УДК 632.959:547.82

**НЕЙТРАЛИЗАЦИЯ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ ГЕРБИЦИДОВ С ПОМОЩЬЮ БИОСТИМУЛЯТОРОВ В ПОСЕВАХ САХАРНОЙ СВЁКЛЫ**

Назаренко Дарья Юрьевна
научный сотрудник

Дядюченко Людмила Всеволодовна
к.х.н.

Стрелков Владимир Денисович
д.х.н.
*Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений,350039 Краснодар, Россия*

Большинство современных химических средств защиты растений оказывают негативный эффект на защищаемые растения из-за отсутствия узкой избирательности и нарушений технологических регламентов применения. Эти недостатки можно снизить за счет целенаправленного применения иммуностимуляторов, индуцирующих естественный иммунитет растений против негативного действия биотических и абиотических факторов среды, в том числе фунгицидов и гербицидов

Ключевые слова: ИММУНОСТИМУЛЯТОРЫ, АНТИДОТЫ, ФИТОТОКСИЧНОСТЬ, ФИТОГОРМОНЫ

UDC 632.959:547.82

**NEUTRALIZATION OF HERBICIDE NEGATIVE IMPACT ON SUGAR BEET WITH BIOSTIMULATORS**

Nazarenko Daria Yurievna
researcher

Dyadyuchenko Lyudmila Vsevolodovna
Cand.Chem.Sci.

Strelkov Vladimir Denisovich
Dr.Sci.Chem.
*All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, 350039, Krasnodar, Russia*

Most modern chemicals designed to protect crop also actually cause negative effects on the protected plants mostly due to side effects and/or not following the application procedures correctly. It is possible to neutralize the negative effects of herbicides they have on cultivated plants with precise use of immunostimulants which will increase the plants' natural immunity against the negative effects of biotic and abiotic environmental factors

Keywords: IMMUNE STIMULANT, ANTIDOTES, PHYTOTOXICITY, PLANT HORMONES

Сахарная свекла во всем мире, в том числе и в России, является объектом инновационных технологий, что определяется ее достаточно высокой урожайностью, приносящей хозяйствам значительную прибыль.

В Краснодарском крае сахарная свекла является единственным промышленным сырьем для производства сахара. Здесь сосредоточено более трети всего производства свекловичного сырья и сахара РФ.

Повышение эффективности производства сахарной свеклы на интенсивной основе требует постоянного совершенствования отдельных элементов технологии, в том числе, использования с большей эффективностью имеющихся химических средств, которые в структуре затрат по объему занимают 30 % [6].

Одним из наиболее уязвимых звеньев технологии выращивания сахарной свеклы является защита культуры от сорняков. Несмотря на эффективность химических способов уничтожения сорняков, недобор сельскохозяйственной продукции от фитотоксичности гербицидов ежегодно составляет 15-20 % [2,3]. Поскольку большинство современных химических средств защиты растений оказывают негативный эффект на защищаемые растения из-за отсутствия узкой избирательности и нарушений технологических регламентов применения.

Однако эти недостатки можно снизить за счет целенаправленного применения иммуностимуляторов, индуцирующих естественный иммунитет растений против негативного действия биотических и абиотических факторов среды, в том числе гербицидов [5,9,10].

Современная наука и практика располагают достаточным количеством аргументов для успешного использования в растениеводстве регуляторов роста растений нового поколения, обладающих антистрессовым действием. При использовании таких препаратов совместно с гербицидами прибавка урожая может складываться из взаимосвязанных эффектов. Во-первых, проявляется ростстимулирующая активность препарата, во-вторых, повышается устойчивость растений к различным неблагоприятным факторам среды, в-третьих, применяемый регулятор роста может выступать в качестве антидота против токсического действия гербицидов на культурные растения[4, 11].

При совместном действии гербицидов и регуляторов роста подавление сорной растительности может, как усиливаться, так и ослабевать.

Проявление токсического эффекта гербицидов связано с нарушением нормального функционирования всего комплекса эндогенных регуляторов роста. Взаимодействие их непосредственно, так как слабое ингибирование роста целиком снимается высокими концентрациями фитогормонов, тогда как высокие дозы гербицидов быстро и необратимо подавляют активность

фитогормонов.

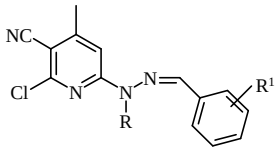
Повышенные концентрации регуляторов роста могут ускорить гибель растений за счет синергетического действия их с гербицидами, поэтому в некоторых случаях отмечается усиленное действие гербицидов при совместном внесении их с регуляторами роста [7].

Следовательно, использование смесей регуляторов роста с гербицидами, фунгицидами, азотными и микроудобрениями очень перспективно и все больше внедряется в производство.

В лаборатории регуляторов роста и развития растений ВНИИБЗР разработан синтез и скрининг химических веществ, которые по своей структуре являются аналогами природных соединений. Одним из примеров служит синтез веществ из ряда гетероциклических соединений [1].

Известно, что гетероциклические соединения играют выдающуюся роль в дыхательном процессе и консервации энергии, фотосинтезе. Эту закономерность нам удалось подтвердить после испытаний соединений

Л-26, которое относится к химическим биологически активным веществам из ряда гетероциклических соединений формулы **1-2**:




**1-2**

**1** R =$CH_3$; $R^1$ = 2-$NO_2$;(соединение-26)

**2** R =$C_2H_5$ ; X = 4- $NO_2$;(соединение -9)

проявляющим рострегулирующие свойства на растениях сахарной свеклы и подсолнечнике. Достоверность соединений подтверждена результатами элементного анализа, данными ИК- и ЯМР-спектроскопии и масс-спектрометрии.

Постановка лабораторных и полевых опытов по изучению биологической активности регуляторов роста и гербицидов проводилась на

базе лаборатории регуляторов роста растений и опытных участках ВНИИБЗР.

Для поиска перспективных регуляторов роста для сахарной свеклы нами были отобраны 26 новых химических соединений, проявивших ростостимулирующий эффект на подсолнечнике.

Для получения проростков сахарной свёклы использовали официально рекомендованную методику проращивания семян в «рулонах» [ 8]. Препараты испытывали в концентрациях $10^{-2}$-$10^{-5}$. В качестве эталона использовали рекомендованные для применения на сахарной свёкле регуляторы роста бетастимулин и гуми-20М. Повторность опыта четырёхкратная. В каждом варианте опыта семена сахарной свёклы обрабатывали 30 мл рабочим раствором препаратов. Затем выдерживали в течение 1 ч при 21-22 $^{0}$С в отсутствии света. После этого, обработанные, семена (по 50 шт.) раскладывали в линию с интервалом 1-2 см на увлажненную, по полной влагоемкости полосу фильтровальной бумаги (10*55) см, затем полоски фильтровальной бумаги сворачивали в рулон. Рулоны устанавливали вертикально в химические стаканы и термостатировали при 22-25 $^{0}$С. Через 3 сут опыт заканчивали и проводили биометрическую оценку растений. Данные учётов обрабатывали статистически (при уровне значимости P=0.95 ).

Результаты испытаний представлены в таблицах 1, 2.

Таблица 1 – Результаты испытаний химических соединений на ростстимулирующую активность на проростках сахарной свёклы (оценка по длине корня)

| Шифр соединения | Контроль | Ростстимулятор в концентрации, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $10^{-2}$ | | $10^{-3}$ | | $10^{-4}$ | | $10^{-5}$ | |
| | А | А | В | А | В | А | В | А | В |
| 1 | 120 | 142 | 118** | 145 | 121* | 128 | 107 | 102 | 85 |
| 2 | 120 | 140 | 117** | 142 | 118** | 119 | 99 | 110 | 92 |
| 3 | 120 | 114 | 95 | 105 | 88 | 120 | 100 | 105 | 88 |
| 4 | 120 | 145 | 121* | 148 | 123* | 125 | 104 | 112 | 93 |
| 5 | 120 | 117 | 98 | 130 | 108 | 125 | 104 | 105 | 88 |
| 6 | 108 | 118 | 109 | 120 | 111 | 126 | 117** | 120 | 111 |
| 7 | 108 | 113 | 105 | 120 | 111 | 105 | 97 | 103 | 95 |
| 8 | 108 | 115 | 106 | 113 | 105 | 124 | 115 | 106 | 98 |
| 9 | 108 | 122 | 113 | 128 | 119** | 125 | 116** | 120 | 111 |
| 10 | 108 | 117 | 108 | 121 | 112 | 123 | 114 | 120 | 111 |
| 11 | 117 | 115 | 98 | 113 | 97 | 118 | 100 | 114 | 97 |
| 12 | 117 | 129 | 110 | 125 | 107 | 122 | 104 | 130 | 111 |
| 13 | 117 | 121 | 103 | 128 | 109 | 131 | 112 | 99 | 85 |
| 14 | 117 | 122 | 104 | 126 | 108 | 112 | 96 | 102 | 87 |
| 15 | 117 | 135 | 115 | 136 | 116** | 138 | 118** | 128 | 109 |
| 16 | 115 | 120 | 104 | 108 | 94 | 115 | 100 | 115 | 100 |
| 17 | 115 | 125 | 107 | 122 | 106 | 108 | 94 | 102 | 89 |
| 18 | 115 | 118 | 102 | 115 | 100 | 120 | 104 | 114 | 99 |
| 19 | 115 | 125 | 109 | 128 | 111 | 120 | 104 | 115 | 100 |
| 20 | 115 | 126 | 110 | 132 | 115** | 131 | 114 | 124 | 107 |
| 21 | 118 | 110 | 93 | 110 | 93 | 100 | 85 | 100 | 85 |
| 22 | 118 | 118 | 100 | 120 | 102 | 123 | 104 | 120 | 102 |
| 23 | 118 | 130 | 110 | 135 | 114 | 140 | 119** | 135 | 114 |
| 24 | 118 | 115 | 97 | 120 | 102 | 120 | 102 | 123 | 104 |
| 25 | 118 | 120 | 102 | 124 | 105 | 125 | 106 | 125 | 106 |
| 26 | 118 | 145 | 123* | 148 | 125* | 147 | 125* | 130 | 110 |

А - средняя длина корня, мм
В – % к контролю
*- существенно при уровне вероятности 0,95
**- существенно при уровне вероятности 0,90

Таблица 2 – Результаты испытаний химических соединений на ростстимулирующую активность на проростках сахарной свёклы (оценка по длине гипокотиля)

| Шифр соединения | Контроль | Ростстимулятор в концентрации, % | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $10^{-2}$ | | $10^{-3}$ | | $10^{-4}$ | | $10^{-5}$ | |
| | А | А | В | А | В | А | В | А | В |
| 1 | 26 | 28 | 107 | 30 | 115** | 34 | 131* | 28 | 108 |
| 2 | 26 | 30 | 115** | 35 | 135* | 32 | 123* | 30 | 115** |
| 3 | 26 | 10 | 38 | 15 | 58 | 30 | 115 | 12 | 46 |
| 4 | 26 | 15 | 58 | 22 | 85 | 20 | 77 | 20 | 77 |
| 5 | 26 | 20 | 77 | 18 | 69 | 16 | 62 | 16 | 62 |
| 6 | 24 | 35 | 146 | 30 | 125 | 25 | 104 | 22 | 92 |
| 7 | 24 | 20 | 83 | 20 | 83 | 14 | 58 | 15 | 63 |
| 8 | 24 | 12 | 50 | 15 | 62 | 15 | 62 | 13 | 50 |
| 9 | 24 | 36 | 150* | 35 | 146* | 33 | 138* | 33 | 138* |
| 10 | 24 | 14 | 58 | 18 | 75 | 20 | 83 | 19 | 79 |
| 11 | 26 | 13 | 50 | 15 | 58 | 30 | 115 | 25 | 96 |
| 12 | 26 | 15 | 58 | 20 | 77 | 10 | 38 | 15 | 58 |
| 13 | 26 | 17 | 65 | 20 | 77 | 16 | 62 | 15 | 58 |
| 14 | 26 | 19 | 73 | 30 | 115* | 25 | 96 | 20 | 77 |
| 15 | 26 | 15 | 58 | 18 | 69 | 24 | 92 | 15 | 58 |
| 16 | 27 | 20 | 74 | 30 | 111 | 15 | 56 | 15 | 56 |
| 17 | 27 | 15 | 56 | 19 | 70 | 10 | 37 | 10 | 37 |
| 18 | 27 | 25 | 93 | 25 | 93 | 35 | 130 | 33 | 122* |
| 19 | 27 | 30 | 111 | 30 | 111 | 19 | 70 | 20 | 74 |
| 20 | 27 | 30 | 111 | 27 | 100 | 23 | 85 | 20 | 74 |
| 21 | 25 | 10 | 40 | 15 | 60 | 15 | 60 | 25 | 100 |
| 22 | 25 | 25 | 100 | 20 | 80 | 15 | 60 | 15 | 60 |
| 23 | 25 | 30 | 120* | 25 | 100 | 30 | 120* | 20 | 80 |
| 24 | 25 | 15 | 60 | 20 | 80 | 15 | 60 | 10 | 40 |
| 25 | 25 | 20 | 80 | 15 | 60 | 10 | 40 | 15 | 60 |
| 26 | 25 | 38 | 152* | 40 | 160* | 35 | 140* | 35 | 140* |

А – средняя длина гипокотиля, мм
В – % к контролю
* - существенно при уровне вероятности 0,95
**- существенно при уровне вероятности 0,90

Ростстимулирующую активность по увеличению длины корня в сравнении с контролем показали представленные в таблице 1 соединения 1,2,4,6,9,15,20,22,23,26 по увеличению длины гипокотиля на 15-60 % соединения 1,2,9,11,14,18,23,26 (таблица 2).

Следует отметить высокую ростстимулирующую активность

соединений 9 и 26, величина ростстимулирующего эффекта которых составляет 37-50 % по увеличению длины корней и 40-66 % по увеличению длины гипокотиля.

Соединения, проявившие при первичной оценке ростстимулирующий эффект на проростках сахарной свёклы, как по гипокотилю так и по корню, испытывали в условиях полевого опыта на вегетирующих растениях сахарной свёклы.

Отобранные соединения добавляли в баковые смеси гербицидов и вносили в фазу 4-6 и 8-10 листьев культуры.

Таблица 3 – Влияние гербицидов и регуляторов роста на продуктивность сахарной свёклы (2006-2009 год)

| Варианты<br>Второе внесение | Урожайность т/га | Прибавка к контролю | | Сахаристость, % | Выход сахара, т/га | Прибавка к контролю, т/га |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | т/га | % | | | |
| 1.Контроль (без обработок) | 18,0 | - | - | 17,3 | 3,11 | - |
| 2.Эталон (100 %) Зелек супер 0,5 л/га+Бетанал 22, 1,2 л/га+ Лонтрел 0,3л/га | 36,2 | - | - | 17,5 | 6,33 | - |
| 3.Эталон (70 %) Зелек супер 0,37 л/га+ Бетанал 22, 0,70 л/га+ Лонтрел 0,2 л/га +гуми-20М, 0,2 л/га | 39,8 | 3,6 | 10,0 | 18,2 | 7,24 | 0,91 |
| 4. Эталон (70 %) Зелек супер 0,37 л/га+ Бетанал 22, 0,70 л/га+ Лонтрел 0,2 л/га +бетастимулин 10 г/га | 42,5 | 6,3 | 17,4 | 19,5 | 8,28 | 1,95 |
| 5. Эталон (70%) Зелек супер 0,37 л/га+ Бетанал 22, 0,70 л/га+ Лонтрел 0,2 л/га +соединение -26 40 г/га | 43,2 | 6,8 | 18,7 | 18,3 | 7,90 | 1,57 |
| 6. Эталон (70%) Зелек супер 0,37 л/га+ Бетанал 22, 0,70 л/га+ Лонтрел 0,2 л/га +соединение-9 40 г/га | 43,5 | 7,3 | 20,2 | 18,3 | 7,96 | 1,63 |
| $НСР_{05}$ | 2,8 | | | | | |

*** соединение -26 -3[(4-метилфенил)карбоксамидо]-1,4,6-триметилпиразоло[3,4-b]пиридин**

По отношению к эталону (100 %) в вариантах с регуляторами роста достоверная прибавка урожая составляла 10-20 %, сахаристость увеличивалась на 0,7-2 %.

Результатами исследований установлено, что снижение рекомендованных доз гербицидов при добавлении к ним регуляторов роста обеспечило достоверные прибавки урожая и повысило содержание сахара в корнеплодах. Предположительно это может быть связанно со снижением негативного действия гербицидов на культуру и более быстрой адаптацией к условиям стресса.

Торможение нарастания массы корнеплода и листьев у сахарной свёклы в период внесения гербицидов в условиях повышенной температуры воздуха создаёт предпосылки, при которых возможны потери урожая, исключить которые можно за счёт рациональных и экономически целесообразных комбинаций гербицидов с минимальной фитотоксичностью на растения культуры, без снижения эффективности на сорные растения. К таковым относятся баковые смеси гербицидов с уменьшенной на 30 % дозой от рекомендованной в сочетании с регуляторами роста при повторной обработке.

Полученные данные свидетельствуют о более быстром и полном выходе растений из состояния стресса, что в конечном итоге способствует повышению урожая и качества продукции.

Проведённые исследования доказывают, что применение регуляторов роста в композициях с гербицидами в современных агротехнологиях, имеют хорошие перспективы в плане урожайности, снижения химической нагрузки на агрофитоценозы и общей экологизации растениеводства.

## Список литература

1. Алешин Е.П., Шеуджен А.Х. Влияние меди на содержание хлорофилла и каротиноидов в листьях риса // Бюлл. НТИ ВНИИриса. 1988. Вып. 37. С. 16–18.
2. Дворянкин Е.А. Причины повышения фитотоксичности гербицидов на растения сахарной свёклы //Сахарная свёкла.2006.№ 5.С.36-40
3. Дворянкин Е.А. Современное применение цеолитов и гербицидов на сахарной свекле // Земледелие. 2002. №6. С 25-26.
4. Дворянкин Е.А. Стимуляторы роста и гербициды на сахарной свекле // Сахарная свекла. 2003. №7. С. 21-23
5. Ерыгин П.С. Физиология. М.: Колос, 1984. 207 с.
6. Захаренко В.А. Изучение конкурентной способности сорных и культурных растений в связи с применением гербицидов // Химия в сельском хозяйстве. 1968. № 6. С. 47-52
7. Любченко А.Ю., Кравцов А. М., Сковородкин Е. В. и др. Урожайность и технологические качества корнеплодов сахарной свеклы в зависимости от приемов выращивания в центральной зоне Краснодарского края // Тр. Куб ГАУ. 2010. - №2 (31). С. 122-126 .
8. Методы определения зараженности болезнями. Семена сельскохозяйственных растений. ГОСТ 12044-93,пп.10.3,10.7.
9. Мокроносов А.Т. Онтогенетический аспект фотосинтеза. М.: Наука, 1981. 196 с.
10. Орловский Н.И. Основы биологии сахарной свеклы. Киев: Госсельхозиздат УССР. 1961. - 302 с.
11. Lichtentaller H.K., Wellburn A.R. Determinations of total extracts in different solvents. – Biochem. Soc. Transactions, 1983. Vol. 11, № 5. P. 591-592.

## References

1. Aleshin E.P., Sheudzhen A.H. Vlijanie medi na soderzhanie hlorofilla i karotinoidov v list'jah risa // Bjull. NTI VNIIrisa. 1988. Vyp. 37. S. 16–18.
2. Dvorjankin E.A. Prichiny povyshenija fitotoksichnosti gerbicidov na rastenija saharnoj svjokly //Saharnaja svjokla.2006.№ 5.S.36-40
3. Dvorjankin E.A. Sovremennoe primenenie ceolitov i gerbicidov na saharnoj svekle // Zemledelie. 2002. №6. S 25-26.
4. Dvorjankin E.A. Stimuljatory rosta i gerbicidy na saharnoj svekle // Saharnaja svekla. 2003. №7. S. 21-23
5. Erygin P.S. Fiziologija. M.: Kolos, 1984. 207 s.
6. Zaharenko V.A. Izuchenie konkurentnoj sposobnosti sornyh i kul'turnyh rastenij v svjazi s primeneniem gerbicidov // Himija v sel'skom hozjajstve. 1968. № 6. S. 47-52
7. Ljubchenko A.Ju., Kravcov A. M., Skovorodkin E. V. i dr. Urozhajnost' i tehnologicheskie kachestva korneplodov saharnoj svekly v zavisimosti ot priemov vyrashhivanija v central'noj zone Krasnodarskogo kraja // Tr. Kub GAU. 2010. - №2 (31). S. 122-126 .
8. Metody opredelenija zarazhennosti boleznjami. Semena sel'skohozjajstvennyh rastenij. GOST 12044-93,pp.10.3,10.7.
9. Mokronosov A.T. Ontogeneticheskij aspekt fotosinteza. M.: Nauka, 1981. 196 s.
10. Orlovskij N.I. Osnovy biologii saharnoj svekly. Kiev: Gossel'hozizdat USSR. 1961. - 302 s.
11. Lichtentaller H.K., Wellburn A.R. Determinations of total extracts in different solvents. – Biochem. Soc. Transactions, 1983. Vol. 11, № 5. P. 591-592.