	$[Zn(NH_3)_4]I_2$
3	$ZnS_2O_3$ (розчин)	$NH_3(газ)$	$[Zn(NH_3)_3 \cdot S_2O_3] \cdot H_2O$
4	$Zn(NO_3)_2 \cdot 3H_2O(k)$ , $H_2O$	$NH_3 \cdot H_2O$ (розчин)+ +охолодження до 0°C	$[Zn(NH_3)_3](NO_3)_2$
5	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O(k)$ , $NH_3 \cdot H_2O$ (розчин)	$KCl(k)$ ; $KI(k)$ ; $NH_3(газ)$ ; $NH_3 \cdot H_2O$ (розчин)+ охолодження до 0°C	Утворення твердої фази не спостерігається
6	Спосіб, що пропонується: $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O(k)$ ; $NH_3 \cdot H_2O$ (розчин)		$CH_3CN$ (розчин)

25

Таблиця 2

Вплив природи органічних розчинників на тривалість кристалізації донної фази і склад продуктів синтезу

Розчинники	Тривалість кристалізації данної фази, д/б	Брутто-склад продуктів синтезу
Метанол	15-50 хв.	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4,0NH_3 \cdot 3,3H_2O$
Етанол	3	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4,5NH_3 \cdot 3,6H_2O$
Пропанол-1	18	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4,0NH_3 \cdot 2,2H_2O$

Продовження табл.2

Розчинники	Тривалість кристалізації данної фази, дів	Брутто-склад продуктів синтезу
Пропанол-2	5	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 3,9NH_3 \cdot 2,4H_2O$
Бутанол-1	20	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 3,9NH_3 \cdot 1,6H_2O$
Метилетилкетон	7	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 3,7NH_3 \cdot 2,3H_2O$
Диметилкетон	3	$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4,4NH_3 \cdot 3,0H_2O$

Таблиця 3

Вивчення впливу дози метанолу на склад і вихід фосфату акваамінцинку

Доза метанолу г $CH_3OH$ 1 г $ZnO$	Брутто-склад продуктів	Вихід цільового продукту в % по	
		$ZnO$	$P_2O_5$
5,7	$3,0 ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 4,0NH_3 \cdot 3,3H_2O$	99,9	100,0
5,1	$3,0 ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 4,0NH_3 \cdot 2,1H_2O$	99,9	99,9
4,3	$3,0 ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 3,9NH_3 \cdot 2,1H_2O$	99,8	99,8
2,9	$3,0 ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 4,0NH_3 \cdot 1,1H_2O$	99,7	99,8
1,4	$3,0 ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 3,8NH_3 \cdot 1,0H_2O$	98,4	98,5

Таблиця 4

Вміст поживних речовин у фосфатах акваамінцинку

Брутто-склад фосфатів акваамінцинку	Вміст поживних речовин, мас. %			
	$ZnO$	$P_2O_5$	$NH_3$	$\Sigma$
$3,0 ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 4,0NH_3 \cdot 3,3H_2O$	47,53	27,63	13,28	88,42
$3,0 ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 4,0NH_3 \cdot 2,1H_2O$	49,62	28,85	13,84	92,31
$3,0 ZnO \cdot P_2O_5 \cdot 4,0NH_3 \cdot 1,1H_2O$	51,50	29,95	14,37	95,82

5

Таблиця 5

Рентгенограми вихідного  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  і фосфату акваамінцинку, який одержаний на його основі

$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$		$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4,0NH_3 \cdot 1,1H_2O$	
$d, \text{Å}$	1/1 <sub>o</sub>	$d, \text{Å}$	1/1 <sub>o</sub>
5,25	4	4,31	47
5,04	10	3,97	100
4,80	13	3,80	21

Продовження табл.5

$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$		$Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4,0NH_3 \cdot 1,1H_2O$	
$d, \text{Å}$	$1/I_0$	$d, \text{Å}$	$1/I_0$
4,53	60	3,39	82
4,37	32	3,29	61
3,99	19	2,96	49
3,85	10	2,83	26
3,62	10	2,62	29
3,44	31	2,56	14
3,36	44	2,47	13
3,11	8	2,39	9
3,00	4	2,23	13
2,94	9	2,15	5
2,84	100	2,02	20
2,63	20	1,980	21
2,60	31	1,931	7
2,59	22	1,903	12
2,51	24	1,837	8
2,41	12	1,738	23
2,33	8	1,703	16
2,26	22	1,663	10
2,19	5	1,582	12
2,15	8	1,548	5
2,00	14	1,506	8
1,989	19	1,487	10
1,929	34	1,436	6
1,810	18	1,423	5
1,771	4	1,408	4
1,722	6	1,370	2
1,689	10		
1,661	9		
1,631	8		
1,610	7		

Таблиця 6

Частоти ( $\text{cm}^{-1}$ ) максимумів смуг поглинання на ІЧ спектрах вихідного  $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$  і фосфату акваамінінцінку

Вихідний $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	$[Zn_3(PO_4)_2(H_2O)(NH_3)_4]$	Віднесення
3727 ср.	3755 ср.	$\nu(H_2O \text{ вільн.})$
3473 с.	-	$\nu_3(H_2O)$
3367 ср.	3333 ср.	$\nu_1(H_2O), \nu_{as}(NH_3)$
-	3212 с.	$\nu(NH_3)$
3147 пл.	3160 с.	$2\nu_2(H_2O)$
-	3087 пл.	$2\nu_2(H_2O'')$

Продовження табл. 6

Вихідний $Zn_3(PO_4)_2 \cdot 4H_2O$	$[Zn_3(PO_4)_2(H_2O)(NH_3)_4]$	Віднесення
2320 сл.	2600 сл.	2 $\delta_s$ (NH <sub>3</sub> ) (?) складна частота
1640 сл.	2327 ср.	
1620 ср.	1990 ср.	$\nu(OH^+)$
1600 ср.	1642 ср.	
1587 сл.	1612 ср.	} $\nu_2(H_2O),$ $\delta_{as}(NH_3)$
1093 с.	1300 с.	
1066 с.	1100 сл.	} $\delta_s(NH_3)$
1005 с.	1025 с.	
993 с.	982 пл.сл.	} $\nu_{as}(PO_3)$
940 с.	942 пл.сл.	
920 с.	842 пл.	} $\nu_s(PO_3)$
760 сл.	-	
747 сл.	-	} $\rho(NH_3)$
733 сл.	-	
720 сл.	727 с.	} $\chi(POH)$
607 сл.	607 с.	
600 с.	563 с.	} $\delta_{as}(PO_3),$ $\nu(Zn-N)$
500 ср.	533 с.	
473 пл.	480 с.	
413 сл.	460 с.	

с - сильна, ср - середня, сл - слабка, пл - плече

Таблиця 7

Вплив добавок, що містять цинк, на ефективність розвитку проростків кукурудзи

Варіанти що порівнюються	Схожість, %	Висота рос- лин на стадії 3-х листків, см	Середня вага рослини, г	
			сирої	сухої
Фон (NPK)+ $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ (3 кг Zn на 1 га)	44	16,1	0,37	0,06
Фон (NPK)+ фосфат аквааміцинку (1,5 кг Zn на 1 га)	56	14,9	0,48	0,10
Фон (NPK)+ фосфат аквааміцинку (3 кг Zn на 1 га)	56	21,3	0,68	0,12



Таблиця 8

Вплив збагачення насіння люпину білого солями, що містять цинк, на ріст та розвиток рослин

Варіанти, що порівнюються	Схожість, %	Висота рослин, см	Довжина корінців, см	Вміст абсолютно сухої речовини у органах рослин, %		
				листя	коріння	стебло
Обробка сульфатом цинку	91,2	25,9	15,4	13,8	11,4	10,7
Обробка фосфатом акваамініцинку	94,7	25,7	13,6	15,3	13,5	12,0

Упорядник

Техред М.Моргентал

Коректор М.Керецман

Замовлення 4099

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,  
254655, ГСП, Київ-53, Львівська пл., 8

Відкрите акціонерне товариство "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101