

## ДІЯ КРЕМНІЄВО-КАЛІЙНОГО ДОБРИВА «AGROGLASS STIMUL» НА ПРОРОСТАННЯ ПШЕНИЦІ ОЗИМОЇ В УМОВАХ СОЛЬОВОГО СТРЕСУ

**М.О. Колесніков, кандидат сільськогосподарських наук**

**Ю.П. Пащенко, кандидат біологічних наук**

**Таврійський державний агротехнологічний університет**

*У статті висвітлено питання впливу кремнієво-калійного добрива на проростання насіння та морфометричні показники проростків пшениці озимої в умовах сольового середовища. Встановлено, що добриво «Agroglass Stimul» в концентраціях 5-15 мл/л збільшувало схожість насіння пшениці на 7,5 %, підвищувало солестійкість паростків. Відмічено зростання сирової, сухої маси та довжини проростків і коренів пшениці під впливом добрива на фоні натрій-хлоридного засолення.*

**Ключові слова:** озима пшениця, сольовий стрес, кремнієво-калійне добриво, ріст, схожість.

**Постановка проблеми.** Найбільші втрати врожаю сільськогосподарських культур у світі за даними ФАО відбуваються з причини посух або засолення ґрунтів, тому для аграрного виробництва вирішення проблеми стійкості рослин до стресів і підвищення їхньої продуктивності є пріоритетним напрямком досліджень. Засоленість ґрунтів, характерний для районів Південного Степу України абіотичний фактор, викликає зниження схожості насіння, порушення роботи фотоасиміляційного апарату, режимів водоспоживання та продуктивності сільськогосподарських культур. Застосування речовин регуляторного типу є одним з методів стимулювання солестійкості рослин, з огляду на те, що значні площі посівів продовольчих злакових культур і пшениці, зокрема, в Україні знаходяться на ґрунтах різного ступеню засолення [1].

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** За вмістом у складі рослин кремній займає четверте місце. Рослини здатні поглинати лише мономерні кремнієвої кислоти і її аніони через кореневу систему та листки. Існує думка, що Сіліцій здатний стимулювати природні захисні реакції рослин шляхом участі у метаболізмі [2]. Розчинні форми кремнію регулюють потрапляння нітратів до рослин та сприяють їх накопиченню в ґрунті. Крім того, кремнієві сполуки відіграють роль каталізатора при формуванні специфічної органічної речовини ґрунтів [3]. Нині позитивний вплив кремнієвих добрив встановлено на різних ґрунтах для ряду сільськогосподарських культур, зокрема, рису, ячменю, пшениці, сорга, кукурудзи, соняшника, бобових, овочевих і цитрусових культур [4, 5, 6].

Дослідженнями окремої та сумісної дії моносилікатної кислоти і діатоміту на ріст низки сільськогосподарських культур в умовах сольового

стресу доведено, що активний кремній підвищував резистентність рослин до токсичної дії натрію, в результаті чого збільшувалася схожість на 7 – 20 % та сира маса колеоптелів і коренів культур [7]. Кремній впливає на перерозподіл йонів  $\text{Na}^+$  у рослинах, знижує швидкість потрапляння  $\text{Na}^+$  до коренів і стебел злакових зернових культур, що сприяє підвищенню їх стійкості до сольової токсикації [8]. При оптимізації кремнієвого живлення на фоні сольового навантаження зростала фотосинтетична активність, покращувалося співвідношення  $\text{K} : \text{Na}$  в клітинному протопласті рослин сорго гальмуванням транспорту натрію з коренів до надземної частини рослин, нормалізувався про-антиоксидантний стан тканин листків та коренів [7,8], підвищувалася біологічна продуктивність пшениці озимої [9]. Метою наших досліджень було з'ясування впливу кремнієво-калійного добрива «Agroglass Stimul» на проростання насіння пшениці на ранніх етапах розвитку в умовах сольового стресу.

**Методика досліджень.** Для проведення лабораторних досліджень використовували насіння пшениці озимої сорту Антонівка. Насіння попередньо протруювали у 0,1М  $\text{KMnO}_4$  упродовж 10 хв з наступним підсушуванням. Насіння пшениці контрольного варіанту замочували упродовж 4–6 годин у дистильованій воді, насіння дослідних варіантів замочували у розчинах добрива «Agroglass Stimul» різних концентрацій (5, 15, 30, 60 мл/л). Насіння пророщували упродовж 7 діб у відповідності до умов, наведених у ГОСТ 12038-84 [10]. Для індукції сольового стресу насіння (варіанти 2 – 5) пророщували на 0,1 М розчині хлориду натрію [11]. В роботі використовували кремнієво-калійне добриво «Agroglass Stimul» виробництва ТОВ «ПКФ» Укрсилікат» (м. Запоріжжя) з вмістом  $\text{SiO}_2$  – 21,3% та  $\text{K}_2\text{O}$  – 8,3 %.

В ході досліджень контролювали енергію проростання та лабораторну схожість насіння пшениці, довжину проростків та коренів пшениці їх сиру та суху масу. Результати дослідів опрацьовано статистично зі застосуванням t-критерію Ст'юдента при рівні вірогідності 95 %. Статистичну обробку проведено із застосуванням панелі Microsoft Office Excel 2010.

**Результати досліджень.** На початкових етапах розвитку стійкість рослин до токсичності йонів натрію визначається активністю ростових процесів. Енергія проростання та лабораторна схожість насіння пшениці за його пророщування в умовах хлоридного засолення значно знижуються (табл. 1).

Встановлено, що в стресових умовах сольового навантаження більш низькі концентрації добрива «Agroglass Stimul» вірогідно збільшували енергію проростання та схожість насіння пшениці озимої, порівняно з показниками отриманими при пророщуванні насіння в умовах водного середовища без стресу. Так, за дії «Agroglass Stimul» (5 – 15 мл/л) енергія проростання та лабораторна схожість збільшувалися на 4,7 – 7,1 % та 7,5 – 2,5 % відповідно та порівняно з сольовим контролем. Разом з тим, вже у концентрації > 30 мл/л «Agroglass Stimul» знижував схожість насіння пшениці.

## 1. Енергія проростання та лабораторна схожість насіння пшениці озимої під впливом добрива «Agroglass Stimul» в умовах сольового стресу

Варіант досліду	Енергія проростання, %		Лаб. схожість, %	
Контроль	82,4±2,8	+17,0	86,5±3,3	+12,8
Контроль NaCl (0.1 M)	65,4±2,0 <sup>^</sup>	0,0	73,8±1,7 <sup>^</sup>	0,0
Agroglass Stimul 5 мл/л + NaCl (0.1 M)	70,1±2,1*	+4,7	81,3±1,8*	<b>+7,5</b>
Agroglass Stimul 15 мл/л + NaCl (0.1 M)	72,5±1,9*	<b>+7,1</b>	76,3±3,9	+2,5
Agroglass Stimul 30 мл/л + NaCl (0.1 M)	64,3±1,5	-1,1	65,5±4,6*	-8,3
Agroglass Stimul 60 мл/л + NaCl (0.1 M)	30,7±2,3*	-34,7	36,8±2,8*	-37,0

Джерело: розроблено авторами

**Примітка.** Тут та далі: <sup>^</sup> – різниця істотна порівняно з абсолютним контролем,

\* – різниця істотна порівняно з контролем NaCl (0.1 M) при  $p \leq 0,05$ .

При пророщуванні насіння на 0,1M розчині хлориду натрію досліджуваного сорту пшениці зафіксовано гальмування ростових процесів, про що свідчить зниження сирової маси 7-добових проростків у 2,2 рази та сирової маси коренів пшениці в 2,8 рази порівняно з водним контролем. Подібні ефекти проростків пшениці в період гетеротрофного розвитку за умов сольового стресу були відмічені нами раніше [12]. Причиною різкого гальмування ростових процесів вчені вважають накопичення продуктів гідролізу запасних речовин ендосперму, накопичення води разом із погіршенням їх транспортування до зародку [11]. В свою чергу, добриво «Agroglass Stimul» сприяло збільшенню на 15 % сирової маси проростків пшениці в концентрації 5 мл/л, а при збільшенні концентрації спостерігалось нівелювання ефекту та його зміна на інгібувальний. Тоді як, «Agroglass Stimul» в широкому діапазоні концентрацій від 5 мл/л до 30 мл/л збільшував сиру масу коренів пшениці у порівнянні з рослинами, які не оброблялися добривом перед сівбою (табл. 2).

Аналіз результатів сухої маси 7-добових проростків пшениці узгоджується з отриманими даними для сирової маси проростків і коренів пшениці. Найбільш ефективно «Agroglass Stimul» забезпечував збереження сухої маси проростків пшениці в дозах 5–15 мл/л, яка відповідно перевищувала на 15–17 % суху масу проростків, що інкубувалися на сольовому середовищі. Цікавим є те, що «Agroglass Stimul» в дуже широкому діапазоні концентрацій (5–60 мл/л) збільшував суху масу коренів пшениці на 27 % – 34 % порівняно з сольовим контролем. Вважається, що пригнічення росту рослини на початку онтогенезу є наслідком гальмування процесів утилізації елементів живлення в коренях та їх транспорту до пагонів або конкурентне відношення, що з'являється між іонами натрію та калію в клітинах тканин [11].

Відомо, що сольове навантаження викликає пригнічення фази розтягування клітин, тому за умов дії цього фактору спостерігалось зниження довжини проростків і коренів.

## 2. Біометричні показники 7-добових проростків пшениці озимої під впливом кремнієво-калійного добрива «Agroglass Stimul» в умовах сольового стресу

Варіант досліджу	Сира маса 100 шт, г		Суха маса 100 шт, г		Довжина, см	
	проростки	корені	проростки	корені	проростки	корені
контроль	5,92 ±0,28	7,69 ±0,24	0,680 ±0,033	0,701 ±0,027	9,8±0,2	9,3±0,2
Контроль NaCl (0.1M)	2,68 ±0,07 <sup>^</sup>	2,71 ±0,06 <sup>^</sup>	0,357 ±0,010 <sup>^</sup>	0,342 ±0,015 <sup>^</sup>	5,3±0,2 <sup>^</sup>	3,3±0,1 <sup>^</sup>
Agroglass Stimul 5 мл/л + NaCl 0.1M	3,08 ±0,09*	3,48 ±0,13*	0,411 ±0,013*	0,453 ±0,013	5,9±0,2*	3,6±0,1*
Agroglass Stimul 15 мл/л + NaCl 0.1M	2,86 ±0,06*	3,73 ±0,03*	0,418 ±0,010*	0,458 ±0,035	5,4±0,2	3,8±0,1*
Agroglass Stimul 30 мл/л + NaCl 0.1M	2,71 ±0,17	3,72 ±0,25*	0,369 ±0,014	0,453 ±0,035	5,1±0,2	3,5±0,1*
Agroglass Stimul 60 мл/л + NaCl 0.1M	2,11 ±0,16*	2,76 ±0,18	0,304 ±0,023*	0,435 ±0,020	4,0±0,2*	2,9±0,1*

*Джерело: розроблено авторами*

Проте, за дії кремнієво-калійного добрива «Agroglass Stimul» у мінімальній концентрації (5 мл/л) зростала довжина як проростків – на 10 %, так і коренів – на 11 % порівнянно з рослинами пророщеними на сольовому фоні без передпосівної оброблення добривом. Слід зазначити, що більш високі концентрації добрива (15–30 мл/л) стимулювали збільшення довжини лише кореневої системи пшениці. Отримані результати знаходять підтвердження в дослідженнях впливу різних форм кремнію на пшеницю в умовах засолення середовища [9].

**Висновки.** Кремнієво-калійне добриво «Agroglass Stimul» можна розглядати як регулятор осмотичного тиску в тканинах рослин. Встановлено, що в умовах сольового стресу «Agroglass Stimul» (5–15 мл/л) збільшувало енергію проростання та схожість насіння пшениці озимої, забезпечувало накопичення біомаси проростків і коренів пшениці та збільшувало їх довжину в інтервалі концентрацій 5–30 мл/л в умовах інкубації на сольовому середовищі.

### Література

1. Давидова О.Є., Вешицький В.А., Мокринський В.М., Яворовський П.П. Адаптогенні та біологічно активні речовини для рослинництва. Київ: ВПП «Компас». 2008. 187 с.
2. Ma J.F. Role of Silicon in Enhancing the Resistance of Plants to Biotic and Abiotic Stresses // Soil Sci. Plant Nutr. 2004. V. 50 (1). P. 11 – 18.
3. Ma J.F., Takahashi E. Soil, Fertilizer, and Plant Silicon Research in Japan // Netherlands: Elsevier. 2002. 281 p.
4. Abed-Ashtiani F., Kadir J.B., Selamat A.B., Hanif A.H., Nasehi A. Effect

of Foliar and Root Application of Silicon Against Rice Blast Fungus in MR219 Rice Variety // *Plant Pathol. J.* 2012. V. 28(2). P. 164–171.

5. Gomes F.B. Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids / F.B. Gomes, J. Campos de Moraes, C.D. Santos, M.M. Goussain // *Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.)*. 2005. V.62, №6. P. 547–551.

6. Guntzer F., Keller C., Meunier J.-D. Benefits of plant silicon for crops: a review // *Agr. for Sustainable Development*. 2012. V.32(1). P. 201–213.

7. Матыченков И.В. Взаимное влияние кремниевых, фосфорных и азотных удобрений в системе почва-растение: дис. ... к-та. биол. наук: 06.01.04 / Матыченков И.В. Москва. 2014. 136 с.

8. Liang Y., Chen Q., Zhang W., Ding R. Exogenous silicon increases antioxidant enzyme activities and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley // *Abs. of II Silicon in Agriculture Conf.* 2002. P. 140–151.

9. Ahmad R., Zaheer S. H., Ismail S. Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum L.*) // *Plant Science*. 1992. V. 85(1). P. 43–50.

10. Семена сельскохозяйственных культур. Методы определения всхожести: ГОСТ 12038-84. Введенный 01.07.86. Москва. 1984. 30 с.

11. Удовенко Г.В. Солестойкость культурных растений. Ленинград. Колос, 1977. 215с.

12. Колесніков М.О. Адаптивні реакції пшениці на дію сольового стресу в гетеротрофний період онтогенезу // *Агробіологія: збірник наукових праць БЦНАУ*. 2012. Вип. 9(96). С. 20–24.

## References

1. Davydova, O.Ie., Veshytskyi V.A., Mokrynskyi V.M., Yavorovskyi P.P. (2008). *Adaptogenic and biologically active substances for crop*. Kyiv, 2008. 187 p. (in Ukrainian).

2. Ma, J. F. (2004). Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. *Soil Science and Plant Nutrition*, 2004, no. 50(1), pp. 11-18.

3. Ma, J. F., & Takahashi, E. (2002). *Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan*. Elsevier, 2002. 281 p.

4. Abed-Ashtiani, F., Kadir, J. B., Selamat, A. B., Hanif, A. H. B. M., & Nasehi, A. (2012). Effect of foliar and root application of silicon against rice blast fungus in MR219 rice variety. *The plant pathology journal*, 2012, no. 28(2), pp. 164-171.

5. Gomes, F. B., Moraes, J. C. D., Santos, C. D. D., & Goussain, M. M. (2005). Resistance induction in wheat plants by silicon and aphids. *Scientia Agricola*, 2005, no. 62(6), pp. 547-551.

6. Guntzer, F., Keller, C., & Meunier, J. D. (2012). Benefits of plant silicon for crops: a review. *Agronomy for Sustainable Development*, 2012, no. 32(1), pp. 201-213.

7. Matyichenkov I.V. (2014). *Mutual influence of silicon, phosphorus and nitrogen fertilizers in the soil-plant system*. Moscow, 2014. 136 p. (in Russian).

8. Liang, Y., Chen, Q. I. N., Zhang, W., & Ding, R. (2002). Exogenous silicon increases antioxidant enzyme activities and reduces lipid peroxidation in roots of salt-stressed barley. *Abs. of II Silicon in Agriculture Conf.*, 2002. pp. 140-151.

9. Ahmad R., Zaheer S. H., Ismail S. (1992). Role of silicon in salt tolerance

of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Science*, 1992, no. 85(1), pp. 43-50.

10. State Standart 12038-84. Agricultural seeds. Methods for determining the germination. Moscow: Stadartinform Publ., 1984. 30 p. (in Russian).

11. Udovenko G.V. (1977). *Salt tolerance of crop plants*. Leningrad: Kolos, 1977. 215 p. (in Russian).

12. Kolesnikov M.O. (2012). The adaptive response of wheat to the effect of salt stress during heterotrophic ontogeny. *Agrobiologia*, 2012, no. 9(96), pp. 20-24. (in Ukrainian).

Одержано 28. 10. 2016

### *Аннотация*

**Колесников М.А., Пащенко Ю.П.**

**Действие кремниево-калийного удобрения «Agroglass stimul» на прорастание пшеницы озимой в условиях солевого стресса**

Засоленность почв, характерный для районов Южной степи Украины абиотический фактор, который вызывает снижение продуктивности сельскохозяйственных культур. Использование веществ регуляторного типа: один из методов усиления солеустойчивости растений. Кремний способен стимулировать природные защитные реакции растений путем участия в метаболизме. Позитивное влияние кремневых удобрений установлено для ряда культур. Кремний влияет на перераспределение ионов Na в растениях, снижает скорость попадания натрия в корни и стебли злаковых зерновых культур, что повышает их устойчивость к солевой токсикации. Целью нашего исследования было изучение влияния кремниево-калийного удобрения «Agroglass Stimul» на прорастание семян пшеницы в условиях солевого стресса.

Объектом исследований были семена пшеницы озимой сорта Антоновка. Семена пшеницы замачивали в растворах кремниево-калийного удобрения «Agroglass Stimul» с концентрациями (5, 15, 30, 60 мл/л) и проращивали 7 суток в чашках Петри при контролируемых параметрах. Определяли энергию прорастания и лабораторную всхожесть семян, сырую и сухую массу, длину проростков и корней пшеницы. Для индукции солевого стресса семена (варианты 2-5) проращивали на 0,1 М растворе хлорида натрия.

Энергия прорастания и лабораторная всхожесть семян пшеницы в условиях натрий-хлоридного засоления значительно снижаются. Под действием «Agroglass Stimul» (5-15 мл/л) энергия прорастания и лабораторная всхожесть увеличивались на 4,7-7,1% и 7,5-2,5% соответственно и по сравнению с соевым контролем. Проращивание семян на растворе NaCl тормозило ростовые процессы. В свою очередь, удобрение «Agroglass Stimul» (5мл/л) способствовало увеличению на 15% сырой массы проростков пшеницы, а при увеличении концентрации наблюдали ингибирующий эффект. Удобрение в широком диапазоне концентраций (5-30 мл/л) увеличивал сырую массу корней пшеницы. Наиболее эффективно «Agroglass Stimul» обеспечивал накопление сухой массы проростков пшеницы в дозах 5-15 мл/л, которая превышала на 15-17% массу проростков, инкубируемых на солевой среде. «Agroglass Stimul» в очень широком диапазоне концентраций (5–60 мл/л) увеличивал сухую массу корней пшеницы на 27-34% по сравнению с соевым контролем. При действии удобрения «Agroglass Stimul» в концентрации (5 мл/л) возросла длина проростков - на 10%, и корней - на 11%. Более высокие дозы удобрения (15–30 мл/л) стимулировали увеличение длины только корневой системы пшеницы.

Таким образом, кремниево-калийное удобрение «Agroglass Stimul» можно рассматривать как осмотический регулятор в тканях растений, которое в концентрациях 5–15 мл/л эффективно стимулировало ростовые процессы озимой пшеницы на ранних фазах прорастания в условиях солевого стресса.

**Ключевые слова:** озимая пшеница, солевой стресс, кремниево-калийное удобрение, рост, всхожесть.

## Annotation

**Kolesnikov M.A., Paschenko U.P.**

### **The effect of of silicon-potassium fertilizer «Agroglass stimu» on the winter wheat germination under salt stress**

*The salinity of soils is the typical abiotic factor for the South of Ukraine, which decrease the crop's productivity. The use of fertilizers with complex regulation effects is one of the effective methods to improving plants salt tolerance. Silicon is able to stimulate the native protect reactions of plant by including in its methabolism. The positive effect of silicon fertilizers shown for some crops. Silicon effects on Na<sup>+</sup> spreading in plants, decreases the speed of Sodium transport to roots and stems of grain crops. This increases the plant tolerance to salt toxication. The aim of the work was to determine the influence of silicon-potassium fertilizer «Agroglass Stimul» on the winter wheat germination at early stage of growth under salt stress.*

*The object of the study were seeds of winter wheat cultivation "Antonovka". Seeds were soaked in solutions of silicon-potassium fertilizer «Agroglass Stimul» (5, 15, 30, 60 ml/L) and germinated in Petri dishes under controlled parameters during 7 days long. The laboratory germination, length and weight of seedlings and roots of wheat were determined. Seeds (variants 2-5) were grown at 0,1 M sodium chloride solution for induction salt stress.*

*Laboratory germination of wheat seeds decreased under sodium chloride salinity. The energy of growth and germination increased by 4,7 - 7,1% and 7,5 - 2,5% respectively and compared with salt control. Growing wheat seeds in salinity condition, it was noticed the inhibitions of growth processes. In turn, «Agroglass Stimul» (5 ml/L) increased roots raw weight by 15% but big concentration of fertilizer the inhibitory effect observed. «Agroglass Stimul» increased wheats sprouts raw weight at wide concentration range (5-30 ml/L). «Agroglass Stimul» (5-15 ml/L) the most effectively accumulated the wheat seedlings dry weight, which exceeded the control indexes by 15-17%. «Agroglass Stimul» increased roots dry weight by 27-34% at wide range (5-60 ml/L) compared with salt control. The length of wheat seedlings and root increased by 10% and 11% respectively under «Agroglass Stimul» (5 ml/L) influence. The higher doses (15-30 ml/L) of fertilizer stimulated the wheats root system enlargement.*

*Thereby, the silicon-potassium fertilizer «Agroglass Stimul» is a regulator of plants tissues osmotic pressure, which at concentration 5-15 ml/L effectively stimulated the growth processes of winter wheat at early stages of germination under salt stress.*

**Keywords:** winter wheat, salt stress, silicon-potassium fertilizer, growth, germination.

**УДК 632.954:633.34:631.811.98**

## **ФОТОСИНТЕТИЧНА ПРОДУКТИВНІСТЬ ПОСІВІВ СОЇ НА ТЛІ ГЕРБІЦИДУ ФАБІАН ТА РЕГУЛЯТОРА РОСТУ РОСЛИН БІОЛАН**

**О.В. Голодрига, кандидат сільськогосподарських наук  
Л.В. Розборська, кандидат сільськогосподарських наук  
Уманський національний університет садівництва**

*Наведено результати трирічних досліджень впливу різних норм гербіциду Фабіан, регулятора росту рослин Біолан на фотосинтетичну продуктивність посівів сої, а саме: площу листків, чисту продуктивність фотосинтезу та вміст хлорофілу в умовах Правобережного Лісостепу України.*

**Ключові слова:** соя, гербіцид, Фабіан, регулятор росту рослин, Біолан, площа листя, чиста продуктивність фотосинтезу.