

## СТИМУЛЮВАННЯ ПРОРОСТАННЯ НАСІННЯ ПОЛІМЕРНИМИ ПОХІДНИМИ ГУАНІДИНУ

**А.В. ЛИСИЦЯ**, кандидат біологічних наук  
Інститут епізоотології УААН

*Досліджено і підтверджено стимулюючий вплив полігексаметиленгуанідину на проростання насіння деяких сільськогосподарських культур. Визначено оптимальний склад для стимулятора проростання насіння. Найкращий результат отримано для гороху і буряку, схожість насіння та енергія проростання цих культур при обробці препаратом зростає у 2-3 рази.*

**Ключові слова:** *полігексаметиленгуанідин, насіння, схожість, стимулятор проростання.*

Незважаючи на те, що на аграрному ринку України наявний широкий асортимент різних стимуляторів проростання насіння, росту і розвитку рослин (далі СРР), пошук нових засобів не припиняється. Ми поставили собі за мету перевірити рістстимулювальні властивості нового типу СРР, а саме полімерних похідних гуанідину, які зазвичай використовують як дезінфектанти [1,2]. Так, типовим представником цього класу є полігексаметиленгуанідин (далі ПГМГ), він має бактерицидні, фунгіцидні, вірулоцидні, альгіцидні властивості. Препарат цінний не лише через свої високі біоцидні якості, а й тому, що завдяки полімерній структурі малотоксичний, безпечний для персоналу та навколишнього середовища, відповідає вимогам екологічно чистого агровиробництва [1].

На підтвердження давно відомої тези про те, що одна й та сама речовина в певних дозах може бути отрутою, а в інших – ліками, ще

наприкінці минулого століття з'явилися дані про рістстимулювальні властивості дезінфектанта ПГМГ. При передпосівному протруюванні насіння пшениці 0,1-1%-ними розчинами ПГМГ хлориду (доза 70 л на 1 т насіння) було встановлено, що препарат не лише захищає насіння від ураження грибками (*Alternarium*, *Penicillum*, *Mucor*, *Fusarium*), а й стимулює його проростання [3].

Пізніше інші автори показали, що при передпосівній обробці насіння злаків та деяких овочевих культур водними розчинами ПГМГ хлориду (концентрації 0,00001-0,1%) суттєво покращуються показники енергії проростання, схожості насіння, росту і розвитку паростків культур на ранніх етапах онтогенезу [4]. Підвищення схожості насіння цукрового та столового буряку в цих дослідах складало 15-35%, для моркви та цибулі енергія проростання збільшилася на 15-37%, а схожість – на 20-35%; для пшениці зростання показників росту складало 10-38%, для кукурудзи – 12-52%. Оптимальними при обробці насіння овочевих культур виявилися концентрації ПГМГ у межах 0,01-0,03% та 0,00001-0,001%, а зернових – 0,001-0,1% [4].

Механізм рістстимулювальної дії ПГМГ наразі точно нез'ясований. При вивченні впливу передпосівної обробки насіння двох гібридів кукурудзи та озимої пшениці водними розчинами ПГМГ хлориду (0,01-0,05%) на біохімічні показники паростків, вирощених у польових умовах, у тому числі на гербіцидному фоні, в більшості зразків у дослідних варіантах виявили зростання вмісту водорозчинних білків, питомої активності протеолітичних ферментів та інгібітора трипсину, а також вільних амінокислот у коренях і паростках. На думку авторів, це може свідчити про інтенсифікацію гідролітичних процесів, а також прискорення біосинтезу білків в ході проростання насіння в процесах росту та розвитку паростків, що звичайно пригнічується у злаків на гербіцидному фоні. Виявлені зміни біохімічних показників білкового та амінокислотного обмінів у паростках кукурудзи і пшениці після передпосівної обробки насіння розчинами ПГМГ можуть

свідчити про посилення адаптивних процесів у рослинних організмах за несприятливих умов середовища, зокрема на гербіцидному фоні [4].

Результати дослідження впливу передпосівної обробки насіння моркви (сорт Шантане), буряка (Бордо) і картоплі (Невська) водними розчинами ПГМГ хлориду на біохімічні показники зрілих коренеплодів, що були вирощені в польових умовах степової зони України (Дніпропетровська обл.), показали підвищення вмісту загальних цукрів у всіх овочах на 9-27%. Відзначено також підвищення вмісту крохмалю в картоплі на 13% [5].

Відомо, що біоцидні властивості ПГМГ залежать не лише від концентрації, а й від аніонного складу полімеру. За будовою ПГМГ є полікатионом, заряджені гуанідинові групи чергуються з неполярними гексаметиленовими. ПГМГ-основу нейтралізують кислотами, зазвичай це HCl, розроблені також технології отримання солей ПГМГ з різними неорганічними та органічними кислотами [1]. Солі ПГМГ з органічними кислотами менш токсичні, їх застосування безпечніше, вони володіють широким спектром біоцидних властивостей і добре розчинні у воді. Логічно припустити, що рістстимулювальні властивості різних солей ПГМГ також будуть відрізнятися.

**Метою досліджень** було порівняти дію різних солей полімерних похідних гуанідину на схожість насіння, енергію проростання, довжину коренів і пагонів; визначити найефективніші концентрації препарату та підібрати оптимальний склад інгредієнтів для стимулятора проростання насіння.

**Матеріали і методика досліджень.** Об'єктом досліджень було насіння гороху сорту Альфа, пшениці Рання яра-93, жита Харківське-98, буряку кормового Урсус полі і кукурудзи цукрової Брусниця рання. Предмет досліджень: вплив полімерних похідних гуанідину (ПП „Терміт”, Україна) на енергію проростання, схожість насіння, довжину коренів і пагонів паростків. У експериментах використали: ПГМГ хлорид, ПГМГ сукцинат однозаміщений (сіль янтарної кислоти), ПГМГ сукцинат двозаміщений

(двозаміщена сіль янтарної кислоти), ПГМГ валерат (сіль валеріанової кислоти), ПГМГ малеат (сіль малеїнової кислоти) і ПГМБГ (полігексаметиленбігуанідин) дихлорид; молекулярні маси полімерів у межах 4-10 кДа, а також янтарна кислота кваліфікації „ч” (ДП „Укрбурштин”, Україна),  $H_3BO_3$ , солі  $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ ,  $MnCl_2 \cdot 4H_2O$  кваліфікації „ч” і „чда” (ТОВ „Хімлаборреактив”, Україна).

Схожість, енергію проростання насіння та інші параметри визначали за загальноприйнятою методикою [6]. Насіння дослідних рослин замочували у водних розчинах препаратів (рН 6-7) у концентраціях від 0,0001 до 1,0 % впродовж 15 хв. Після цього рідину зливали, а насіння підсушували 30 хв на фільтрувальному папері та вміщували в чашки Петрі для пророщування на зволожених подушечках з фільтрувального паперу та вати або рулонах з фільтрувального паперу. Енергію проростання насіння кукурудзи визначали на 4-й день, схожість – на 7-й; жита – на 3-й і 7-й, пшениці – на 3-й і 7-й, буряка – на 5-й і 10-й, гороху – на 3-й і 6-й день. Довжину пагонів (1) і коренів (L) вимірювали однозначно з визначенням схожості насіння, а також через тиждень.

У таблицях наведено усереднені дані 20-80 визначень, повторність модельних дослідів трикратна. Статистичну обробку отриманих експериментальних даних проводили за стандартними методиками [7]. Відхилення від середніх значень для кожного статистичного ряду не перевищує 5 %.

**Результати досліджень.** Порівняння дії різних похідних гуанідину на показники росту жита сорту Харківське-98 показало (табл. 1), що, справді, деякі з них сприяють збільшенню енергії проростання і схожості насіння. Кращими з випробуваних зразків виявилися ПГМГ сукцинат двозаміщений (далі ПГМГсд), ПГМГ хлорид (далі ПГМГхл) і ПГМБГ дихлорид. Ці препарати показали задовільні результати й для інших дослідних культур. На довжину пагона і кореня похідні гуанідину в більшості дослідів не впливали.

## 1. Дія різних похідних гуанідину на показники росту жита сорту Харківське-98

Зразок	Енергія проростання, % до контролю	Схожість, % до контролю	Довжина кореня, мм / % до контролю (через 7 діб)	Довжина пагона, мм / % до контролю (через 7 діб)
ПГМГ хлорид	103,9	102,1	26,0 / 85,3	21,0 / 91,2
ПГМГ сукцинат однозаміщений	103,8	99,3	21,5 / 70,4	20,0 / 86,8
ПГМГ сукцинат двозаміщений	110,7	108,5	24,1 / 79,0	22,4 / 97,2
ПГМГ валерат	90,0	92,8	21,3 / 69,8	20,8 / 90,5
ПГМГ малеат	94,9	100,7	20,5 / 67,1	21,1 / 91,9
ПГМБГ дихлорид	107,5	101,9	27,0 / 88,6	21,2 / 92,1
Контроль (вода)	100,0	100,0	30,5 / 100	23,0 / 100

Примітка. В таблиці наведено усереднене значення показників росту для всіх випробуваних концентрацій препарату (від 0,0001 до 1,0 %).

Оскільки ПГМГсд містить янтарну кислоту, то можна припустити, що стимулюючий ефект пов'язаний саме з її дією. Використання янтарної кислоти в рослинництві для підвищення врожайності сільськогосподарських культур відомо здавна [8], наприклад, для стимулювання росту та збільшення врожайності пшениці [9].

У проведених нами контрольних експериментах з горохом енергія проростання для насіння, обробленого ПГМГсд в концентраціях 0,0001-0,005 %, порівняно з насінням, обробленим янтарною кислотою (в тих самих концентраціях), була вищою на 20-30 %, схожість суттєво не відрізнялася. За інших концентрацій СРР суттєвих відмінностей порівняно з контролем також не встановлено. Перевірка рістстимулювальної дії суміші ПГМГхл і янтарної кислоти, яка не витісняє хлорид-іон із сполуки, також показала гірший результат, ніж сукцинат ПГМГ.

Наступним кроком досліджень стало поєднання ПГМГ з солями мікроелементів. Відомо, що ґрунти Західної геохімічної зони України (Рівненська, Волинська, Івано-Франківська, Чернівецька та інші області) не містять достатньої кількості засвоюваних форм таких мікроелементів, як йод, кобальт, цинк, частково манган, а в Рівненській і Волинській областях, крім

того, в ґрунтах дефіцит міді та бору [10]. Ці елементи суттєво впливають на ріст і розвиток рослин. Кольбатові мікродобрива давно застосовують для обробки насіння цукрового буряку, бобових, ячменю, жита та ін. Цей елемент бере участь в обміні речовин, сприяє фіксації атмосферного азоту, прискорює ріст, розвиток і підвищує продуктивність рослин. Бор необхідний при синтезі білків і обміні вуглеводів впродовж усього вегетаційного періоду. Магній потрібен для регуляції роботи низки ферментів, процесів дихання і фотосинтезу, біосинтезу нуклеїнових кислот тощо. Нестача цинку гальмує швидкість поділу клітин, що призводить до морфологічних змін листків, порушень розтягування клітин і диференціації тканин паростка, зменшення довжини пагона тощо, цинкові мікродобрива підвищують посухо-, жаро- та холодостійкість рослин [11,12 ].

Для зменшення дефіциту життєво важливих для паростка мікроелементів у ґрунтах передпосівну обробку насіння СРР доцільно поєднувати з внесенням мікродобрив. Проте іони таких металів, як  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Co}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Fe}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ ,  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Mn}^{2+}$  можуть витіснити протон з протонованої іміногрупи полімеру і утворювати з ПГМГ стійкі комплексні сполуки. При утворенні розчинних у воді металополімерних комплексів ПГМГ, його властивості поверхнево активної речовини (далі ПАР) можуть зменшуватися, але повністю не зникають; є метали, наприклад  $\text{Cu}^{2+}$ , що утворюють з ПГМГ нерозчинні у воді комплекси [1].

Після багатьох експериментів було визначено оптимальні композиції ПГМГсд і ПГМГхл з солями мікроелементів. Отримані концентрати СРР утворювали справжні розчини, мали нейтральну рН 6-7 і містили по 10 % ПГМГ, а також цинку сульфату – 2 %, кобальту сульфату – 2 %, марганцю хлориду – 1 %, кислоти борної – 0,5 %; СРР на основі ПГМГхл містив додатково 0,5 % янтарної кислоти.

Результати порівняння рістстимулювальної дії ПГМГсд і препарату, що містить комплекс цього полімеру із солями мікроелементів, для насіння гороху наведено в табл. 2. Експеримент засвідчив, що енергія проростання

суттєво не відрізняється, а схожість насіння, довжина пагона і кореня для композиції полімеру з солями мікроелементів значно перевищує аналогічні показники для чистого ПГМГсд.

## 2. Порівняння дії СРР на основі сукцинату ПГМГ на ростові показники насіння гороху сорту Альфа

Концентрація препарату (за ПГМГ), %	ПГМГ сукцинат двозаміщений + солі мікроелементів						ПГМГ сукцинат двозаміщений					
	Енергія проростання, % до контролю	Схожість, % до контролю	Довжина кореня на 13 добу		Довжина пагона на 13 добу		Енергія проростання, % до контролю	Схожість, % до контролю	Довжина кореня на 13 добу		Довжина пагона на 13 добу	
			мм	% до контролю	мм	% до контролю			мм	% до контролю	мм	% до контролю
1,0	121,2	141,5	17,8	81,7	8,3	129,7	125,5	62,5	13,7	62,8	5,2	81,3
0,5	80,3	130,0	19,6	89,9	7,1	110,9	150,1	137,5	16,7	76,6	6,5	101,6
0,1	181,8	183,4	25,2	115,6	8,7	135,9	175,6	87,5	16,3	74,8	4,9	76,6
0,05	125,8	216,7	26,8	122,9	8,8	137,5	175,2	56,3	24,6	112,8	8,6	134,4
0,01	257,6	225,0	31,6	145,0	9,1	142,2	225,3	75,0	24,7	113,3	7,7	120,3
0,005	212,1	200,0	22,8	104,6	9,7	151,6	250,0	100,0	20,9	95,9	6,1	95,3
0,001	348,5	300,0	32,9	150,9	11,4	178,1	325,5	143,8	22,0	100,9	8,6	134,4
0,0001	242,4	200,0	31,3	143,6	9,7	151,6	125,3	100,0	20,3	93,1	5,5	85,9
середнє	196,2	199,6		119,3		142,2	194,1	95,5		91,3		103,7
Контроль (вода)	100	100	21,8	100	6,4	100	100	100	21,8	100	6,4	100

При порівнянні дії СРР на основі ПГМГхл з солями мікроелементів і ПГМГсд з цими самими солями з'ясувалося, що друга композиція ефективніше стимулює енергію проростання і схожість, але не має переваг щодо довжини пагона і кореня, які майже не відрізняються від контролю. Результати дослідження для насіння буряку наведено в табл. 3.

В інших дослідженнях композицію ПГМГсд з мікроелементами порівнювали з дією водного розчину суміші цих солей і розчину солей мікроелементів з янтарною кислотою. В цьому випадку енергія проростання насіння гороху при застосуванні першого препарату перевищувала останні дві композиції на 20-25 %, а схожість – на 25-30 %.

### 3. Порівняння дії СРР з мікроелементами на основі ПГМГ хлориду і ПГМГ сукцинату двозаміщеного на ростові показники насіння буряку кормового Урсус полі

Концентрація препарату (за ПГМГ), %	СРР на основі ПГМГ хлориду (з мікроелементами)						СРР на основі ПГМГ сукцинату двозам. (з мікроелементами)					
	Енергія проростання, % до контролю	Схожість, % до контролю	Довжина кореня на 10 добу		Довжина пагона на 10 добу		Енергія проростання, % до контролю	Схожість, % до контролю	Довжина L кореня на 10 добу		Довжина пагона на 10 добу	
			мм	% до контролю	мм	% до контролю			мм	% до контролю	мм	% до контролю
1,0	200,0	250,0	13,9	53,3	18,4	44,2	327,3	333,4	9,0	34,5	30,1	72,6
0,5	309,1	333,4	14,5	55,8	34,7	83,6	356,4	383,4	11,7	44,9	36,7	88,3
0,1	163,6	166,7	48,2	185,2	46,0	110,8	290,9	300,0	34,2	131,4	49,3	118,8
0,05	218,2	233,4	41,3	158,9	51,5	124,1	200,0	200,0	29,9	115,0	39,8	95,8
0,01	163,6	150,0	39,7	152,5	51,5	124,1	254,5	233,3	32,9	126,4	50,7	122,2
0,005	127,2	133,3	34,5	132,7	50,2	121,0	218,2	250,0	31,9	122,5	51,0	122,9
0,001	181,8	216,7	37,2	143,1	52,2	125,7	145,5	150,0	20,4	78,2	28,9	69,6
0,0001	127,2	150,0	33,4	128,2	43,7	105,2	326,8	316,7	30,4	116,7	51,0	122,9
середнє	187,3	204,2		126,2		104,8	265,0	270,9		96,2		101,6
Контроль (вода)	100	100	26	100	41,5	100	100	100	26	100	41,5	100

Отже, результати експериментів показали, що солі ПГМГ справді можуть стимулювати проростання насіння. Кращі результати з усіх препаратів, які ми випробували, властиві ПГМГсд та його композиції з солями мікроелементів. Використання окремо водних розчинів полімерів, водних сумішей солей мікроелементів, композиції ПГМГхл і янтарної кислоти дають гірший результат. Тому як СРР нами запропоновано новий комплексний препарат, до складу якого входять ПГМГсд, борна кислота і неорганічні солі цинку, кобальту, магнію. Передпосівна обробка насіння буряку цим препаратом сприяє збільшенню енергії проростання на 80-90 %, схожості в 2 рази, для гороху також приблизно в 2 рази (усереднені дані за всіма концентраціями препарату). Для однодольних (злаків) усереднені показники менші, зокрема для кукурудзи і пшениці, зростання схожості та енергії проростання становить 20-35 %, а для жита вони майже не відрізняються від контролю. Значні відмінності показників спостерігали щодо дії різних концентрацій СРР. Так, для злакових культур кращими виявилися концентрації 0,005-0,05 %, зокрема, для кукурудзи зростання схожості у цьому випадку складає 10-15 %, а енергії проростання на 50-100 %, для пшениці зростання становить близько 40 % за обома показниками. Максимальні значення схожості та енергії проростання буряку відзначали

при концентрації препарату 0,1-0,5 % (збільшення приблизно в 3 рази), а для гороху – при концентрації 0,001-0,01 % (збільшення в 2-3 рази).

При застосуванні запропонованого варіанту СРР відбувається також і часткова дезінфекція насіння. Оптимальні для стимулювання проростання насіння концентрації ПГМГ у препараті (0,001-0,5 %) діють бактерицидно та фунгістатично (фунгіцидні концентрації ПГМГ знаходяться в межах 0,1-2,0 %).

Подальшого вивчення потребує механізм стимулюючої дії ПГМГ. Можна припустити, що він пов'язаний з властивостями ПАР, при цьому змінюється проникність клітинних стінок і плазматичних мембран, полімер здатен блокувати певні рецептори на цитоплазматичній мембрані. Полікатіон ПГМГ також може впливати на роботу ферментів і взаємодіяти з нуклеїновими кислотами. Після проведення масштабних виробничих випробувань новий СРР може бути рекомендований до практичного застосування.

## **ВИСНОВКИ**

Солі ПГМГ можуть діяти на живі організми, в т.ч. на насіння рослин, пригнічувати (біоцидно) або стимулювати їх. Це залежить від концентрації препарату та його аніонного складу. Полімерні похідні гуанідину при передпосівній обробці насіння здатні підвищувати його схожість та енергію проростання. Ця стимуляція має переважно стохастичний характер, а не детерміністичний, бо довжина кореня і пагона в паростків зазвичай не зростає, інколи зменшується. Серед випробуваних препаратів СРР, що містили різні інгредієнти, кращими стимулюючими властивостями володіє композиція солі ПГМГ з янтарною кислотою у поєднанні з мікроелементами: бором, цинком, кобальтом, магнієм. Найкраще цей препарат проявив себе при 15-хвилинному передпосівному замочуванні насіння дводольних, зокрема гороху та буряку.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Воинцева И.И. Полигуанидины – дезинфекционные средства и полифункциональные добавки в композиционные материалы / И.И. Воинцева, П.А. Гембицкий. – М.: ЛКМ-пресс. – 2009. – 304 с.
2. Використання полігексаметиленгуанідину для дезінфекції / М.С. Мандигра, І.В. Степаняк, А.В. Лисиця, Ю.М. Мандигра // Аграрний вісник Причорномор'я. Збірник наукових праць. – Одеса: СМІЛ, – 2008. Вип. 42. – Ч.2. – С. 69–73.
3. Гембицкий П. Защита пшеницы от биоповреждений / П. Гембицкий П., К. Ефимов // Хлебопродукты. – 1999. – № 11. – С. 26-27.
4. Пат. 77607 Україна, МПК (2006) А01N 47/40, А01С 1/00. Стимулятор росту і розвитку зернових культур та спосіб стимулювання росту і розвитку кукурудзи та пшениці / Філоник І.О., Апрасюхін О.І.; заявник і власник Філоник І.О., Апрасюхін О.І. – № а 200507758; заявл. 05.08.2005; опубл. 15.12.2005.
5. Пат. 80377 Україна, МПК (2006) А01N 47/40, А01С 1/00. Застосування полігексаметиленгуанідин гідрохлориду як стимулятора росту і розвитку овочевих культур / Апрасюхін О.І., Філоник І.О.; заявник і власник Апрасюхін О.І., Філоник І.О. – № а 200609603; заявл. 06.09.2006; опубл. 25.04.2007.
6. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения качества. – М.: Агропромиздат, 1991. – 415 с.
7. Рокицкий П.Ф. Биологическая статистика. / П.Ф. Рокицкий– Минск: Вышэйша школа, 1973. – 318 с.
8. Благовещенский А.В. Биологическая природа повышения урожайности с помощью янтарной кислоты / А.В. Благовещенский, Р.Р. Рахманов. – М.: МГУ, 1970. – С. 61.
9. Калинин Ф.Л. Биологически активные вещества в растениеводстве. / Калинин Ф.Л. – К.: Наукова думка, 1984. – 318 с.

10. Цеоліт-сметитові туфи Рівненщини: біологічні аспекти використання / [А.В. Лисиця, М.С. Мандигра, М.П. Сорока та ін.] – Рівне: Волинські береги, 2005. – 184 с.
11. Практикум по физиологии растений / [Третьяков Н.Н., Карнаухова Т.В., Паничкин Л.А. и др.]; под ред. Н.Н. Третьякова. – [3-е изд.]. – М.: Агропромиздат, 1990. – 271 с.
12. Мусієнко М.М. Фізіологія рослин: Підручник / Микола Миколайович Мусієнко. – К.: Либідь, 2005. – 808 с.

### **Стимулирование прорастания семян полимерными производными гуанидина**

**Лисица А.В.**

Изучено и подтверждено стимулирующее влияние полигексаметиленгуанидина на прорастание семян некоторых сельскохозяйственных культур. Определен оптимальный состав для стимулятора прорастания семян. Лучше всего препарат действует на горох и свеклу. Всхожесть семян и энергия прорастания у этих культур увеличивается в 2-3 раза.

***Ключевые слова:** полигексаметиленгуанидин, семена, всхожесть, стимулятор прорастания.*

### **Stimulation of sprouting the seeds polymeric derived of guanidine**

**A. Lysytsya**

The stimulation action of polyhexamethyleneguanidine on the sprouting the seeds of some agricultural cultures is studied and confirmed. The optimum composition for facilitator germination of seeds is determined. the preparation acts

better on seeds of pea and beet, germination power and energy of seeds of these cultures increases in 2-3 times.

**Keywords:** *polyhexamethyleneguanidine, seeds, germination power, facilitator of the germination.*