

ВЛИЯНИЕ БИОУДОБРЕНИЙ НА РОСТ
И РАЗВИТИЕ БАЗИЛИКА (*OCIMUM BASILICUM L.*),
СОДЕРЖАНИЕ МАЛОНОВОГО ДИАЛЬДЕГИДА И ЭФИРНОГО МАСЛА

ХАМИДРЕЗА БАЯТ, С.Л. БЕЛОПУХОВ

(РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева)

*Проведено изучение влияния биоудобрений в виде гуминово-фульватного комплекса, гуминовой кислоты и биоудобрения на основе водорослей рода Ламинария (*Laminaria*), Саргассум (*Sargassum*), Аскофиллум узловатый (*Ascophyllum nodosum*) на рост, развитие базилика Иранского (*Ocimum basilicum L.*), содержание эфирного масла и малонового диальдегида. Опыт проведен на в 2017–2018 гг. на базе сельскохозяйственного факультета Тегеранского университета. Некорневые обработки из расчета рабочего раствора 300 л/га включали контроль (вода), гуминово-фульватный комплекс 900 г/га, гуминовую кислоту 300 г/га, биоудобрения на основе водорослей 20 г/га. Показано, что по сравнению с контролем использование препаратов на основе гуминово-фульватного комплекса и гуминовой кислоты, биоудобрений на основе водорослей оказывает положительное влияние на рост и развитие базилика, происходит увеличение объема биомассы на 12–17%, и выход эфирного масла с 1 га увеличивается на 5–7 кг. Наиболее эффективным биопрепаратом по степени влияния на морфометрические показатели и содержание эфирного масла в листьях базилика следует считать гуминово-фульватный комплекс, затем – гуминовую кислоту, в меньшей степени – биоудобрение на основе водорослей. Определен в надземной биомассе базилика уровень содержания малонового диальдегида, который является критерием для оценки эффективности биопрепаратов по ответной реакции на окислительный стресс и/или степенью сопротивления этому воздействию. Отмечено, что концентрация малонового диальдегида при обработке гуминово-фульватным комплексом и гуминовой кислотой снижается в 1,5–2 раза по сравнению с контролем, что свидетельствует о меньшей степени разрушения липидного комплекса и более высокой прочности клеточных мембран.*

Ключевые слова: базилик, гуминово-фульватный комплекс, биоудобрение, гуминовая кислота, экстракт морских водорослей, эфирное масло, малоновый диальдегид.

Введение

Проблема избыточного применения пестицидов и химических удобрений является сегодня актуальной для многих стран мира. Агрехимикаты могут наносить ущерб окружающей среде и здоровью людей, остаточные количества пестицидов и химических соединений, переходящих в воду и почву, вызывают нарушение баланса экосистем. Высокие цены на минеральные удобрения ставят вопрос об использовании новых видов органических и биоудобрений в сельском хозяйстве. В устойчивых сельскохозяйственных системах использование биологических удобрений имеет особое значение для повышения плодородия и поддержания устойчивого плодородия почвы, вследствие чего, за последние тридцать лет использование биоудобрений в сельском хозяйстве постоянно увеличивается.

Стимулирующие рост бактерии и экстракты из различных биоматериалов являются сегодня важнейшими и перспективными компонентами биоудобрений. Эффективными биоудобрениями являются препараты, содержащие гуминовые вещества или полученные из гумифицированных отходов растениеводства, например, гуминово-фульватный комплекс, который был получен на кафедре химии, проведены испытания этого препарата на многих сельскохозяйственных культурах [9]. Еще одним источником для дальнейшего использования в качестве удобрений и биорегуляторов являются водоросли, ежегодный мировой объем производства которых составляет более 550 тыс. тонн. Например, водные экстракты из морских бурых водорослей *Fucus distichus* subsp. *evanescens* и *Saccharina bongardiana* содержат различные макро- и микроэлементы, необходимые для жизнедеятельности растений, витамины, полисахариды, включая фукоидан и альгиновые кислоты [4]. В обзоре Ключковой Т.А. (2019), где собраны многочисленные сведения о различных биопрепаратах из морских водорослей, отмечается, что в таких экстрактах, применяемых для обработки растений, присутствуют фитогормоны – ауксины, цитокинины, этилен, гиббереллины, абсцизовая кислота, обеспечивающие нормальное функционирование иммунной системы растений, особенно при неблагоприятных условиях окружающей среды. Так в жидких экстрактах из бурой водоросли *Durvillaea potatorum* обнаружены зеатин и его производные – зеатин-рибозид, дигидро-зеатин, дигидро-зеатин-рибозид [5]. Еще одним направлением в области разработки и применении биоудобрений в растениеводстве являются бактериальные препараты, например, на основе *Azotobacter chroococcum*, способные более, чем в 1,5 раза увеличивать сухую массу, в частности, корней гороха [1]. Применение биоудобрений в целом улучшает развитие корневой системы, в дополнение к увеличению поглощения азота, увеличивает поглощение воды и других питательных веществ из почвы [9]. Все это в комплексе с другими агроприемами приводит к повышению урожайности сельскохозяйственных культур и повышению устойчивости растений к стрессовым факторам [11, 13]. Инокуляция базилика различными представителями рода *Azotobacter* увеличивает биомассу, скорость роста и содержание эфирного масла в растении, а применение бактерий *Bacillus* на базилике увеличивало выход эфирного масла и биомассы базилика и увеличивало содержание эфирного масла в растении в два раза [11, 12]. Кроме того, с применением бактерий количество эвгенола и альфа-терпинола в эфирном масле было увеличено в 10 и 2 раза соответственно [14]. Очень небольшое количество биопрепаратов было испытано на базилике. Так фосфорорганические биопрепараты Этафос-Ф и Гуанифос-Ф оказывали положительное влияние на прорастание семян и проростков базилика, улучшение качества продукции [7]. Гуминовые вещества в виде гуминово-фульватного комплекса (ГФК) применяли ранее для обработок льна [9]. На базилике испытывали ограниченное число биопрепаратов, хотя отмечалось, что Гумимакс и Гумат +7 положительно влияли на урожай [6].

Учитывая важность управления питанием эфиромасличных растений для увеличения урожайности и получения продукции высокого качества при экологизации производства, целью настоящего исследования было изучение влияния гуминово-фульватного комплекса, гуминовой кислоты и биоудобрения на основе экстракта водорослей на особенности роста, развития базилика, содержание эфирного масла и малонового диальдегида в биомассе.

Методика исследования

Исследование проведено на базе сельскохозяйственного факультета Тегеранского университета в условиях теплицы в 2017–2018 гг. В качестве субстрата для

выращивания рассады использовали биоразлагаемые кокосовые торфяные горшки (Tortima Exim, Индия) размером 5×5×10 см.

Для обработки растений использовали следующие препараты:

препарат 1 – гуминово-фульватный комплекс (ГФК), получен на кафедре химии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева обработкой сухой гумифицированной льняной костры 0,1 М раствором гидроксида калия в течение 2 часов при температуре 85–90°C. После очистки препарата содержание гуминовых кислот составило 80–82%, фульвокислот – 13–15%, калия в расчете на K₂O – 4–5%.

Препарат 2 – биоудобрение на основе водорослей рода Ламинария, Саргассум, Аскофиллум узловатый («Берес супер экстракт морских водорослей универсальный», Новосибирск), в составе экстракта содержится альгиновая кислота до 22%, аминокислоты – до 1,5%, витамины и прогормональные вещества – до 1,5%, калий (K₂O) до 25%, магний бор, железо, кальций и др. – остальное (до 100%).

Препарат 3 – биоудобрение Numax Gold (Производство Javik Crop Care LLP, Индия), гуминовая кислота 98%.

Вариант 1 – контроль, обработка водой;

вариант 2 – опрыскивание препаратом 1 из расчета 900 г/га;

вариант 3 – опрыскивание препаратом 2, из расчета 20 г/га

вариант 4 – опрыскивание препаратом 3 из расчета 300 г/га

Расход рабочего раствора 300 л/га.

Посев базилика Иранского зеленого проводили в первой декаде февраля, в фазе 1–2 настоящих листьев оставляли по 1 растению в горшке. Полив проводили сразу после посадки, а затем каждые 2 дня. Обработку препаратами проводили 3 раза: первый – в фазе 1–2 настоящих листьев, второй – 5–6 настоящих листьев, третий раз – через 3 суток после второй обработки. Отбор растений для определения контролируемых показателей проводили на 30 день после фазы 5–6 настоящих листьев. Опыт проводили в 6-кратной повторности. Контролировали длину и ширину листа, длину корня, диаметр стебля, содержание малонового диальдегида и эфирного масла. Для определения сухого веса образцы помещали в сушильный шкаф и выдерживали в течение 48 часов при температуре 70 °C. Содержание эфирного масла определяли с помощью отгонки водяным паром по ГОСТ 24027.2 метод 2а, статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения SAS (Version 9.1) со значением $P \leq 0.05$ [2]. Малоновый диальдегид определяли спектрофотометрическим методом по реакции с тиобарбитуровой кислотой [3]. В основе метода лежит реакция между малоновым диальдегидом (МДА) и тиобарбитуровой кислотой, которая при высокой температуре и кислом значении pH протекает с образованием окрашенного триметинового комплекса, содержащего одну молекулу МДА и две молекулы тиобарбитуровой кислоты. Максимум поглощения комплекса приходится на 532 нм [8]. Содержание протеина и липидов в листьях и стеблях измеряли методом ближней инфракрасной спектроскопии на БИК-анализаторе SpectraStar 2600XT, откалиброванном по стандартам отражения NIST в соответствии с методикой [15].

Результаты и их обсуждение

Малоновый диальдегид и эфирное масло. Отмечено, что на содержание малонового диальдегида (МДА) в базилике оказывает существенное влияние применение обработок биопрепаратами, каждая из которых оказывает в той или иной мере стрессовое воздействие и изменяет его концентрацию в биомассе (таблица 1). При обработке ГФК и гуминовой кислотой в концентрации 98% уровень содержания МДА снизился в 1,5–2 раза по сравнению с контролем. Наибольшее влияние

оказывает препарат ГФК, что можно объяснить его более сложным химическим составом, по сравнению с биоудобрением Numaх, и комплексным действием его компонентов. Применение биоудобрения на основе водорослей практически не повлияло на изменение концентрации МДА, что, вероятно, связано с низкой концентрацией препарата, рекомендованной производителем для некорневой обработки растений. Контроль содержания малонового диальдегида в листьях растений является важным показателем ответной реакции на стресс, степени сопротивления этому воздействию. Так окислительный стресс возникает, когда растение подвергается воздействию внешних факторов окружающей среды. Когда возникает окислительный стресс, перекисное окисление ненасыщенных жирных кислот приводит к повышению концентрации липидов, и из-за воздействия свободных радикалов на липиды образуются различные химические соединения, включая малоновый диальдегид. Кроме того, прочность клеточных мембран напрямую связана с выработкой МДА как продукта разложения ненасыщенных жирных кислот мембран. Чем меньше выделяется МДА, тем более прочной может быть клеточная мембрана.

Таблица 1

Действие биорегуляторов на содержание малонового диальдегида и эфирного масла в листьях базилика

Вариант	Содержание эфирного масла, %	Содержание МДА, нмоль/мг сырой массы
1	0,79	0,37
2	1,70	0,22
3	1,02	0,32
4	1,81	0,24
НСР ₀₅	0,32	0,06

Результаты данного исследования также показывают, что применение биопрепаратов может влиять на повышение концентрации эфирного масла базилика, что соответствует прибавке по сбору эфирного масла с 1 га на 5–7 кг. При цене на масло базилика на мировом рынке около 400 EUR/кг прибавка может составить до 3000 EUR с 1 га с учетом качества получаемого эфирного масла. Увеличение сбора высококачественных эфирных масел с единицы площади, особенно для органического сельского хозяйства при малом количестве свободных незагрязненных токсикантами территорий, является в настоящее время важной задачей. На базилике ранее были проведены исследования по влиянию различных обработок органическими, минеральными и биоудобрениями на повышение выхода эфирного масла. Так в работе [14] в производственных условиях показана возможность увеличения выхода эфирного масла базилика при комбинированном использовании органических азотных удобрений, когда различные высокие уровни азота увеличивали выход эфирного масла базилика.

Морфометрические показатели. Результаты опытов показали, что вещества гуминовой природы оказали положительное влияние на увеличение диаметра и массы корневой системы базилика, биомассу сухого вещества растения по сравнению с контролем. Положительная тенденция изменения этих показателей отмечается и при обработке в варианте 3 (табл. 2).

Действие биорегуляторов на морфометрические показатели растений базилика

Вариант	Масса 1 растения (сухая), г	Масса корня (возд-сух), г	Диаметр корня, мм
1	11,05	5,39	4,07
2	12,39	6,22	4,48
3	11,87	5,88	3,79
4	12,14	6,91	4,64
НСР ₀₅	0,90	0,56	0,35

Увеличение массы и диаметра корня, массы сухого вещества связано с улучшенным поглощением элементов питания при обработке гуминовыми препаратами и выработкой фитогормонов, таких как ауксин, стимулированием роста почвенной микрофлоры. Аналогичные тенденции были отмечены для пшеницы и кукурузы при обработке гуминовой кислотой, способствующей повышению динамики роста и развития растений, особенно боковых корней, интенсивности фотосинтеза, усвоения питательных веществ, площади листьев, биомассы растений и проницаемости тканей растений [9, 10, 14].

Метод БИК-анализа был применен для оценки содержания протеинов и липидов в листьях и стеблях базилика иранского. Так, по данным анализа, содержание протеинов в листьях и стеблях в контроле (выраженное в% от абсолютно сухого вещества) составило $1,20 \pm 0,09$ и $0,55 \pm 0,06$ соответственно. Обработка ГФК способствовала увеличению концентраций исследованных компонентов относительно контроля. По полученным данным содержание протеинов в листьях и стеблях в варианте 2 при обработке гуминово-фульватным комплексом (выраженное в% от абсолютно сухого вещества) составило $1,56 \pm 0,17$ и $0,99 \pm 0,10$ соответственно. Таким образом, обработки ГФК показали эффективность по показателям концентрации протеинов и липидов в листьях и стеблях, причем в листьях содержание и протеинов и липидов было в 1,5–2 раза выше, чем в стеблях.

Выводы

Результаты проведенного исследования показывают, что использование препаратов на основе гуминово-фульватного комплекса и гуминовой кислоты, биоудобрений на основе водорослей оказало положительное влияние на рост и развитие базилика, увеличение выхода биомассы и эфирного масла. По уменьшению степени влияния на показатели воздушно-сухая масса корня и его диаметр, сухая масса 1 растения, содержание эфирного масла изученные препараты можно расположить в следующей последовательности: ГФК – ГК (Humax) – биоудобрение на основе водорослей (Берес).

Проведена оценка уровня содержания малонового диальдегида в надземной биомассе базилика. Уровень содержания МДА является важным показателем для оценки эффективности биопрепаратов как критерий ответной реакции на окислительный стресс и/или степень сопротивления этому воздействию и прочности клеточных мембран. Концентрация МДА при обработке ГФК и ГК снижается в 1,5–2 раза по сравнению с контролем. Применение биоудобрения на основе водорослей практически

не повлияло на изменение концентрации МДА. Отмечено повышенное в 1,5–2 раза содержание протеинов и липидов в листьях и стеблях базилика, обработанных ГФК, по сравнению с контролем.

Библиографический список

1. Акимова Г.П., Верхотуров В.В., Соколова М.Г., Белопухов С.Л. Модуляция про / антиоксидантной активности пероксидазы в корнях проростков гороха, инокулированных *Rhizobium* и *Azotobacter* // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. 2019. № 1. С. 138–145.
2. Елисеева О.В., Елисеев А.Ф., Белопухов С.Л. Применение ближней инфракрасной спектроскопии для анализа химического состава базилика // Бутлеровские сообщения. 2019. Т. 60. № 12. С. 152–156.
3. Кузнецов М.Н., Прудников П.С. Особенности перекисного окисления липидов мембран в листьях яблони в условиях техногенного загрязнения // Сельскохозяйственная биотехнология. 2009. № 5. С. 69–72.
4. Клочкова Т.А., Дахно О.А., Дахно Т.Г. Влияние экстрактов водорослей на раннее развитие земляники садовой в условиях Камчатки // Вестник КамчатГТУ. 2019. № 48. Июнь. С. 78–89
5. Клочкова Т.А., Климова А.В., Клочкова Н.Г. Перспективы использования камчатских ламинариевых водорослей в региональном растениеводстве // Вестник КамчатГТУ. 2019. № 48. Июнь. С. 90–103.
6. Малхасян А.Б. Формирование урожая базилика при применении гуминовых препаратов Гумимакс и Гумат +7 // Известия Великолукской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2. С. 20–22.
7. Нефедьева Е.Э., Отрошенко К.В., Байбакова Е.В., Барамыкова Т.П., Фридланд С.В. Действие биопрепаратов Этафос-Ф и Гуанибифос-Ф на прорастание семян и рост проростков базилика // Вестник Технологического университета. 2017. Т. 20. № 5. С. 143–146.
8. Рогожин В.В., Курилюк Т.Т., Кершенгольц Б.М. Патент РФ № 2112241. Способ определения концентрации малонового диальдегида с помощью тиобарбитуровой кислоты.
9. Belopukhov S., Dmitrevskaya I., Grishina E., Zaitsev S., Uschapovsky I. Effects of humic substances obtained from shives on flax yield characteristics // Journal of Natural Fibers. 2017. Т. 14. № 1. С. 126–133.
10. Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., Alvino A., Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat // Agron. Sustain. 2005. № 25. 183–191.
11. Hamidreza Bayat, Belopukhov S. The effect of humic acid, plant growth promoting rhizobacteria and seaweed on growth parameters, essential oil and chlorophyll content in sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) // Global Scientific Journals. 2019. V.7. № 7. P. 19–32.
12. Kandeel A.M., Naglaa S.A.T., and Sadek A.A. Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum* L. plant // Annual Agricultural Science Cairo 1: 2002. P. 351–371.
13. Shimon M., Tirosh T. and Glick B.R. Plant growth-promoting bacteria confer resistance in tomato plant to salt stress // Plant Physiol. Biochem. 2004. V.42. P. 565–572.
14. Sifola M.I., Barbieri G. Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field // Scientia Horticulturae. 2006. V. 108. P. 408–413.
15. Yuriy I. Enakiev, Ekaterina A. Grishina, Sergey L. Belopukhov, Inna I. Dmitrevskaya Application of NIR spectroscopy for cellulose determination in flax // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2018. V.24. № 5. 897–901.

EFFECT OF BIOFERTILIZERS ON THE GROWTH AND DEVELOPMENT OF BASIL (*OCIMUM BASILICUM* L.), THE CONTENT OF MALONDIALDEHYDE AND ESSENTIAL OIL

HAMIDREZA BAYAT, S.L. BELOPUKHOV

(Russian Timiryazev State Agrarian University)

The authors have studied the influence of biofertilizers in the form of a humic-fulvate complex, humic acid and algae-based biofertilizers made of the Laminaria, Sargassum, Ascophyllum nodosum algae on the growth, development of the Iranian basil (Ocimum basilicum content), as well as the content of essential oil and malondialdehyde. The experiment was conducted on in 2017–2018 in the laboratory of the Agriculture Faculty of Tehran University. Non-root treatments based on a working solution of 300 l/ha included control (water), humic-fulvate complex 900 g/ha, humic acid 300 g/ha, and algae-based biofertilizers 20 g/ha. It has been shown that, as compared with the control variant, the use of preparations based on the humic-fulvate complex, humic acid, and algae-based biofertilizers has a positive effect on the growth and development of basil, an increase in the biomass output by 12–17% and the yield of essential oil from 1 ha to 5–7 kg. The most effective biological products in terms of their effect on morphometric parameters and the content of essential oil in basil leaves are, first, a humic-fulvate complex, then humic acid, and to a lesser extent, an algae-based biological fertilizer. The authors have determined the content of malondialdehyde in the above-ground biomass of basil, which is a criterion for assessing the effectiveness of biological products by their response to oxidative stress and / or the degree of resistance to this effect. It is noted that the concentration of malondialdehyde during treatment with the humic-fulvate complex and humic acid decreases in 1.5–2 times as compared to the control variant, which indicates a lower degree of destruction of the lipid complex and higher strength of cell membranes.

Key words: basil, humic-fulvate complex, biofertilizer, humic acid, algae extract, essential oil, malondialdehyde.

References

1. Akimova G.P., Verkhoturov V.V., Sokolova M.G., Belopukhov S.L. Modulyatsiya pro / antioksidantnoy aktivnosti peroksidazy v kornyakh prorostov gorokha, inokulirovannykh Rhizobium i Azotobacter [Modulation of the pro / antioxidant activity of peroxidase in the roots of pea seedlings inoculated with Rhizobium and Azotobacter] // Izvestiya Timiryazevskoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2019; 1: 138–145. (In Rus.)
2. Yeliseyeva O.V., Yeliseyev A.F., Belopukhov S.L. Primeneniye blizhney infrakrasnoy spektroskopii dlya analiza khimicheskogo sostava bazilika [Use of near-infrared spectroscopy to analyze the chemical composition of basil] // Butlerovskiye soobshcheniya. 2019; 60; 12: 152–156. (In Rus.)
3. Kuznetsov M.N., Prudnikov P.S. Osobennosti perekisnogo okisleniya lipidov membran v list'yakh yabloni v usloviyakh tekhnogennoy zagryazneniya [Features of lipid peroxidation of membranes in the leaves of an apple tree under conditions of technogenic pollution] // Sel'skokhozyaystvennaya biotekhnologiya. 2009; 5: 69–72.
4. Klochkova T.A., Dakhno O.A., Dakhno T.G. Vliyaniye ekstraktov vodorosley na ranneye razvitiye zemlyaniki sadovoy v usloviyakh Kamchatki [Effect of algae extracts on the early development of garden strawberries in Kamchatka] // Vestnik KamchatGTU. 2019; 48; June: 78–89. (In Rus.)
5. Klochkova T.A., Klimova A.V., Klochkova N.G. Perspektivy ispol'zovaniya kamchatskikh laminariyevykh vodorosley v regional'nom rasteniyevodstve [Prospects

for the use of Kamchatka kelp algae in regional crop production] // Vestnik KamchatGTU. 2019; 48; June: 90–103. (In Rus.)

6. *Malkhasyan A.B.* Formirovaniye urozhaya bazilika pri primeneniі guminovykh preparatov Gumimaks i Gumat +7 [Harvesting basil using humic preparations Gumimaks and Gumat +7] // Izvestiya Velikolukskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii. 2015; 2: 20–22. (In Rus.)

7. *Nefed'yeva Ye.E., Otroshenko K.V., Baybakova Ye.V., Baramykova T.P., Fridland S.V.* Deystviye biopreparatov Etafos-F i Guanibifos-F na prorastaniye semyan i rost prorostkov bazilika [Effect of biological products Etafos-F and Guanibifos-F on seed germination and the growth of basil seedlings] // Vestnik Tekhnologicheskogo universiteta. 2017; 20; 5: 143–146. (In Rus.)

8. *Rogozhin V.V., Kurilyuk T.T., Kershengol'ts B.M.* Patent RF No. 2112241. Sposob opredeleniya kontsentratsii malonovogo dial'degida s pomoshch'yu tiobarbiturovoy kisloty [A method for determining the concentration of malondialdehyde using thiobarbituric acid]. (In Rus.)

9. *Belopukhov S., Dmitrevskaya I., Grishina E., Zaitsev S., Uschapovsky I.* Effects of humic substances obtained from shives on flax yield characteristics // Journal of Natural Fibers. 2017; 14; 1: 126–133.

10. *Delfine S., Tognetti R., Desiderio E., Alvino A.* Effect of foliar application of N and humic acids on growth and yield of durum wheat // Agron. Sustain. 2005; 25: 183–191.

11. Hamidreza Bayat, Belopukhov S. The effect of humic acid, plant growth promoting rhizobacteria and seaweed on growth parameters, essential oil and chlorophyll content in sweet basil (*Ocimum basilicum L.*) // Global Scientific Journals. 2019; 7; 7: 19–32.

12. *Kandeel A.M., Naglaa S.A.T., and Sadek A.A.* Effect of biofertilizers on the growth, volatile oil yield and chemical composition of *Ocimum basilicum L.* plant // Annual Agricultural Science Cairo 1: 2002: 351–371.

13. *Shimon M., Tirosh T. and Glick B.R.* Plant growth- promoting bacteria confer resistance in tomato plant to salt stress // Plant Physiol. Biochem. 2004; 42: 565–572.

14. *Sifola M.I., Barbieri G.* Growth, yield and essential oil content of three cultivars of basil grown under different levels of nitrogen in the field // Scientia Horticulturae. 2006; 108: 408–413.

15. Yuriy I. Enakiev, Ekaterina A. Grishina, Sergey L. Belopukhov, Inna I. Dmitrevskaya Application of NIR spectroscopy for cellulose determination in flax // Bulgarian Journal of Agricultural Science. 2018; 24; 5: 897–901.

Хамидреза Баят – аспирант кафедры химии, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127550, Россия, Москва, Тимирязевская ул., дом 49. E-mail: SBelopuhov@rgau-msha.ru, тел.: (499) 976-32-16.

Белопухов Сергей Леонидович – и.о. заведующего кафедрой химии, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», 127550, Россия, Москва, Тимирязевская ул., дом 49. E-mail: himiya@rgau-msha.ru, тел.: (499) 976-32-16.

Hamidreza Bayat – a postgraduate student of the Department of Chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University, 49, Timiryazevskaya Str., Moscow, 127550, Russia. E-mail: SBelopuhov@rgau-msha.ru, Phone: (499) 976-32-16.

Sergey L. Belopukhov – Head of the Department of Chemistry, DSc (Ag), Professor, Russian Timiryazev State Agrarian University, 127550, Russia, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49. E-mail: himiya@rgau-msha.ru, Phone: (499) 976-32-16.