

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ БИОСТИМУЛЯТОРОВ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ ХОЗЯЙСТВЕННО ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ ЗЕЛЕНОГО ЛУКА*

L.V. Fomina, E.N. Oleynikova

THE EFFICIENCY OF APPLICATION OF NATURAL BIOSTIMULATORS FORMING ECONOMICALLY VALUABLE SIGNS OF GREEN ONIONS

Фомина Л.В. – канд. с.-х. наук, доц., зав. каф. управления персоналом Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: lyfomina@yandex.ru

Олейникова Е.Н. – гл. специалист отдела управления науки и инноваций Красноярского государственного аграрного университета, г. Красноярск. E-mail: oen24@yandex.ru

Fomina L.V. – Cand. Agr. Sci., Assoc. Prof., Head, Chair of Human Resource Management, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: lyfomina@yandex.ru

Oleynikova E.N. – Chief Specialist, Dep. of Management of Science and Innovations, Krasnoyarsk State Agricultural University, Krasnoyarsk. E-mail: oen24@yandex.ru

В статье рассмотрены вопросы влияния на формирование хозяйственно ценных свойств (длина листьев, масса, пигментный комплекс, витамин С) зеленых листьев лука репчатого (*Allium cepa* L.) сорта Штутгартер Ризен различных биостимуляторов: Феровита, Эпин-экстра, НВ-101, Новосила (ВЭ), а также водных настоев луковой шелухи и меда разнотравного. Для нивелирования воздействия разных факторов окружающей среды на рост и развитие растений эксперимент проводился в закрытых лабораторных условиях с пятикратной повторностью. Действие биостимуляторов зависит от содержания их активного вещества, а также от дозы, времени и частоты их применения. Биостимуляторы не могут полностью заменить минеральное питание растениям, выращенным в условиях гидропоники, но могут помочь сбалансировать потребление питательных веществ и их распределение в растениях. Эти соединения увеличивают рост и энергию растений за счет повышения эффективности поглощения питательных веществ и воды. Использование регуляторов роста в эксперименте несущественно повлияло на длину зеленых листьев лука, однако существенно стимулировало накопление массы за счет увеличения их количества и ширины. При использовании препара-

тата «Феровит» масса зеленых листьев лука в 2 раза превысила контроль, была отмечена максимальная скорость прироста длины листьев – 1,2 см/сут, что 1,3 раза больше контрольного варианта. Применение биостимуляторов в разной степени стимулировало накопление хлорофилла всех типов в листьях лука практически во всех вариантах, за исключением варианта с применением Эпина, где отмечено понижение концентрации этого пигмента по отношению к контролю в среднем в 1,5 раза. Применение регуляторов роста растений в эксперименте в целом не способствовало накоплению аскорбиновой кислоты в растениях лука. Только применение раствора мёда значительно стимулировало накопление витамина С относительно контроля (повышение концентрации в 1,6 раза). По оптимальному сочетанию показателей качества зеленых листьев лука репчатого наилучшим вариантом для его выращивания в закрытой культуре в условиях гидропоники можно считать применение препарата «Феровит».

Ключевые слова: биостимуляторы, зеленый лук, хлорофилл, витамин С, масса, каротиноиды.

In the study the questions of the influence on formation of economically valuable qualities (leaves

*Исследование выполнено при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности в рамках научного проекта № 16-16-24015.

length, weight, pigmentary complex, vitamin C) of green leaves of onion (*Allium cepa* L.) varieties Shtutgarter Rizen of various biostimulators: Ferovit, Epin-extra, NV-101, Novosil (VE) and also water infusions of onions peel and honey motley grass were considered. For leveling the impact of different factors of environment on the growth and development of plants the experiment was made with fivefold repetition in closed laboratory conditions. The effect of biostimulators depends on the content of their active agent and also on the dose, time and frequency of their application. Biostimulators cannot completely replace mineral nutrition for the plants grown in hydroponics conditions, but can help to balance the nutrients consumption and their distribution in plants. These connections increase the growth and energy of plants due to the increase of the efficiency of absorption of nutrients and water. The use of growth regulators in the experiment insignificantly affected the length of onions green leaves, however, significantly stimulated the accumulation of weight at the expense of increase in their quantity and width. When using the preparation "Ferovit" the mass of onions green leaves exceeded the control twice, the maximum speed of length gain in leaves was 1.2 cm/a day, i.e. 1.3 times more than in control option. The application of biostimulators in different degree stimulated the accumulation of chlorophyll of all types in onions leaves practically in all options, except for the option with Epin's application where 1.5 times decrease of concentration of this pigment on average was noted in the relation to the control. The use of regulators of plants growth in the experiment in general did not promote the accumulation of ascorbic acid in onions plants. Only using honey solution considerably stimulated vitamin C accumulation concerning the control (the increase of concentration by 1.6 times). On optimum combination of indicators of quality of green leaves of onion as the best option for its cultivation in closed culture in the conditions of hydroponics it is possible to consider application of the preparation "Ferovit".

Keywords: biostimulators, green onions, chlorophyll, vitamin C, weight, carotinoids.

Введение. Исследованиям по более экологически чистым материалам, созданным на основе органических веществ, в частности природным биостимуляторам, благоприятствует повышенный интерес к устойчивому сельскому

хозяйству в сложившихся экологических условиях на фоне роста населения и потребности в продуктах питания [1].

Применение биоэффекторов, формально известных как регуляторы роста растений (РРР), широко распространено в современном сельском хозяйстве и обеспечивает целый ряд преимуществ при стимулировании роста и защите растений от стресса различной природы [2–4]. Действие биостимуляторов зависит от содержания их активного вещества, а также от дозы, времени и частоты их применения [5, 6].

В предлагаемой работе внимание было сосредоточено на некоторых биостимуляторах, которые производятся российскими предприятиями из веществ, встречающихся в природе, а также нетрадиционных средств, которые часто применяются среди населения в качестве подкормок и ростостимулирующих добавок. Эта группа биостимуляторов является менее дорогостоящей, но не определена по составу и может иметь огромное разнообразие получаемых эффектов.

Цель исследования. Анализ влияния различных биостимуляторов на интенсивность физиологических процессов по накоплению растительной массы, а также на количественно-качественное соотношение пигментного комплекса и содержание аскорбиновой кислоты в листьях зеленого лука (*Allium cepa* L.).

Объекты и методы исследования. Эксперимент проводился на растениях *Allium cepa* L. в закрытых лабораторных условиях для нивелирования воздействия разных факторов окружающей среды на рост и развитие растений (температура и влажность воздуха, освещение, почвенные условия) в условиях водной культуры с использованием дистиллированной воды. В ходе эксперимента была выполнена пятикратная повторность, по 7 растений в каждой.

Общая продолжительность эксперимента составила 21 день, календарные сроки проведения – со 02 по 23 марта 2017 года. Для каждого выращенного растения проводили морфометрические измерения (линейных размеров листьев каждого растения и их массы).

Эксперимент состоял из шести различных вариантов, обработанных водными растворами препаратов «Феровит», «Эпин-экстра», «НВ-101», «Новосил» (ВЭ), а также водными настоями луковой шелухи и меда разнотравного. В контрольном варианте растения получали только воду, без добавления биостимуляторов и иных подкормок.

Нормы, количество и методы применения биостимуляторов соответствовали рекомендациям производителей (табл.). Точный состав этих биостимуляторов является запатентованным, поэтому в таблице перечислены только основные биологически активные соединения.

Содержание пигментов хлорофилла и каротина, так необходимых для протекания процесса фотосинтеза, исследовали согласно методу Крауса [7]. Хлорофиллы экстрагировали в течение 24 ч из измельченных зеленых листьев лука при комнатной температуре (на 21-й день после посадки, начала эксперимента) в ацетоне. Хлорофиллы и каротиноиды определяли спектрофотометрически (Spekol 11, Uk) [8], изменением

оптической плотности вытяжки пигментов при длинах волн, соответствующих максимумам поглощения хлорофиллов а (663нм), b (645 нм) [9], каротиноидов (440,4 нм) (по формуле Ветштейна) [10], с последующим расчетом концентрации пигментов по уравнениям Ветштейна и Хольма для 100%-го ацетона [11].

Гомогенат отфильтровывали, а общий хлорофилл, а также содержание хлорофилла а и b, определяли на спектрофотометре при 663 и 649 нм соответственно. Уравнение Вернона [9] использовалось для получения концентрации хлорофилла в 80%-м ацетоне [12–14].

Для всех анализов содержания хлорофилла и каротиноидов были выполнены три повторности.

Состав биостимуляторов, их влияние на растения и процедуры применения для *Allium cepa* L.

Биостимулятор	Процедура применения	Время и кратность обработок	Страна-производитель
Феровит®	Перед посевом погружение семян / луковиц в концентрацию 1,5 мл на 1,5–2 л воды или 0,1%-й водный раствор	Замачивание луковиц перед закладкой опыта 6 часов. Опрыскивание 1 раз в 7 дней	Россия
Эпин®-экстра	0,05 мл/200 мл воды	Замачивание луковиц перед посадкой 2 часа. Расход рабочей жидкости 200 мл/кг	Россия
	0,6 мл/3 л воды	Опрыскивание в фазе 4–5 листьев. Расход рабочей жидкости 3 л/100 м ²	
НВ-101®	Раствор готовится из расчета 2 капли препарата на 1 литр воды	Замачивание луковиц перед закладкой опыта 3 часа. Опрыскивание 1 раз в 7 дней	Япония
Новосил, ВЭ®	Раствор готовится из расчета 2 капли препарата на 1 литр воды	Замачивание луковиц перед закладкой опыта 30 минут. Опрыскивание 1 раз в 7 дней	Россия
Водный настой луковой шелухи	Маточный раствор: 10 г шелухи на 1 л воды. Рабочий раствор: 1 часть маточного раствора и 9 частей воды	Замачивание луковиц в рабочем растворе перед закладкой опыта 1 час. Опрыскивание рабочим раствором 1 раз в 7 дней	
Водный раствор меда полифлорного	Рабочий раствор из расчета 0,5 чайной ложки меда на 1 литр воды	Замачивание луковиц перед закладкой опыта 1 час. Опрыскивание 1 раз в 7 дней	

Контрольные образцы еженедельно опрыскивались дистиллированной водой.

Измерение содержания аскорбиновой кислоты проводили методом йодометрического титрования [15]. Все анализы на содержание витамина С были выполнены в пятикратной повторности.

Статистическую обработку результатов проводили однофакторным дисперсионным анализом по методике Б.А. Доспехова [16], описатель-

ной статистики и корреляционного анализа в программе MS Excel 2007.

Результаты исследования и их обсуждение. Во время проведения эксперимента проводились линейные измерения формирующихся зеленых листьев лука, показавшие практически одинаковую скорость прироста во всех вариантах, исключая вариант с применением Эпина, где в начальном периоде развития растения

существенно отставали в росте от остальных вариантов, но впоследствии, в течение пяти дней, растения резко «набрали» рост и по длине уже уступали только варианту с применением Феровита. Возможно, что выявленные особенности можно объяснить комбинацией действующих веществ исследуемых препаратов.

В частности, в состав Эпина входит вещество эпибрасинолид, отвечающее за активацию биологических процессов в растениях, таких как синтез фитогормонов, необходимых на конкретном этапе развития. Известно, что фитогормоны данной группы в больших дозах сдерживают рост и повышают устойчивость к неблагоприятным внешним факторам: перегреву, заморозкам, засухе, инфекции [17]. Максимальная скорость прироста длины листьев была отмечена в варианте с применением Феровита (1,2 см /

сут), что в 1,3 раза выше, чем в контрольном варианте (0,9 см / сут). В целом проведенный эксперимент показал, что примененные препараты несущественно повлияли на длину зеленых листьев лука.

Минимальная длина листа была зафиксирована в вариантах с применением препаратов Новосил (14,7 см) и НВ-101 (15,0 см), что не очень значительно отличается от контрольного варианта (15,7 см) (рис. 1). Стоит отметить, что препараты «Новосил» и «НВ-101» содержат вытяжки хвойных деревьев и одним из действующих веществ являются тритерпеновые кислоты. Можно предположить, что данное вещество для лука является определенным «ингибитором» роста. Максимальная длина листьев лука была зафиксирована в варианте с применением препарата «Феровит» (21,7 см), что почти в 1,4 раза выше контроля.

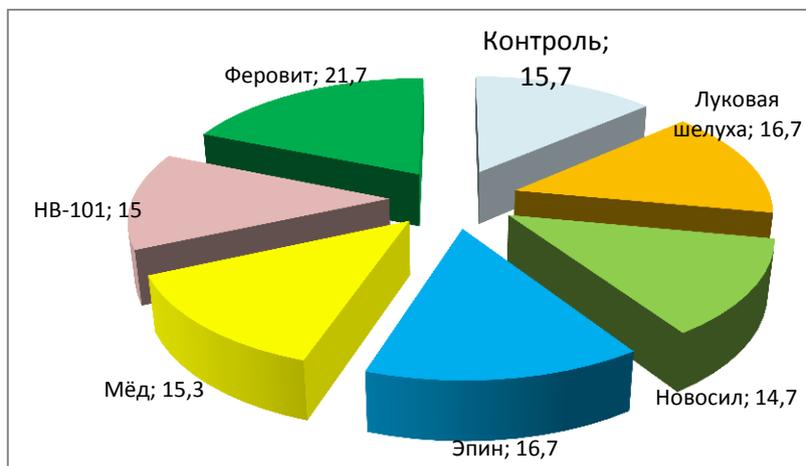


Рис. 1. Длина зеленых листьев растений лука в вариантах опыта, см

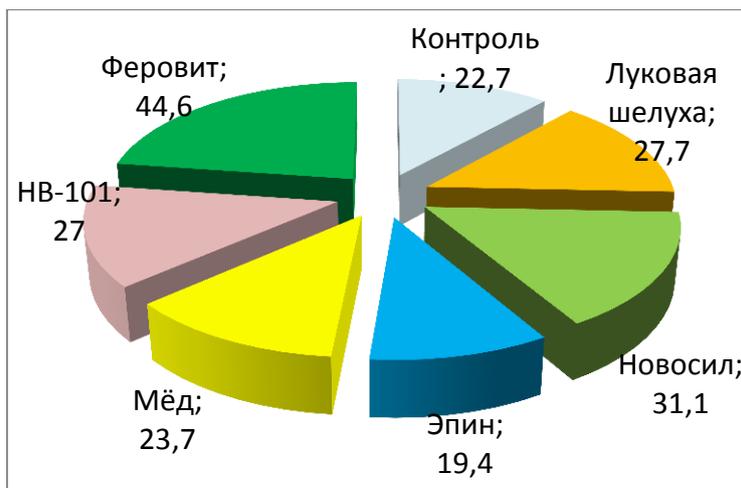


Рис. 2. Масса зеленых листьев растений лука в вариантах опыта, г /сосуд

При анализе массы листьев (см. рис. 2) было выявлено, что применение препаратов стимулировало накопление массы, только в варианте с применением Эпина масса зеленых листьев была ниже, чем в контроле. В вариантах с применением Новосила и НВ-101, где изначально длина листьев была минимальной среди всех вариантов, масса уже значительно превосходила контроль. В варианте с применением препарата «Феровит» масса растений лука практически в 2 раза была выше контроля.

Одним из показателей товарной «привлекательности» является внешний вид продукта. У фруктов и овощей это прежде всего цвет, форма, величина, запах. Для зеленных культур привлекательным показателем для покупателя прежде всего станет ярко-зеленый цвет и величина (длина, масса). От концентрации хлоро-

филла будет зависеть интенсивность яркой и сочной зеленой окраски. Хлорофиллы поглощают в основном красный и сине-фиолетовый свет, зеленый свет ими отражается, что и придает растениям специфическую зеленую окраску, если она не маскируется другими пигментами. Хлорофиллы *a* и *b* являются основными фотосинтетическими деятельными компонентами листьев растений. Содержание и соотношение разных форм пигментов в хлоропластах могут служить одним из показателей их фотохимической активности [18].

Результаты проведенного эксперимента доказали, что содержание растительных пигментов в листьях лука может значительно изменяться в зависимости от вида применяемого препарата и отличаться между собой именно основным действующим веществом (рис. 3–5).

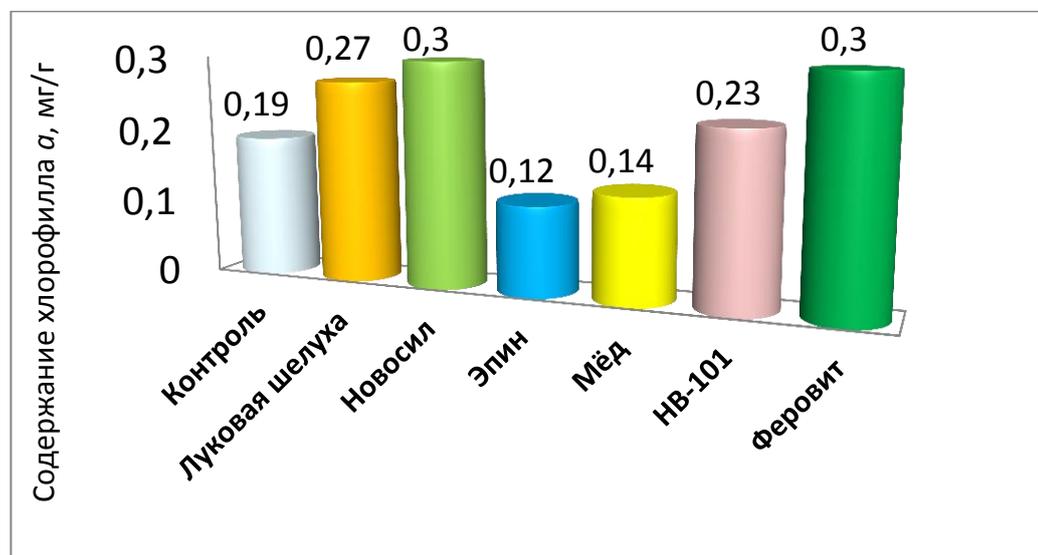


Рис. 3. Содержание хлорофилла *a* в зеленых листьях лука, мг/г
(НСР (5%): $a = 0,083$)

Эксперимент показал, что в вариантах с применением раствора меда и Эпина произошло понижение содержания хлорофилла *a* относительно контроля, но выявленные отличия были не существенны. Максимальное количество хлорофилла *a* обнаружено в вариантах с применением Новосила и Феровита, выше контроля почти в 1,6 раза. Минимальная концентрация хлорофилла *a* в листьях лука была обнаружена в варианте с применением Эпина, в 1,6 раза ниже контроля.

От количества хлорофилла *a* будет зависеть концентрация хлорофилла *b*. При этом нужно

отметить, что хлорофилл *b* образуется в растениях из хлорофилла *a*.

Результаты эксперимента показали, что в варианте с применением Эпина отмечено понижение хлорофилла *b* относительно контроля в 1,5 раза. В вариантах с применением Новосила, НВ-101 содержание хлорофилла не существенно превысило контроль. Максимальное увеличение хлорофилла *b* относительно контроля выявлено в варианте с применением водного раствора меда (в 2,6 раза). В вариантах с применением настоя луковой шелухи и Феровита увеличение содержания этого пигмента было практически одинаковым.

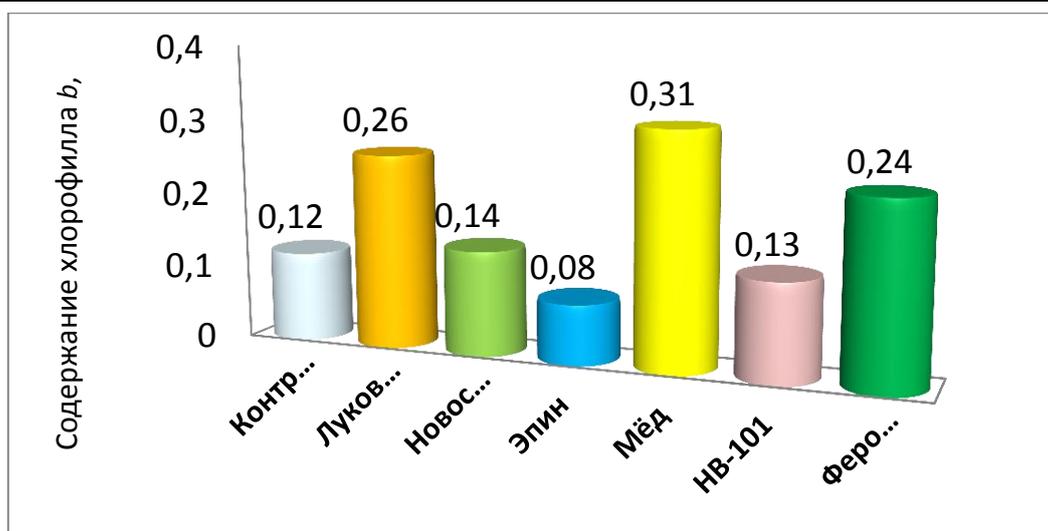


Рис. 4. Содержание хлорофилла b в зеленых листьях лука, мг/г (НСР (5%): $b = 0,136$)

Анализ содержания суммы хлорофиллов a и b показал, что в вариантах с применением Новосила и Эпина отмечено снижение величины этого показателя относительно контроля.

Максимальное содержание хлорофилла a+b отмечено в вариантах с применением водного

настоя луковой шелухи (0,54 мг/г), минимальное – при применении Эпина (0,20 мг/г).

Хлорофилл играет немалую роль в диетическом питании, так как при систематическом употреблении в пищу в свежем виде зеленых листьев повышает количество гемоглобина и эритроцитов в крови.

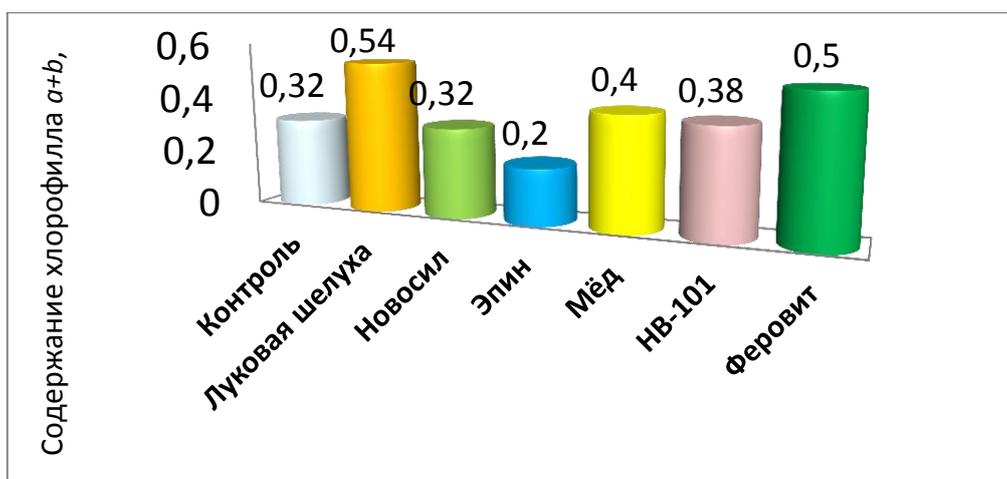


Рис. 5. Содержание хлорофилла a+b в зеленых листьях лука, мг/г (НСР (5%): $a+b = 0,179$)

Результаты исследования показали, что применение биостимуляторов в разной степени стимулировало накопление хлорофилла всех типов в листьях лука практически во всех вариантах, за исключением варианта с применением Эпина, где отмечено понижение концентрации этого пигмента по отношению к контролю в среднем в 1,5 раза.

Как любые биологически активные вещества, РРР требуют очень осторожного обращения с

ними. Усиление у растений под действием применяемых регуляторов роста одних функций в результате многообразных коррелятивных взаимоотношений между тканями и органами может привести к угнетению других, что в конечном итоге отразится на продуктивности культуры в целом.

Концентрация хлорофилла в листьях служит одним из показателей «физиологического комфорта» растения. Понижение количества данно-

го соединения в листьях культур, особенно зеленых, приводит к понижению товарного вида самой продукции, что напрямую влияет на рентабельность производства. Поэтому очень важно дать научное обоснование применения того или иного препарата. При этом отмечалось увеличение доли прочно связанного хлорофилла *b*, что приводит к усилению поглощения коротковолновой (синей) области спектра, способствуя в итоге образованию аминокислот и белков [19]. Увеличение содержания доли прочно связанного с белком хлорофилла при применении РРР способствует повышению устойчивости хлорофилл-белкового комплекса, а следовательно, и устойчивости к неблагоприятным факторам внешней среды, и в первую очередь к засухе.

Большое практическое значение имеет содержание каротиноидов. Каротиноиды поглощают определенные участки солнечного спектра, передавая энергию этих лучей на молекулы хлорофилла, способствуя использованию лучей, не поглощаемых хлорофиллом.

Также имеются данные, что каротиноиды предохраняют органические вещества (в первую очередь молекулы хлорофилла) от разрушения на свету в процессе фотоокисления. Таким образом, при световом стрессе каротиноиды выполняют защитную функцию в хлоропластах [20].

На содержание каротиноидов применяемые препараты оказали незначительное влияние при НСР (5%), составившей 0,045 мг/г. Понижение концентрации относительно контроля (0,09 мг/г)

было отмечено в вариантах с применением Эпина (0,04 мг/г), луковой шелухи (0,07 мг/г), НВ-101 (0,08 мг/г). В вариантах с использованием Феровита и меда содержание каротиноидов не изменилось. Применение Новосила незначительно стимулировало накопление данного пигмента (0,11 мг/г).

Повышение содержания каротиноидов указывает на активное функционирование адаптивных механизмов в фотосинтетическом аппарате растений при действии неблагоприятных условий среды [18]. В вариантах с применением Новосила было отмечено отставание в росте практически у всех растений лука, что указывает на определенное стрессовое состояние, стимулирующее в этих условиях накопление каротиноидов, составившее 0,11 мг/г, что выше, чем во всех остальных вариантах.

Лук является хорошим источником аскорбиновой кислоты, поэтому поиск экологически безопасных способов увеличения данного витамина в растительной пище имеет большое практическое значение. В целом результаты исследования показали, что применение РРР в эксперименте не способствовало накоплению аскорбиновой кислоты в растениях лука (рис. 6).

Результаты биохимического анализа зеленых листьев лука в вариантах опыта показали, что только в варианте с применением водного раствора меда произошло существенное увеличение содержания аскорбиновой кислоты относительно контроля – в 1,6 раза.

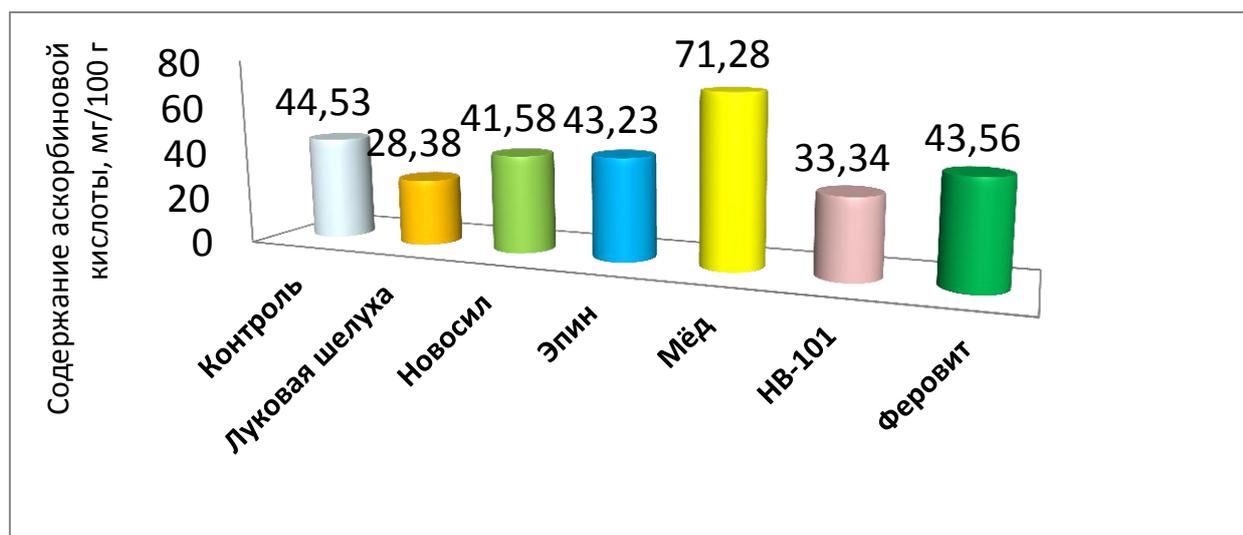


Рис. 6. Содержание аскорбиновой кислоты в зеленых листьях лука, мг/100 г

В варианте с применением водного настоя луковой шелухи содержание аскорбиновой кислоты в зеленых листьях лука было минимальным среди всех остальных вариантов (28,38 мг/100 г), что ниже контроля (44,53 мг/100 г) в 1,6 раза. Также существенное понижение содержания аскорбиновой кислоты в листьях лука относительно контроля было отмечено в варианте с применением препарата НВ-101 (33,34 мг/100 г).

Биостимуляторы не могут полностью заменить минеральное питание растениям, выращенным в условиях гидропоники, но могут помочь сбалансировать потребление питательных веществ и их распределение в растениях. Эти соединения увеличивают рост и энергию растений за счет повышения эффективности поглощения питательных веществ и воды. Питательные вещества, поступающие в растения из внешних источников, более эффективно усваиваются после применения биостимулятора. Применение ростостимулирующих и регулирующих препаратов и экстрактов может оказывать значительное влияние на элементный состав выращиваемой биомассы [6]. Большие надежды возлагают на регуляторы роста и развития растений, повышающие эффективность фотосинтеза. Как известно, в зимне-весеннем обороте в тепличных хозяйствах основным лимитирующим фактором является пониженная освещенность (малое количество дней с низким процентом облачности), а также возможно уплотнение грунта вследствие понижения его температуры. Поэтому поддержание на оптимальном значении подобных факторов обеспечит максимальную продуктивность растений.

Экологически безопасное повышение количества хлорофилла за счет применения, в частности, природных биостимуляторов может послужить одним из механизмов повышения товарной привлекательности зеленных культур.

Однако, как показал анализ литературных данных и результатов проведенного эксперимента, регуляторы роста растений требуют осторожного подхода к их применению. В настоящее время токсичность многих регуляторов роста недостаточно изучена, что связано с относительно недавней практикой их применения. Регуляторы роста растений, как правило, являются малотоксичными соединениями с невыраженной видовой чувствительностью, слабо вы-

раженными кумулятивными свойствами по летальным эффектам [21]. Однако различные регуляторы роста растений и широкий круг биостимуляторов, созданных на природной основе, остаются довольно привлекательными в качестве альтернативы дорогостоящим и потенциально опасным химическим пестицидам, особенно для применения в личном подсобном хозяйстве.

Выводы. Использование регуляторов роста в эксперименте несущественно повлияло на длину зеленых листьев лука, однако существенно стимулировало накопление массы.

Применение всех биостимуляторов в эксперименте стимулировало накопление массы листьев, за исключением варианта с применением Эпина. При использовании препарата «Феровит» масса зеленых листьев лука (44,6 г/сосуд) в 2 раза превысила контроль (22,7 г/сосуд).

Применение биостимуляторов в разной степени стимулировало накопление хлорофилла всех типов в листьях лука практически во всех вариантах, за исключением варианта с применением Эпина, где отмечено понижение концентрации этих пигментов по отношению к контролю в среднем в 1,5 раза. Применение водного настоя луковой шелухи, Новосила, НВ-101 и Феровита стимулировало накопление хлорофилла *a*. При этом содержание хлорофилла *b* выше контроля было отмечено в вариантах с применением луковой шелухи, мёда и Феровита. Содержание каротиноидов в вариантах опыта изменялось незначительно.

Применение РРР в эксперименте в целом не способствовало накоплению аскорбиновой кислоты в растениях лука. Значительное изменение количества витамина С отмечено только в варианте с применением водного раствора мёда, где произошло существенное увеличение содержания данного витамина в листьях лука относительно контроля в 1,6 раза.

По оптимальному сочетанию показателей качества зеленых листьев лука репчатого наилучшим вариантом для его выращивания в закрытой культуре в условиях гидропоники можно считать применение препарата «Феровит».

Литература

1. Литвинов С. Состояние и перспективы развития овощеводства России // Селекция, семеноводство и биотехнология овощных и бахчевых культур. – М.: Изд-во ВНИИО, 2003. – С. 3.
2. Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. Agricultural uses of plant biostimulants // Plant Soil. – 2014. – № 383. – P. 3–41.
3. du Jardin P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation // Sci. Hortic. – 2015. – № 196. – P. 3–14.
4. Oosten M.J., Pepe O., Pascale S., Silletti S., Maggio A. The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants // Chemical and Biological Technologies in Agriculture. – 2017. – Vol. 4. – № 1. – P. 5.
5. Nardi S., Pizzeghello D., Schiavon M., Ertani A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism // Scientia Agricola. – 2016. – Vol. 73. – № 1. – P. 18–23.
6. Szczepanek M., Wilczewski E., Pobereźny J., Wszelaczyńska E., Keutgen A., Ochmian I. Effect of biostimulants and storage on macroelement content in storage roots of carrot // J. Elem. – 2015. – Vol. 20. – № 4. – P. 1021–1031.
7. Туманов В.Н., Чурук С.Л. Качественные и количественные методы исследования пигментов фотосинтеза: практикум. – Гродно: Изд-во ГрГУ им. Я. Купалы, 2007. – 62 с.
8. Шлык А.А. О спектрофотометрическом определении хлорофиллов *a* и *b* // Биохимия. – 1968. – Т. 33, вып. 2. – С. 275–285.
9. Vernon L.P. Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts // Analytical Chemistry. – 1960. – Vol. 32. – № 9. – P. 1144–1150.
10. Федотова Ю.К. К вопросу о содержании основных пигментов фотосинтетического аппарата у *Geranium sanguineum* флоры Центрального Предкавказья // Вестн. Москов. гос. обл. ун-та. Сер. Естественные науки. – 2009. – № 1. – С. 81–84.
11. Мякишева Е.П., Соколова Г.Г. Влияние качества света на содержание фотосинтетических пигментов картофеля (*Solanum tuberosum* L.) в культуре in vitro // Изв. Алт. гос. ун-та. – 2014. – Т. 2. – № 3. – С. 46–49.
12. Wang G., Jia J. Effects of NaCl on physiology and leaf ultrastructure in the halophyte *Kalidium foliatum* // Nordic journal of botany. – 2015. – Vol. 33. – № 2. – P. 232–238.
13. von Wettstein D. Chlorophyll-letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden // Experimental cell research. – 1957. – Vol. 12. – № 3. – P. 427–506.
14. Kharcheva AV. Fluorescence intensities ratio F685/F740 for maple leaves during seasonal color changes and with fungal infection // Proc. of SPIE. – 2014. – Vol. 9031.
15. Чупахина Г.Н. Колориметрическое определение аскорбиновой кислоты в биологических тканях: практикум по биохимии и физиологии растений. – Калининград, 1981.
16. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
17. Гамзаева Р.С. Влияние регуляторов роста на физиолого-биохимические показатели и продуктивность ярового ячменя // Изв. Санкт-Петерб. гос. аграр. ун-та. – 2017. – № 1(46). – С. 75–79.
18. Еремченко О.З., Кусакина М.Г., Лузина Е.В. Содержание пигментов в растениях *Lepidium sativum* в условиях хлоридно-натриевого засоления и ощелачивания // Вестник ПГУ. Биология. – 2014. – № 1. – С. 30–36.
19. Бутусов А.В. Эффективность применения регуляторов роста при возделывании озимой пшеницы // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 9 (65). – С. 50–52.
20. Зотикова А.П., Воробьева Н.А., Соболевская Ю.С. Динамика содержания и роль каротиноидов хвои кедра сибирского в высокогорье // Вестн. Башкир. ун-та. – 2001. – № 2. – С. 67–69.
21. Асмангулян А.А. Исследование соотношения интегральных и специфических реакций организма при оценке риска воздействия регуляторов роста растений // 2-й съезд токсикологов России: тез. докл. – М., 2003. – С. 56–57.

Literatura

1. *Litvinov S.* Sostojanie i perspektivy razvitija ovoshhevodstva Rossii // Selekcija, semenovodstvo i biotehnologija ovoshhnyh i bahchevyh kul'tur. – M.: Izd-vo VNIIO, 2003. – S. 3.
2. *Calvo P., Nelson L., Klopper J.W.* Agricultural uses of plant biostimulants // *Plant Soil.* – 2014. – № 383. – P. 3–41.
3. *du Jardin P.* Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation // *Sci. Hortic.* – 2015. – № 196. – P. 3–14.
4. *Oosten M.J., Pepe O., Pascale S., Silletti S., Maggio A.* The role of biostimulants and bioeffectors as alleviators of abiotic stress in crop plants // *Chemical and Biological Technologies in Agriculture.* – 2017. – Vol. 4. – № 1. – P. 5.
5. *Nardi S., Pizzeghello D., Schiavon M., Ertani A.* Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based products and humic substances in plant metabolism // *Scientia Agricola.* – 2016. – Vol. 73. – № 1. – P. 18–23.
6. *Szczepanek M., Wilczewski E., Pobereźny J., Wszelaczyńska E., Keutgen A., Ochmian I.* Effect of biostimulants and storage on macroelement content in storage roots of carrot // *J. Elem.* – 2015. – Vol. 20. – № 4. – P. 1021–1031.
7. *Tumanov V.N., Chiruk S.L.* Kachestvennye i kolichestvennye metody issledovanija pigmentov fotosinteza: praktikum. – Grodno: Izd-vo GrGU im. Ja. Kupaly, 2007. – 62 s.
8. *Shlyk A.A.* O spektrofotometricheskom opredelenii hlorofillov *a* i *b* // *Biohimija.* – 1968. – T. 33, vyp. 2. – S. 275–285.
9. *Vernon L.P.* Spectrophotometric determination of chlorophylls and pheophytins in plant extracts // *Analytical Chemistry.* – 1960. – Vol. 32. – № 9. – P. 1144–1150.
10. *Fedotova Ju.K.* K voprosu o sodержanii osnovnyh pigmentov fotosinteticheskogo apparata u *Geranium sanguineum* flory Central'nogo Predkavkaz'ja // *Vestn. Moskov. gos. obl. un-ta. Ser. Estestvennye nauki.* – 2009. – № 1. – S. 81–84.
11. *Mjakisheva E.P., Sokolova G.G.* Vlijanie kachestva sveta na sodержanie fotosinteticheskikh pigmentov kartofelja (*Solanum tuberosum* L.) v kul'ture in vitro // *Izv. Alt. gos. un-ta.* – 2014. – T. 2. – № 3. – S. 46–49.
12. *Wang G., Jia J.* Effects of NaCl on physiology and leaf ultrastructure in the halophyte *Kalidium foliatum* // *Nordic journal of botany.* – 2015. – Vol. 33. – № 2. – R. 232–238.
13. *von Wettstein D.* Chlorophyll-letale und der submikroskopische Formwechsel der Plastiden // *Experimental cell research.* – 1957. – Vol. 12. – № 3. – P. 427–506.
14. *Kharcheva AV.* Fluorescence intensities ratio F685/F740 for maple leaves during seasonal color changes and with fungal infection // *Proc. of SPIE.* – 2014. – Vol. 9031.
15. *Chupahina G.N.* Kolorimetriceskoe opredelenie askorbinovoj kisloty v biologicheskikh tkanjah: praktikum po biohimii i fiziologii rastenij. – Kaliningrad, 1981.
16. *Dospehov B.A.* Metodika polevogo opyta. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
17. *Gamzaeva R.S.* Vlijanie reguljatorov rosta na fiziologo-biohimicheskie pokazateli i produktivnost' jarovogo jachmenja // *Izv. Sankt-Peterb. gos. agrar. un-ta.* – 2017. – № 1(46). – S. 75–79.
18. *Eremchenko O.Z., Kusakina M.G., Luzina E.V.* Soderzhanie pigmentov v rastenijah *Lepidium sativum* v uslovijah hloridno-natrievogo zasolenija i oshhelachivanija // *Vestnik PGU. Biologija.* – 2014. – № 1. – S. 30–36.
19. *Butusov A.V.* Jeffektivnost' primenenija reguljatorov rosta pri vozdeľvanii ozimoj pshenicy // *Agrarnyj vestnik Urala.* – 2009. – № 9 (65). – S. 50–52.
20. *Zotikova A.P., Vorob'eva N.A., Sobolevskaja Ju.S.* Dinamika sodержanija i rol' karotinoidov hvoi kedra sibirskogo v vysokogor'e // *Vestn. Bashkir. un-ta.* – 2001. – № 2. – S. 67–69.
21. *Asmanguljan A.A.* Issledovanie sootnoshenija integral'nyh i specificheskikh reakcij organizma pri ocenke riska vozdeľstvija reguljatorov rosta rastenij // 2-j s'ezd toksikologov Rossii: tez. dokl. – M., 2003. – S. 56–57.