



IMPACT OF PLANTS SECONDARY METABOLITES ON WHITE CABBAGE PRODUCTIVITY

Borovskaia Alla*¹, Mashcenko Natalia¹, Ivanova Raisa¹, Shpak Lidia²

¹Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection, Chisinau, Republic of Moldova

²Transnistrian Research Institute of Agriculture, Tiraspol, Republic of Moldova

Received: 18. 6. 2019

Revised: 28. 10. 2019

Published: 30. 11. 2019

Improving the sustainability of vegetable crops to adverse growing conditions is a significant reserve for increasing yields with the already achieved level of intensification of their production. The implementation of resource-saving and especially environmentally safe technologies for the production of vegetables brings to the fore the use of biologically active substances (BASs) of natural origin as growth regulators. It is BASs with their exogenous use that can in low concentrations influence the intensity of the physiological processes in the plants, especially under unfavorable conditions for their growth. The purpose of this study was to use a complex of biologically active substances isolated from some representatives of the wild flora of Republic of Moldova (family of Plantaginaceae Juss) as growth regulators and to establish their effect on seed viability, yield and biochemical composition of white cabbage (*Brassica oleracea* L.). The use of the preparation Ecostim and the complex of bio-regulators from *Veronica officinalis* for pre-sowing seed soaking created the most favorable conditions for the growth and development of white cabbage, significantly increasing the seed germination, stimulating the processes of root formation of seedlings and its survival. The ability of these bio-regulators to improve the production process of white cabbage was established. Seed treatment with the solutions of Ecostim and complex of bio-regulators from *Veronica officinalis* contributed to an additional 11.1 tons and 6.7 tons of standard cabbage heads per hectare, respectively. It was shown that the pre-sowing treatment of seeds also had a positive effect on the biochemical indexes of cabbage, increasing the content of vitamin C and sugars. The performed research, its scientific and applied results allowed us to recommend the pre-sowing seed treatment with solutions of the preparation Ecostim and the complex of bio-regulators from *Veronica officinalis* as an element in the technology of cabbage growing.

Keywords: bioregulator, Ecostim, *Veronica officinalis*, white cabbage, yield

Введение

Повышение устойчивости овощных культур к неблагоприятным условиям произрастания является существенным резервом увеличения урожайности при уже достигнутом уровне интенсификации их производства. Реализация

*Corresponding author: Alla Borovskaia, 20, Padurii Street, Chisinau MD-2002, Republic of Moldova

✉ allaborovskaia@gmail.com

ресурсосберегающих и особенно экологически безопасных технологий производства овощей на первый план выводит применение в качестве регуляторов роста биологически активные вещества (БАВ) природного происхождения (Alexeeva, 2008; Botnari et al., 2017). Целесообразность использования данных соединений объясняется тем, что продукты вторичного метаболизма растений – флавоноиды, иридоиды, стероиды в свободном и гликозилированном состоянии в последние десятилетия привлекают пристальное внимание исследователей в связи с широким спектром их действия. Именно БАВы при экзогенном их применении способны в малых концентрациях влиять на интенсивность протекания физиологических процессов в растении, особенно при неблагоприятных условиях выращивания последних (Botnari et al., 2017; Mashcenko et al., 2018).

Климат Республики Молдовы – умеренно континентальный. Явления засухи и переменчивый характер погоды составляют негативный аспект климата в регионе. В связи с этим в республике проводятся исследования по созданию научной базы системы устойчивого земледелия, обеспечивающего получение экологически чистой сельскохозяйственной продукции, и исключающего загрязнение земельных и водных ресурсов (Natsional'naya programma deystviy po bor'be s opustynivaniem, 2000).

Пренебрежение современными экологическими принципами земледелия привело к снижению плодородия почв, что способствовало уменьшению урожайности овощных культур (Pechatnova, 2014). Так, средняя урожайность капусты белокочанной по годам, согласно данным Национального бюро статистики РМ, колеблется в пределах 14–20 т/га.

Причинами низкой урожайности капусты являются не только агрометеорологические условия вегетационного периода, но и несовершенство овощных севооборотов, не всегда правильное использование минеральных и органических удобрений, отсутствие сортов местной селекции (Borisov, 2015). Поэтому особое значение имеет использование новых приемов, способных увеличить продуктивность культуры. Одним из них является применение экологически чистых, биологически активных ростовых веществ, которые способствуют не только повышению урожая, но и устойчивости растений к комплексу болезней, сглаживанию колебаний в метеоусловиях, а также повышают всхожесть семян, засухоустойчивость растений, улучшают укоренение рассады, регулируют плодообразование и ускоряют созревание плодов (Potarova, 2009; Mashcenko et al., 2018; Musaev, 2018;)

В связи с этим, целью данной работы было использование комплекса биологически активных веществ, выделенных из некоторых представителей дикорастущей флоры Республики Молдовы (сем. Plantaginaceae Juss.), в качестве регуляторов роста и изучение их влияния на жизнеспособность семян, урожайность и биохимические показатели капусты белокочанной (*Brassica oleracea* L., сем. Brassicaceae Burnett).

Материалы и методы

Объекты исследования

Из надземной части льнянки обыкновенной (*Linaria vulgaris* Mill.) (I), коровьяка густоцветкового (*Verbascum densiflorum* Bertol.) (II), льнянки дреколистной (*Linaria genistifolia* L.) (III), вероники лекарственной (*Veronica officinalis* L.) (IV), собранных в период максимального накопления биологически активных соединений, а именно в период цветения, исчерпывающей экстракцией водным этанолом с последующей очисткой полученных экстрактов адсорбционно-распределительной хроматографией на колонках с сорбентом получили сумму БАВов (Mashcenko and Borovskaya, 2018).

Схема лабораторного тестирования

Выделенные суммарные фракции охарактеризовали с помощью спектральных и хроматографических методов анализа и использовали в лабораторном тестировании их биологической активности для предпосевного замачивания семян капусты белокочанной с низкой всхожестью (62,4 %). Для сравнения использовали препарат Экостим, созданный на основе стероидного гликозида фуростанолового ряда –томатозида, разрешенный к применению на территории Республики Молдовы в качестве регулятора роста овощных культур.

В эксперименте использовали водные растворы БАВов с предполагаемой биорегуляторной функцией в диапазоне концентраций 0,0001–0,1 %, экспозиция замачивания – 24 часа. Контролем служили семена, замоченные в дистиллированной воде. Каждый эксперимент проводили в 4-х кратной повторности по 100 семян каждая. Проращивали семена в термостате по общепринятой методике (International rules for seed testing, 2017). В лабораторных условиях определяли влияние биорегуляторов на следующие параметры: энергия прорастания, общая всхожесть семян, длина зачаточных корешков и проростков капусты.

Производственные испытания

Для производственных испытаний в качестве объекта исследования были взяты семена капусты белокочанной позднеспелого сорта Барыня. Семена замачивали в 0,01%-ных водных растворах биорегуляторов, проявивших при лабораторном тестировании наибольший положительный эффект на всхожесть, а именно препарата Экостим и комплекса биорегуляторов, полученных из вероники лекарственной. По истечении 45-ти дней рассаду высаживали в открытый грунт. Почва опытного участка – чернозем обыкновенный среднемощный. Орошение капельное. Площадь опытного участка составляла 930 м².

Результаты и их обсуждение

Раннее нами было испытано действие вторичных метаболитов высших растений – стероидных гликозидов, выделенных из семян культурных растений, на семенную продуктивность капусты белокочанной, в результате чего указанные препараты

были рекомендованы в качестве физиологических стимуляторов данного параметра капусты (Buharov et al., 2016).

Поскольку капусту белокочанную в Республике Молдова выращивают в основном рассадным и лишь частично безрассадным способом, а при посеве семян с недостаточной энергией прорастания всходы часто не могут преодолеть почвенную корку, образовавшуюся в результате весенних осадков и быстрого подсыхания почвы, мы решили использовать природные биорегуляторы, которые хорошо зарекомендовали себя в качестве индукторов энергии прорастания семян на других культурах, для стимулирования жизнеспособности семян капусты белокочанной при экзогенном их применении (Botnari et al., 2017).

Лабораторное тестирование исследуемых соединений выявило стимулирующее влияние всех изучаемых веществ на первичные процессы метаболизма семян капусты, выразившееся в повышении энергии прорастания, общей всхожести, увеличении длины зачаточных корешков и проростков. По показателям энергии прорастания выделился вариант, где для замачивания семян применяли раствор суммы верофозидов, полученных из *V. officinalis*, в концентрации 0,001 %. В этом случае энергия прорастания превышала контроль на 48,2 %.

Общая всхожесть во всех вариантах использования растворов биорегуляторов для предпосевной обработки семян превосходила контроль на 15,2–56,6 % (Рисунок 1). Заслуживает внимания вариант с использованием 0,001 %-ного раствора соединений из *V. officinalis*, в котором общая всхожесть превышала контроль в 1,7 раза.

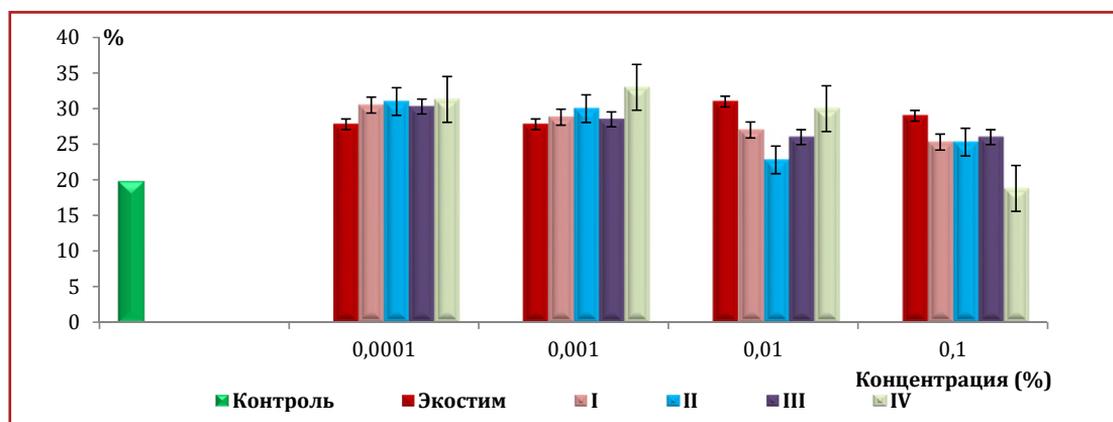


Рисунок 1 Влияние биорегуляторов растительного происхождения на всхожесть семян капусты белокочанной

Figure 1 Impact of plant bioregulators on the germination of white cabbage seeds

Семена капусты сохраняют всхожесть 3–4 года, но одной из причин ее невысокой урожайности может быть плохое укоренение рассады, не способной противостоять неблагоприятным условиям, особенно дефициту влаги. Для получения гарантированного урожая капусты при возделывании ее в рассадной культуре

особое значение имеет приживаемость рассады (Lunev, 2006). Решению этой проблемы способствует стимулирование роста корешков и проростков, что может быть обеспечено применением природных биорегуляторов для предпосевного замачивания семян. Даже незначительное увеличение этих показателей благоприятно сказывается на росте и развитии рассады после высадки в поле, что в дальнейшем гарантирует получение качественной продукции и максимального урожая капусты. Стимулирующий эффект исследуемых биорегуляторов на длину зачаточных корешков и проростков наблюдали во всех вариантах опыта, причем данные показатели заметно превосходили контроль (до 20,0 %).

Применение регуляторов роста в производственных условиях ускорило интенсивность развития растений. Полученная из обработанных биорегуляторами семян рассада хорошо укоренилась после пересадки в грунт. Растения отличались интенсивным развитием и сочной окраской листовой розетки. В то же время на контрольном участке, где была высажена рассада, полученная из необработанных семян, встречались ослабленные растения с преждевременным пожелтением и признаками высыхания листьев, а в дальнейшем с преобладанием антоциановой окраски розетки (Рисунок 2).



Рисунок 2 Производственное испытание биорегуляторов на капусте
а – контрольный участок; б – экспериментальный участок

Figure 2 Production testing of bioregulators on cabbage
a – control plot; b – experimental plot

Ранее было установлено, что препараты группы стероидных гликозидов стимулируют и повышают устойчивость растений к стрессовым условиям произрастания, в конечном итоге увеличивая биологическую продуктивность и выход товарной продукции овощных культур (Maksimovskih, 2011; Borisov, 2015; Balashova et al., 2017). В нашем случае относительная прибавка урожайности на участке, где для предпосевной обработки семян использовали раствор препарата на базе стероидного гликозида Экостим, составила 12,1 т/га кочанов. Тогда как замачивание семян в растворе суммы верофозидов способствовало увеличению выхода конечной продукции по сравнению с контрольным опытом только на 2,8 т/га (Таблица 1).

Таблица 1 Влияние биорегуляторов на урожайность капусты белокочанной
Table 1 Impact of bioregulators on white cabbage yield

Вариант	Средняя масса стандартного кочана (кг)	Урожайность ± к контролю		
		(т/га)	(%)	(т/га)
Контроль	2,9	81,5	-	-
Экостим	3,4	93,6	14,8	12,1
Верофозид	3,2	84,3	3,4	2,8
НСР _{0,05}		4,23		

Следует отметить, что предпосевная обработка семян капусты привела к значительному увеличению средней массы стандартных кочанов в сравнении с контролем и, как результат, к улучшению товарного качества конечной продукции. На производственных участках с применением растворов Экостима и верофозидов дополнительно получено 11,1 и 6,7 т/га стандартных кочанов, соответственно.

Важно отметить существенное влияние испытанных биорегуляторов на улучшение биохимических показателей капусты. Содержание такого ценного витамина как аскорбиновая кислота в кочанах, полученных на участке с применением для предпосевной обработки 0,01 %-ного водного раствора суммы верофозидов, превосходит данный показатель контрольного варианта на 7,7 %. Применение биорегуляторов растительного происхождения в нашем опыте оказало положительное влияние и на общее содержание сахаров в капусте. Так предпосевная обработка с применением водного раствора препарата Экостим в концентрации 0,01 % способствовала повышению данного показателя относительно контроля на 14,0 % (Таблица 2).

Таблица 2 Влияние биорегуляторов на биохимический состав кочанов капусты белокочанной
Table 2 Impact of bioregulators on the biochemical composition of the white cabbage heads

Вариант	Сухое вещество		Общий сахар		Витамин С	
	(%)	(%) к контролю	(%)	(%) к контролю	(мг/100 г)	(%) к контролю
Контроль	10,4	--	5,7	--	50,5	--
Экостим	10,1	-2,8	4,9	14,0	49,8	-1,4
Верофозид	10,5	1,0	5,9	3,5	54,4	7,7

Выводы

Изучено влияние биологически активных веществ растительного происхождения на всхожесть, рост, развитие, урожайность и биохимические показатели капусты белокочанной. Показано, что применение препарата Экостим и комплекса биорегуляторов из *Veronica officinalis* для предпосевного замачивания семян создает наиболее благоприятные условия для роста и развития капусты белокочанной, существенно повышая энергию прорастания, всхожесть семян, стимулируя процессы корнеобразования рассады и ее приживаемость.

Установлена способность данных биорегуляторов совершенствовать продукционный процесс капусты белокочанной. Обработка семян растворами препарата Экостим и верофозидов способствовала получению дополнительно стандартных кочанов капусты 11,1 и 6,7 т/га, соответственно.

Показано, что предпосевная обработка семян капусты положительно влияла на ее биохимические показатели, повышая содержание витамина С и сахаров.

Выполненные исследования и научно-прикладные результаты позволяют рекомендовать предпосевную обработку семян 0,01%-ными растворами препарата Экостим и биорегуляторов из *Veronica officinalis* в качестве элемента в технологии выращивания капусты.

Литература

- ALEXEEVA, K. L. 2008. Bioregulatory v tekhnologiyah vyrashchivaniya i zashchity ovoshchnykh kul'tur (Bioregulators in the technology of cultivation and protection of vegetable crops). In *Sbornic trudov: NAN Belarusi*. Minsk, no. 15, p. 96–103. [In Russian].
- BALASHOVA, I.T., KOZAR, E.G., BUHAROV, A.F., BUHAROVA, A.P., MASHCENKO, N.E., FOMINA, A.A. 2017. Rol' steroidnih glikozidov v ekologizacii ovoshcnihi kul'tur. In *Uspehi sovremennoi nauki*, vol. 1(9), p. 83–91 [In Russian].
- BORISOV, V.A. 2015. Udobreniya i regulatory rosta na tsvetnoy kapuste (Fertilizers and growth regulators on cauliflower). In *Cartofeli i ovosci*, no. 3, p. 20–21 [In Russian].
- BOTNARI, V., BOROVSKAYA, A., MASHCENCO, N., VASILAKI, I., FOKSHA, N., IVANOVA, R., GUMANYUK, A., GRADINAR, D., KOZAR, E., BALASHOVA, I. 2017. *Recomandări cu privire la aplicarea regulatorilor naturali de creștere la cultivarea legumelor* (Recommendations on the application of natural growth regulators to the cultivation of vegetables). Resp. ed.: Vasile Botnari., Kishinau: MS Logo, 24 p. ISBN 978-9975-3175-1-1 [in Moldavian].
- BUHAROV, A.F., BUHAROVA, A.R., FOMINA, A.A., BALASHOVA, I.T., KOZAR, E.G., MASHCENKO, N.E. 2016. Povischenie semennoi produktivnosti roditel'skoi linii gibrida F₁ kapusti belokochannoi pod deistviem steroidnih glikozidov. In *Ovosci Rossii*, no. 4(33), p. 60–65 [In Russian].
- INTERNATIONAL RULES FOR SEED TESTING. 2017. Chapter 5: *The germination test*. 2017(1), ISTA (International Seed Testing Association). <https://doi.org/10.15258/istarules.2017.05> [In English].
- LUNEV, D.V. 2006. *Effektivnost' primeneniya regulatorov rosta pri kassetnom sposobe vyrashchivaniya rassady kapusty belokochannoy* (The effectiveness of growth regulators in the cassette method of growing seedlings of white cabbage). Moskva: NIIOZG, no. 1, p. 26–27. <https://elibrary.ru/contents.asp?issueid=641444> [In Russian].
- MASHCENKO, N.E., BOROVSKAYA A.D. 2018. *Primenenie bioregulyatorov prirodного proiskhozhdeniya dlya povysheniya zhiznesposobnosti semyan kapusty* (The use of bioregulators of natural origin

- to increase the viability of cabbage seeds). In *Materiali IV Mizhnarodnoi naukovo-praktichnoi konferentsii*, Kiiiv, p. 170–172 [In Russian].
- MASHCENKO, N.E., BOROVSKEYA A.D., GUMANYUK, A.V. 2018. Preparaty na osnove steroidnykh glikozidov kak regulatory rosta ovoshchnykh kul'tur. (Drugs based on steroid glycosides as growth regulators of vegetable crops). In *Materialy XIV Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Minsk: BGU, p. 137–140. ISBN 978-985-566-566-4 [In Russian].
- MUSAEV, M.R. 2018. Produktivnost' kapusty v zavisimosti ot regulatorov rosta (The productivity of cabbage, depending on growth regulators). In *Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Makhachkala: FGBOU VO, p. 48–52 [In Russian].
- NATSIONAL'NAYA PROGRAMMA DEYSTVIY PO BOR'BE S OPUSTYNIVANIEM (National Action Program to Combat Desertification). 2000. Postanovlenie Pravitel'stva Respubliki Moldova №367, 13. 04. 2000, Kishinau. <http://lex.justice.md/viewdoc.php?action=view&view=doc&id=301413&lang=2> [In Russian].
- PECHATNOVA, A.P. 2014. Innovatsionnoe razvitie sel'skogo khozyaystva: problemy i perspektivy. (Innovative development of agriculture: problems and prospects). In *Molodoy uchenyy*, no. 4, p. 427–429. <https://moluch.ru/archive/63/9813/> [In Russian].
- POTAPOVA, S.S. 2009. Vliyanie BAV na perspektivnye gibridy kapusty pozdnego sroka sozrevaniya (The effect of BAS on promising cabbage hybrids of late maturity)/ In *Agrarnyy vestnik Urala*, no. 11, p. 94–98 [In Russian].
- MAKSIMOVSKIY S. J. 2011. Ekzogennaia reguliatsia ustoychivosti i produktivnosti rastenii steroidnimi glikozidami. In *Materiali L Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferentsii*, Celiabinsk. P. 62–68 [In Russian].