

ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ КАК РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА ДЛЯ ЛУКА РЕПЧАТОГО



SECONDARY METABOLITES OF HIGHER PLANTS AS GROWTH REGULATORS FOR ONIONS

Боровская А.Д.,¹ – научный сотрудник
Мащенко Н.А.,¹ – кандидат хим. наук, ведущий научный сотрудник
Гуманюк А.В.,² – доктор с.-х. наук, зав. отделом технологии

Borovskaia A.D.,^{1*} Researcher
Mashcenco N.A.,¹ Ph.D., Leading Researcher
Gumaniuk A.V.,² Ph.D, Agriculture, Head of the Technology Department

¹ Институт генетики, физиологии и защиты растений
2002, Молдова, г. Кишинев, ул. Падурий, 20
E-mail: allaborovskaia@gmail.com

¹ Institute of Genetics, Physiology and Protection of Plants
Padurii st., 20, Chisinau Moldova, 2002
*E-mail: allaborovskaia@gmail.com

² Приднестровский научно-исследовательский институт сельского хозяйства
3300, Молдова, г. Тирасполь, ул. Мира, 50

² Pridnestrovian Research Institute of Agriculture
Mira st., 50, Tiraspol, 3300, Moldova

Изучена возможность предпосевной обработки семян регуляторами роста стероидной и иридоидной природы при выращивании лука репчатого. В эксперименте для предпосевной обработки семян лука использовали препарат «экозим», действующим началом которого является гликозид стероидной природы томатыд, выделенный из семян *Solanum lycopersicum* L., а также сумму иридоидных гликозидов (линарузидов) из *Linaria vulgaris* Mill. L. Для выявления технологических параметров использования биорегуляторов роста растений в Лаборатории природных биорегуляторов Института генетики, физиологии и защиты растений проводили предварительное тестирование. Сравнение эффективности действия полученных соединений на процессы прорастания семян лука показало, что наибольшее стимулирование достигалось при использовании низких концентраций (0,0001%-0,001%-ных) растворов томатыда (препарат экозим) и более высоких концентраций (0,005%-0,01%-ных) линарузидов. Производственные испытания проводили в условиях открытого грунта в Приднестровском научно-исследовательском институте сельского хозяйства. Сортоспецифичность действия природных биорегуляторов определяли на примере 3-х сортов лука, различных по срокам созревания, устойчивости и др. признакам (Пингвин, Диамант и Халцедон). Доказано, что действие испытанных регуляторов роста имеет ярко выраженную сортовую специфику и в основном определяется скороспелостью сорта. Установлено, что изучаемые соединения наиболее эффективно проявили себя при выращивании лука в неблагоприятных условиях, а сумма иридоидных гликозидов из линарии оказала большее стимулирующее действие по сравнению со стероидным гликозидом томатыдом. Обработка семян биорегуляторами обеспечила не только одновременное появление всходов, выравнивание в росте и развитии растений, но и способствовала повышению урожайности лука репчатого на 27,6%-41,3%.

Ключевые слова: лук репчатый, биорегуляторы роста, сортоспецифичность, неблагоприятные условия, урожайность.

Для цитирования: Боровская А.Д., Мащенко Н.А., Гуманюк А.В. ВТОРИЧНЫЕ МЕТАБОЛИТЫ ВЫСШИХ РАСТЕНИЙ КАК РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА ДЛЯ ЛУКА РЕПЧАТОГО. Овощи России. 2018; (4): 71-75. DOI:10.18619/2072-9146-2018-4-71-75

Possibility of pre-sowing seed treatment with growth regulators of steroid and iridoid nature has been studied while growing onions. In the experiment, an "ecostim" preparation has been used for the pre-sowing treatment of onion seeds, the active ingredient of which is the glycoside of the steroid nature of tomatosides isolated from the seeds of *Solanum lycopersicum* L., as well as the sum of iridoid glycosides (linarosides) from *Linaria vulgaris* Mill. L. To identify the technological parameters of the use of plant growth bio-regulators preliminary testing has been conducted in the Laboratory of Natural Bio-Regulators of the Institute of Genetics, Physiology and Plant Protection. A comparison of the effectiveness of the compounds obtained on the germination of onion seeds has shown that the greatest stimulation has been achieved by using low concentrations (0.0001% - 0.001%) of tomatoside solutions (ecostimis preparation) and higher concentrations (0.005% - 0.01%) of linarosides. Production tests have been carried out in the field in the Pridnestrovian Research Institute of Agriculture. Variety specificity of the impact of natural bio-regulators has been determined by the example of 3 varieties of onions, different in terms of maturation, resistance, etc. (Pinguin, Diamant and Chalcedon). It has been proved that the effect of the tested growth regulators has a pronounced varietal specificity and mainly is determined by the early maturity of the variety. It has been found that the compounds studied were most effective when growing onions under unfavorable conditions, and the amount of iridoid glycosides from the linaria had a greater stimulating effect compared with the tomatoside. Seed treatment with bio-regulators has provided the simultaneous emergence of seedlings, the leveling in growth and development of plants, as well as increased the yield of onions by 27.6% - 41.3%.

Keywords: onion, growth bio-regulators, variety-specificity, unfavorable conditions, productivity.

For citation: Borovskaia A.D., Mashcenco N.A., Gumaniuk A.V. SECONDARY METABOLITES OF HIGHER PLANTS AS GROWTH REGULATORS FOR ONIONS. Vegetable crops of Russia. 2018;(4):71-75. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2018-4-71-75

Введение

Овощеводство является перспективной и высококоррелябельной отраслью сельского хозяйства Молдовы. Одним из главных требований для получения максимально возможных уровней урожая

овощных культур является совершенствование агротехнологических приемов выращивания [1]. Современные технологии основываются на обеспечении оптимальных абиотических условий роста и развития растений: водного и воздушного

режимов почвы, надежной защиты растений от болезней, вредителей и сорняков. В условиях неустойчивого климата данные требования предполагают решение ряда дополнительных задач, для чего становится оправданным приемом использова-

ние для стимулирования процессов роста и развития растений биологически активных веществ (БАВ). В последнее время в качестве регуляторов роста используются вторичные метаболиты высших растений. Известно, что вторичные метаболиты высших растений (терпеноиды, алкалоиды, фенолы, стероиды, иридоиды, гликозиды и др.) выполняют важные регуляторные функции в растительном организме. Практика показала, что и экзогенное их использование (предпосевное замачивание семян, опрыскивание рассады, внекорневая подкормка растений) положительно влияет на рост культурных растений, стимулируя начальные фазы развития и повышая тем самым их устойчивость к биотическим и абиотическим стрессам. Они способствуют завязываемости, увеличению количества, массы и качества конечной продукции, оказывают положительное влияние на биохимический состав плодов и др. [2].

Препараты, созданные на базе стероидных гликозидов, полученных из семян культурных растений, после успешного лабораторного тестирования и производственных испытаний включены в список препаратов, разрешенных к применению в технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Республике Молдова и других странах [3].

К числу традиционных овощных культур, выращиваемых в республике, относится лук репчатый (*Allium cepa* L.). Его широкое распространение и потребление связано с ценными вкусовыми, питательными и лечебными свойствами.

Целью данной работы было изучить влияние регуляторов роста растительного происхождения на всхожесть и урожайность лука репчатого в различных климатических условиях, выявить сортоспецифичность их действия.

Материалы и методы

Объектом исследований являлись сорта лука репчатого с различными характеристиками: Пингвин – раннеспелый сорт с массой луковицы – 70-150 г, отличающийся высокой товарностью, лежкостью (до 6 месяцев); Диамант – среднеспелый сорт, масса луковиц – 100-150 г, лежкость – 7-9 месяцев; Халцедон – среднепозднеспелый сорт, масса луковиц – 100-200 г. Преимуществом этого сорта является возможность его долгого хранения наряду с сохранением вкусовых качеств, устойчивость к заморозкам и засушливой погоде, иммунитет к различным видам патогенов.

В эксперименте для предпосевной

обработки семян лука использовали препарат «экостим», действующим началом которого является гликозид стероидной природы томатыдид, выделенный из семян *Solanum lycopersicum* L., а также сумму иридоидных гликозидов (линарозидов) из *Linaria vulgaris* Mill. L. [4]. Вещества были получены из указанных растительных источников методом исчерпывающей экстракции водным этанолом с последующей очисткой адсорбционно-распределительной хроматографией на колонках с силикагелем и полиамидом. Контроль за разделением осуществляли с помощью тонкослойной хроматографии.

До начала полевого опыта было проведено лабораторное тестирование указанных веществ с регуляторным действием для выявления степени их эффективности, оптимальных концентраций и времени обработки. Семена лука замачивали в водных растворах гликозидов в концентрациях 0,0001%, 0,001%, 0,005% и 0,01% с экспозицией 24 часа. Время и температуру проращивания определяли согласно общепринятой методике. Контролем служили семена, замоченные в дистиллированной воде. Каждый вариант состоял из 4-х повторностей по 100 семян каждая.

Изучали морфометрические параметры: энергию прорастания, общую всхожесть и длину корешков. Для определения показателя «длина корешков» рассчитывали среднюю длину корней для каждой луковицы в

опытных и контрольных вариантах, после чего вычисляли общее среднее значение длины. Учитывая особенности строения семян лука, кожица которых растягивается при набухании и не восстанавливается при подсушке, длительное их замачивание не рекомендуется. Часть набухших и просушенных семян шелушится при механизированном посеве, поэтому время их замачивания не должно превышать 20-30 мин., после чего следует просушка до сыпучести. В процессе эксперимента нами установлено, что сокращение периода замачивания семян не приводит к достоверному снижению эффективности биорегуляторов, вследствие чего в полевом эксперименте время экспозиции семян в растворах биорегуляторов сократили до 15-20 мин.

В производственном испытании семена лука-чернушки замачивали в водных растворах биорегуляторов на 15-20 мин. из расчета 8-10 литров на тонну семян с последующей их подсушкой. Почва демонстрационного опыта – чернозем карбонатный тяжелосуглинистый.

Полевые опыты проводили в 2014-2017 гг. За этот период только 2014 год характеризовался достаточным теплом (на 0,5-1,5°C выше нормы) и количеством осадков в пределах нормы. В 2015-2017 гг. лето в Молдове было жарким (в среднем на 1,5-3,3°C выше нормы) и с недобором осадков (40-70% от нормы).

Результаты и их обсуждение

Таблица 1. Влияние природных биорегуляторов на всхожесть лука репчатого
Table 1. The influence of natural bio-regulators on the germination of onions

Наименование биорегулятора	Концентрация, %	Энергия прорастания		Общая всхожесть	
		%	% к контролю	%	% к контролю
Контроль		52,8		58,8	
Экостим	0,0001	57,0	8,0	64,0	8,8
	0,001	58,5	10,8	65,5	11,4
	0,005	47,3	-10,4	56,3	-4,3
	0,01	50,3	-4,7	57,8	-1,7
Линарозиды	0,0001	50,0	-5,3	57,8	-1,7
	0,001	51,5	-2,5	57,5	-2,2
	0,005	58,5	10,8	72,0	22,4
	0,01	65,3	23,7	70,8	20,4

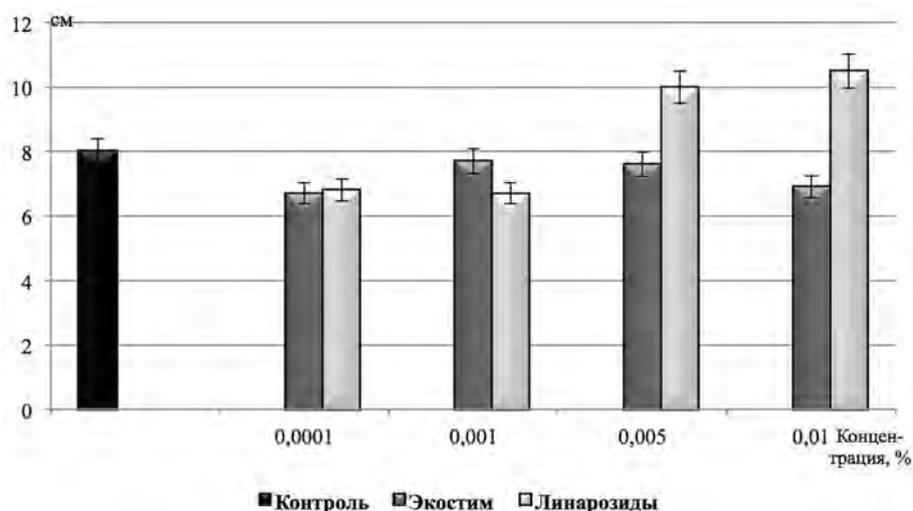


Рис. 1. Влияние биорегуляторов на длину корешков лука репчатого.
Fig. 1. Effect of bio-regulators on the length of onion rootlets.

Набухание и прорастание семян лука-чернушки происходит медленно даже при благоприятных условиях, поэтому для сохранения их качества на более длительный период, а также существенного сокращения промежутка между посевом и появлением всходов, лучшего развития растений и формирования луковиц, наряду с индуцированием их устойчивости к экстремальным условиям в ранневесенний период, важное значение имеет предпосевная обработка семян растворами биологически активных веществ [5]. В качестве агротехнического приема выращивания овощных культур рекомендуется использовать концентрацию биорегуляторов, проявившую при лабораторном тестировании наибольший положительный эффект на энергию прорастания и общую всхожесть семян. Следует отметить, что взятые для испытания вещества в зависимости от концентрации оказали различное стимулирующее действие на такие важные физиологические параметры, как энергия прорастания и общая всхожесть (табл. 1).

Положительное влияние на показатели посевных качеств семян оказало применение растворов экостима в диапазоне более низких концентраций (менее 0,001%) и линарозидов более высоких концентраций (более 0,005%). Наивысший стимулирующий эффект на общую всхожесть семян проявился при замачивании семян в 0,005%-ном растворе суммы иридоидных соединений. Использование экостима в концентрациях >0,005% и линарозидов в концентрациях <0,001% сдерживает прорастание семян и проявляет незначительный ингибирующий эффект на последующее развитие

признак отмечен в вариантах, где семена обрабатывали 0,005%-0,01%-ными растворами линарозидов. В этом случае показатели длины корешков превосходили контрольный вариант на 25,0%-31,3%, тогда как экостим незначительно ингибировал данный признак (рис. 1).

Для использования биорегуляторов в полевой практике необходимо учитывать сортоспецифичность их действия, поэтому вторым этапом нашего исследования явилась производственная проверка полученных в лабораторных экспериментах результатов с целью изучения влияния соединений на урожайность 3-х сортов лука, различных по срокам созревания, устойчивости и др. признакам. Во всех вариантах с предпосевным замачиванием семян наблюдался положительный эффект.

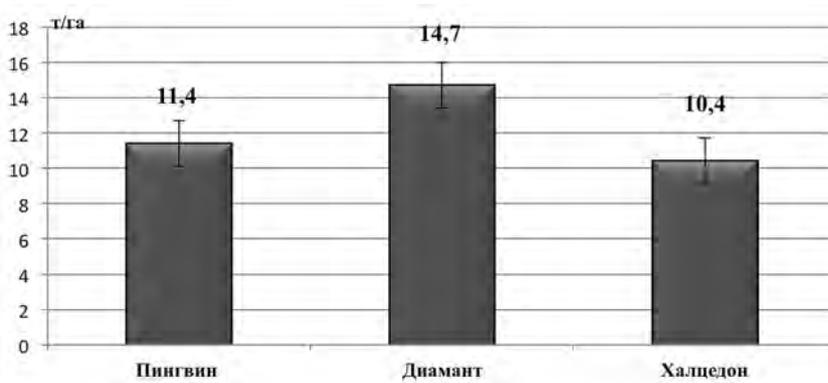


Рис. 2. Влияние предпосевной обработки семян раствором суммы линарозидов на прибавку урожая сортов лука репчатого.
Fig. 2. Impact of the pre-sowing seed treatment with a solution of the sum of linarosides on the increase in the yield of onion varieties.

корешков и проростков лука.

Корневая система лука репчатого слабая, неглубоко уходящая в землю, поэтому важно применение агроприемов, стимулирующих рост начальных корешков, дающих начало корневой системе растительного организма, обеспечивающей дружность входов и необходимую густоту стояния растений [6]. Положительное влияние на данный

особенно хорошо проявил себя 0,01%-ный раствор линарозидов. Установлено, что применение суммы иридоидных гликозидов из льнянки обыкновенной стимулировало урожайность изучаемых сортов лука, однако эффективность их действия имело ярко выраженную сортовую специфику и, преимущественно определяется скороспелостью сорта (рис. 2). Наиболее отзывчивым на

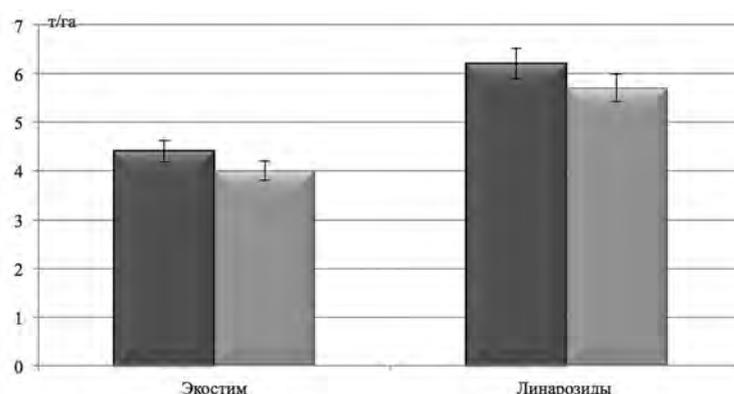


Рис. 3. Влияние биорегуляторов природного происхождения на выход стандартных луковиц (± контроль).
Fig. 3. Effect of bio-regulators of natural origin on the yield of standard bulbs (± check).

предпосевную обработку семян оказался среднеспелый сорт Диамант. В этом случае отмечена самая высокая прибавка урожая, показатели урожайности превысили контроль на 31,1%. На участках, где выращивали раннеспелый сорт лука Пингвин и среднепозднеспелый Халцедон, получено луковок больше, чем в контроле на 24,1% и 26,8% соответственно.

Интенсивный рост растений лука начинается после образования 4-5-ти листьев. В отличие от других овощных культур лук на данной фазе развития при неблагоприятных условиях может сформировать луковичу и перейти в состояние покоя. Такова главная причина получения мелкой луковичи при оптимальной густоте посева. В данном случае луковичи не соответствуют основным требованиям, они не полностью сформированы и не достигают стандартных

размеров, что приводит к значительным потерям урожая.

Для решения данной проблемы большое практическое значение имеет применение биологически активных веществ, работающих как индукторы стрессоустойчивости растений к неблагоприятным факторам среды (засухе или избытку влаги, повышенной или пониженной температуре, ряду патогенов) [7]. Регулируя процессы развития растений, они способствуют ускорению роста, повышению урожайности и улучшению качества получаемой продукции. Нами проведены полевые опыты по изучению влияния БАВов на базе гликозидов стероидной (томатозид) и иридоидной (линарозиды) природы на урожай и его структуру в различных условиях возделывания лука репчатого: на орошаемых капельным способом участках и без орошения. Применение предпосев-

ной обработки семян растворами биорегуляторов положительно сказывалось на темпах роста растений независимо от орошения. Растения лука после обработки указанными БАВ по корнеобразованию, росту и развитию растений превосходили контрольные образцы.

Количество стандартных луковок, характеризующихся одинаковым размером (разница между наименьшим и наибольшим диаметром луковок не превышает 1,0 см), на участках без полива превышало данный показатель с орошаемых участков по сравнению с контрольными вариантами (рис. 3), что еще раз свидетельствует об эффективности применения данных биорегуляторов в стрессовых условиях.

Выход стандартной продукции на неполивном участке с применением экостима составил 72,8% от общего урожая, а использование суммы лина-

Таблица 2. Влияние биорегуляторов на урожайность лука репчатого
Table 2. Effect of bio-regulators on the yield of onion

Вариант	Урожайность		
	т/га	± к контролю	
		т/га	%
Неорошаемый участок			
Контроль	16,7±2,0		
Экостим	22,2±1,8	5,5	32,9
Линарози́ды	23,6±1,5	6,9	41,3
НСР ₀₅	0,62		
Капельный полив			
Контроль	41,3±2,1		
Экостим	56,1±1,8	14,8	35,8
Линарози́ды	52,7±2,3	11,4	27,6
НСР ₀₅	1,31		

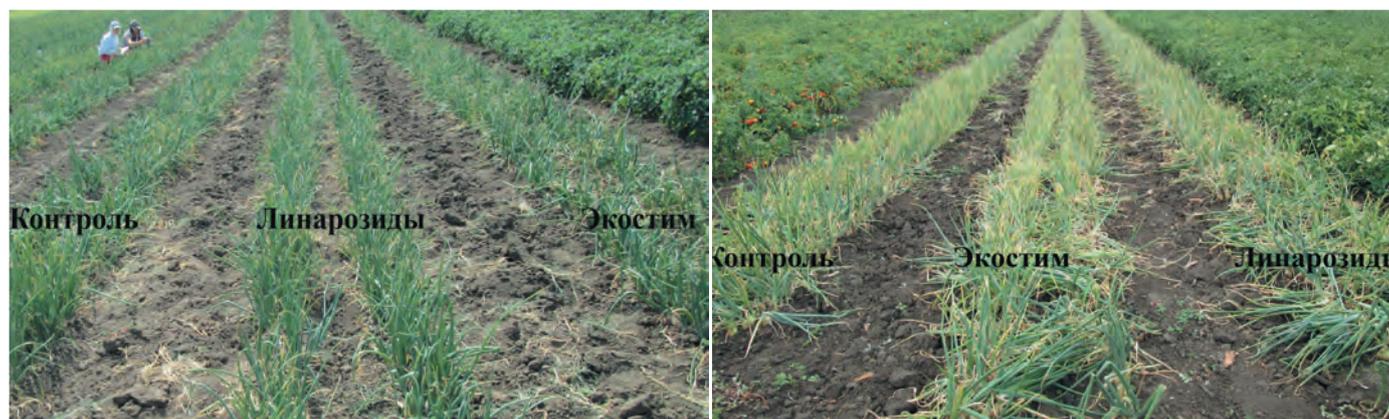


Рис.4. Экспериментальные участки лука, полученного из обработанных биорегуляторами семян, без орошения (а) и с капельным орошением (б).
Fig.4. Experimental sections of onion obtained from bioregulator-treated seeds, without irrigation (a) and drip irrigation (b).

розидов увеличило этот показатель по отношению к контролю на 75,8%, то есть на 4,4 т/га и 6,2 т/га, соответственно. Предпосевное замачивание семян в 0,01%-ном растворе стероидного гликозида и регулярный полив способствовали получению дополнительных 4 т качественных луковиц с гектара, а суммы иридоидных гликозидов из линарии – 5,7 т/га. Таким образом, результаты исследований показали, что изучаемые соединения эффективнее влияют на выход качественной товарной продукции при выращивании лука в неблагоприятных условиях, к тому же применение иридоидных гликозидов оказало более стимулирующий эффект по сравнению со стероидными.

Обработанные биорегуляторами семена обеспечили не только одновременное появление всходов, выравнивание в росте и развитии растений, но и способствовали повышению урожайности на 27,6%-41,3% по сравнению с контрольными участками. На участках без полива наибольшее повышение

урожая (дополнительно 6,9 т/га) получили при использовании для предпосевной обработки семян суммы линарозидов. В вариантах с капельным орошением применение экостима способствовало получению лука на 3,4 т/га больше, чем в случае использования линарозидов (таб. 2, рис. 4).

Изучение химического состава лука репчатого показало, что содержание сухого вещества у луковиц, полученных из семян с предпосевной обработкой экостимом максимально, а содержание общего сахара минимально. Применение линарозидов для замачивания семян обеспечило достоверное повышение содержания витамина С (таб. 3).

Заключение

1. Изучено влияние вторичных метаболитов высших растений стероидной (томатозид) и иридоидной (сумма линарозидов) природы при экзогенном их применении на энергию прорастания, всхожесть, урожайность и качество лука репчатого.

2. Установлено, что положительное действие на показатели посевных качеств семян оказывает применение экостима в диапазоне более низких концентраций (менее 0,001%) и линарозидов в более высоких концентрациях (более 0,005%).

3. Показано, что эффективность данных соединений имеет ярко выраженную сортовую специфику, которая, в основном, определяется скороспелостью сорта лука.

4. Результаты исследований показали перспективность использования изучаемых соединений при выращивании лука в неблагоприятных условиях. Применение суммы иридоидных веществ из линарии оказалось предпочтительней для получения качественной товарной продукции по сравнению с экостимом.

5. Установлено, в неполивных условиях наибольшая прибавка урожая получена при использовании для предпосевной обработки семян суммы линарозидов, а при капельном орошении целесообразно применение экостима.

Таблица 3. Влияние биорегуляторов на качество лука
Table 3. Effect of bio-regulators on onion quality

Вариант	Сухое вещество		Общий сахар		Витамин С	
	%	% к контролю	%	% к контролю	мг/100 г	% к контролю
Контроль	11,7		7,2		8,6	
Экостим	12,2	4,3	6,2	-13,9	9,0	4,7
Линарози́ды	11,8	0,9	7,1	-1,4	9,8	14,0

Литература

1. Ботнар В.Ф. Анализ технологических решений в овощеводстве и эффективность их внедрения в условиях Молдовы. // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei, Ştiinţele Vieţii, 2011, nr.1 (313), p. 43-51.
2. Боровская А.Д., Машенко Н.Е., Козарь Е.Г. Использование препаратов на основе стероидных гликозидов в качестве регуляторов роста овощных культур // Материалы IV Международной научно-практической конференции «Овощеводство и бахчеводство: исторические аспекты, современное состояние, проблемы и перспективы развития», 12-13 марта 2018 г., с. Круты, Черниговская обл., Украина. Круты, 2018. Т.2. С.22-33.
3. Botnari V., Borovskaia A., Vasilachi I., Maşcenco N., Focşa N., Ivanova R., Gumaniuc A., Gradinar D. Recomandări cu privire la aplicarea regulatorilor naturali de creştere la cultivarea legumelor. // Responsabil de ediţie Botnari Vasile. Chişinău, 2017. 22 p.
4. Машенко Н., Боровская А., Иванова Р., Чумак П. Видоспецифичность иридоидных гликозидов из *Linaría vulgaris* Mill. // Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality, 2017, №1. 319–323.
5. Botnari V., Chintea P., Borovskaia A., Ganceacovschi I. Brevet nr. MD 315. Procedeu de tratare a seminţelor de ceapă. 2011.
6. Козлов И.И. Применение биологически активных веществ при выращивании лука репчатого / И.И. Козлов, Г.А. Кунавин // Аграрный вестник Урала. 2011. №3. С.69-70.
7. Боровская А.Д., Гуманюк А.В., Машенко Н.Е., Ботнар В.Ф. Влияние биологически активных веществ на процессы развития растений лука. Материалы Международной научной конференции, посвященной 85-летию Агрофизического НИИ «Тенденция развития агрофизики: от актуальных проблем земледелия и растениеводства к технологиям будущего», 27-29 сентября 2017 г., Санкт-Петербург. / Санкт-Петербург, 2017. С.247-251.

References

1. Botnar V.F. Analysis of technological solutions in vegetable growing and the effectiveness of their implementation in the conditions of Moldova. // Buletinul Academiei de Ştiinţe a Moldovei, Ştiinţele Vieţii, 2011, nr.1 (313), p.43-51.
2. Borovskaya A.D, Maschenko N.E., Kozar E.G. Use of preparations on the basis of steroidal glycosides as regulators of vegetable crops growth // Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference "Vegetable-growing and melon-growing: historical aspects, current state, problems and development prospects", March 12-13, 2018, p. Kruty, Chernihiv region, Ukraine. Kruty, 2018. T.2, p.22-33.
3. Botnari V., Borovskaia A., Vasilachi I., Maşcenco N., Focşa N., Ivanova R., Gumaniuc A., Gradinar D. Recommendations regarding the application of natural growth regulators to the cultivation of vegetables. // Head of the Botnari Vasile edition. Chisinau, 2017. 22 p.
4. Maschenko N., Borovskaya A., Ivanova R., Chumak P. Species specificity of iridoid glycosides from *Linaría vulgaris* Mill. // Agrobiodiversity for Improving Nutrition, Health and Life Quality, 2017, No. 1. 319-323.
5. Botnari V., Chintea P., Borovskaia A., Ganceacovschi I. Brevet no. MD 315. Process for treating onion seeds. 2011.
6. Kozlov I.I. The use of biologically active substances in the cultivation of onions / I.I. Kozlov, G.A. Kunavin // The agrarian messenger of the Urals. 2011. №3. Pp.69-70.
7. Borovskaya A.D., Gumanyuk A.V., Maschenko N.E., Botnar V.F. Influence of biologically active substances on the development of onion plants. Proceedings of the International Scientific Conference dedicated to the 85th anniversary of the Agrophysical Research Institute "The Trend of Agrophysics: From Current Issues in Agriculture and Plant Cultivation to Technologies of the Future", September 27-29, 2017, St. Petersburg. / St. Petersburg, 2017. P.247-251.