**УДК 635-2:632.1**
**DOI: 10.21209/2308-8761-2017-12-4-80-87**

***Николай Петрович Степанов,***
*доктор физико-математических наук, профессор,*
*Забайкальский государственный университет*
*(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),*
*e-mail: NP-Stepanov@mail.ru*

***Галина Михайловна Титова,***
*научный сотрудник,*
*Забайкальский институт предпринимательства –*
*филиал Сибирского университета потребительской кооперации*
*(672000, Россия, г.Чита, ул. Ленинградская, 16)*

***Анастасия Сергеевна Лозовская,***
*старший преподаватель,*
*Забайкальский институт предпринимательства –*
*филиал Сибирского университета потребительской кооперации*
*(672000, Россия, г.Чита, ул. Ленинградская, 16),*
*e-mail: nastya15.86@mail.ru*

***Лилия Эдуардовна Степанова,***
*доцент,*
*Забайкальский государственный университет*
*(672039, Россия, г. Чита, ул. Александро-Заводская, 30),*
*e-mail: SLilya61@mail.ru*

## Спектрофотометрическое исследование экстрактов растений *Allium lineare L* и *Allium nutans L* в инфракрасной и видимой областях спектра

Исследованы спектры пропускания экстрактов растений *Allium lin-eare L* и *Allium nutans L* в диапазонах $2.27 \div 25$ мкм и $500 \div 1100$ нм. Обнаружено резонансное увеличение поглощения электромагнитного излучения экстрактами в диапазоне от 650 до 700 нм, которое обусловлено присутствием сульфидов, спектр оптического поглощения которых имеет максимумы при 662 и 669 нм.

***Ключевые слова:*** *Allium lin-eare L*, *Allium nutans L*, спектрофотометрирование, оптическое поглощение, сульфиды

***Введение.*** В настоящее время является актуальной задача использования потенциала биологически активных веществ, содержащихся в широко распространённых растениях. Одним из таких растений вполне может стать произрастающий в дикой природе лук душистый. Другие его названия: горный чеснок, лук дикий, дикий чеснок, Сибирский лук, джусай. Это растение, как и все виды лука, относится к семейству лилейных *Liliaceae (L)*. В работе [1] он представлен как лук линейный *Allium lineare L*. В отличие от лука линейного, культурный чеснок потерял способность размножаться семенами и известен как чеснок посевной или *Allium sativum L*. В данной работе приводятся также результаты исследования лука поникающего – *Allium nutans L*.

Из литературы, например [2], известно, что луковицы чеснока посевного содержат до 0.3 % аллиина, в котором содержится от 65 до 75 процентов серосодержащих соединений. Аллиин, который присутствует во внутриклеточной жидкости, является сравнительно

 © Степанов Н. П., Титова Г. М., Лозовская А. С., Степанова Л. Э., 2017

инертным сульфоксидом и преобразуется в высокореакционный триосульфат аллицин с помощью C–S лиазного фермента аллииназы, обычно находящейся отдельно от аллицина в вакуолях и сталкивающейся со своим субстратом только при измельчении растения или при появлении патогенных микроорганизмов. Аллицин — смесь летучих ароматических соединений, состоящих из полисульфидов, которая является сильнейшим антиоксидантом, избавляющим клетки от свободных радикалов.

При высоких температурах аллицин разлагается с образованием большого количества соединений серы, концентрация аллицина постепенно уменьшается, и его не обнаруживают после 36 часов хранения при комнатной температуре. При температуре 4 градуса Цельсия аллицин стабилен 2 месяца. Кроме этих веществ в состав чеснока посевного входят: пировиноградная кислота, аммиак, до 0.4 % эфирного масла, представленного смесью аллилпропилсульфида, диаллилдисульфида, диаллилтрисульфида и других полисульфидов. Кроме того, в луковицах найдено жирное масло, фитостерины, фитонциды, аскорбиновая кислота, пентозаны, инулин, следы сахара, следы иода, а также азотистые соединения.

Вкус и запах чеснока обусловлены наличием аллиина, аллицина и ряда других органических соединений сульфидной группы (фитонцидов). Помимо противомикробного действия аллицин обладает способностью разрушать раковые клетки. В связи с этим актуальным является создание технологии получения экстрактов, гарантирующей сохранность основных высокомолекулярных соединений, определяющих питательные и целебные качества чеснока посевного. Необходимо отметить, что посевной чеснок может культивироваться на специально подготовленных площадках с использованием широко распространённой сельскохозяйственной техники, что позволяет уйти от необходимости его заготовки в дикой природе, и в короткие сроки нарастить объёмы производства до необходимого уровня.

***Данные о методологии и методике исследования.*** Основными биохимическими компонентами семейства лилейных являются органические сульфиды — S-алкипроизводные цистеина, обусловливающие фармакологическую ценность растения. В многочисленных органических серосодержащих соединениях сера определяется в виде серы элементарной, сероводорода и сульфидов, тиоцинатов, сульфитов, сульфатов и др. Основными способами анализа серосодержащих биологически активных веществ являются следующие методы: высокоэффективная жидкостная хроматография, газовая хроматография, тонкослойная хроматография, капиллярный электрофорез, спектрофотометрия. Из перечисленных методов спектрофотометрический является наиболее предпочтительным, поскольку позволяет при помощи достаточно широко распространенного и простого в обслуживании оборудования обнаружить присутствие серосодержащих соединений и произвести количественную оценку их содержания в экстракте.

В частности, авторы работы [3] при определении серы в растениях проводили минерализацию сырья в присутствии 4 % раствора едкого натра, с последующим исследованием спектров пропускания. В работе [4] при минерализации использовали вместо щелочного раствора едкого натра натрия цинкат. Образующиеся в результате минерализации сульфиды определяли спектрофотометрическим способом по реакции образования окрашенных продуктов с n-амино-N, N-диэтиланин сульфатом в присутствии раствора железоаммониевых квасцов. Спектр оптического поглощения этих соединений имеет максимумы при 662 и 669 нм. Для количественного определения наличия сульфид-ионов использовали максимум при 669 нм. Чувствительность составляла 5 мкг сульфид-иона в 100 мл спектрофотометрируемого раствора. Авторами работы [4] также отмечено, что закон Ламберта–Бера выполняется в интервале концентраций от 10 до 100 мкг сульфидиона в 1 мл.

В работе [5] описан метод спектрофотометрического количественного определения аллицина и аллиина, а также активности фермента аллиназы с помощью 4-меркаптопиридина в водных извлечениях из долек чеснока. Метод основан на реакции взаимодействия 4 –

меркаптопи-ридина (максимум поглощения которого находится в области 324 нм) с активной дисульфидной связью тиосульфатов (– S — (O) — S – ) чеснока и образовании в результате реакции смешанного дисульфида ( 4-аллилмеркаптотиопиридина), который не поглощает в этой области.

***Результаты экспериментального исследования***. В данной работе были исследованы спектры пропускания экстрактов *Allium lineare L* и *Allium nutans L* в растительное (подсолнечное) масло в инфракрасном диапазоне спектра. Спектральные зависимости коэффициента поглощения — T, полученные на Фурье спектрометре *Shimadsu FTIR-8400S*, при температуре 200 $°C$, в диапазоне от 4400 до 400 см$^{-1}$ ($2.27 \div 25$ мкм соответственно), приведены на рис. 1–4.

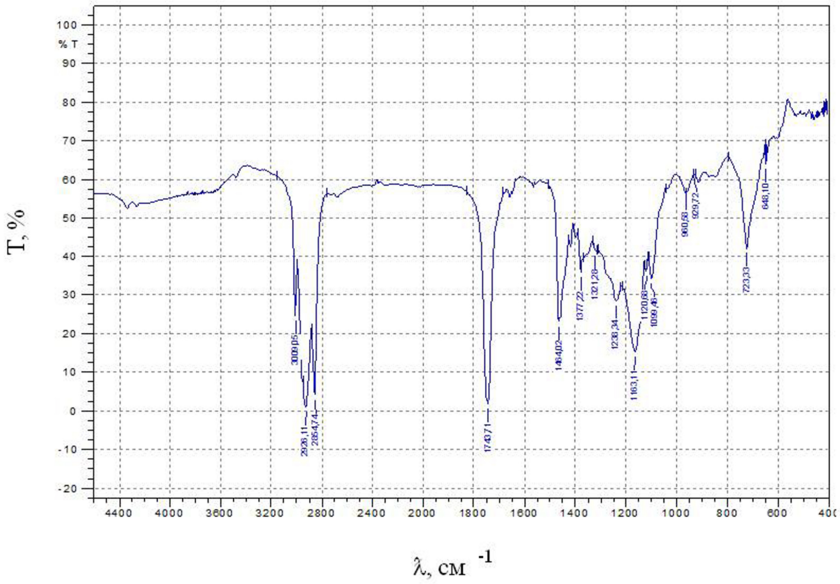


***Рис. 1.*** Спектр поглощения растительного масла

***Fig. 1.*** The absorption spectrum of vegetable oil

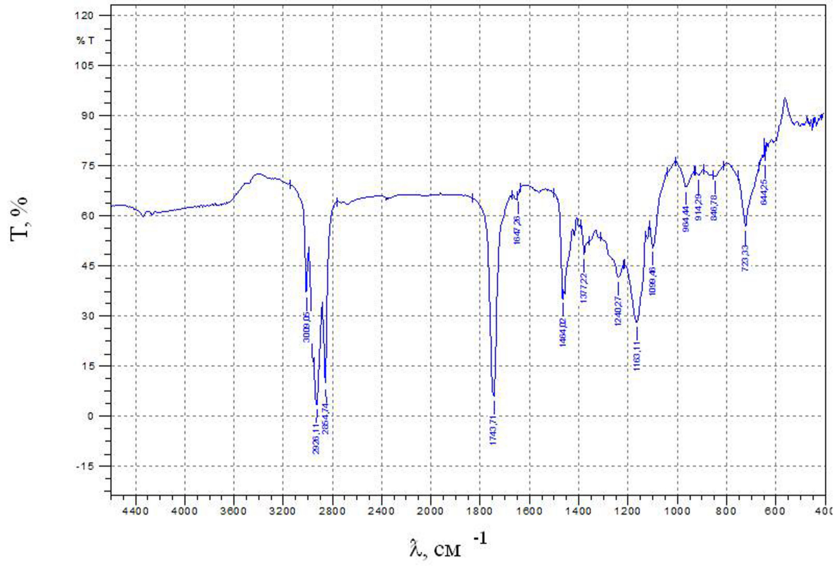


***Рис. 2.*** Спектр поглощения экстракта *Allium lineare L* в растительное масло. Время экстрагирования 15 суток

***Fig. 2.*** The absorption spectrum of the extract of *Allium lineare L* in vegetable oil. Extraction time is 15 days

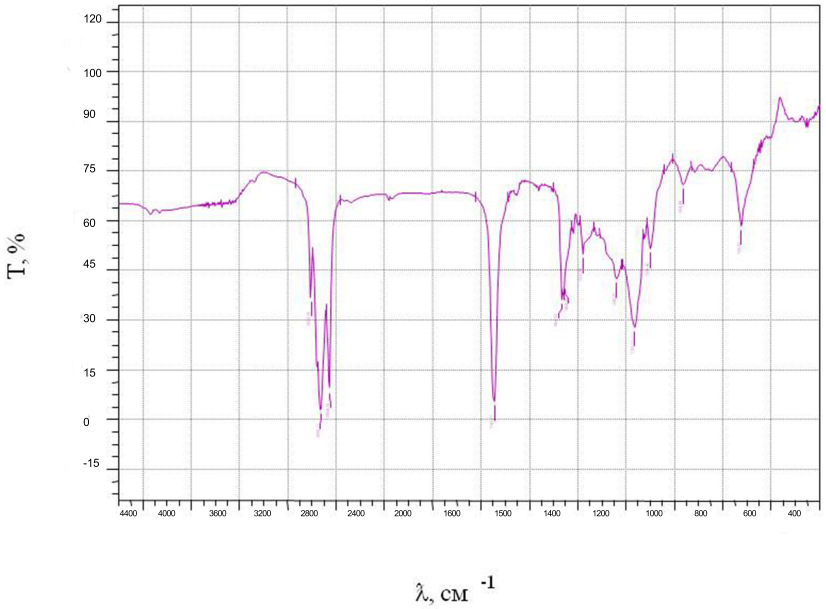


***Рис. 3.*** Спектр поглощения экстракта *Allium lineare L* в растительное масло. Время экстрагирования 150 суток

***Fig. 3.*** The absorption spectrum of the extract of *Allium lineare L* in vegetable oil. Extraction time is 150 days

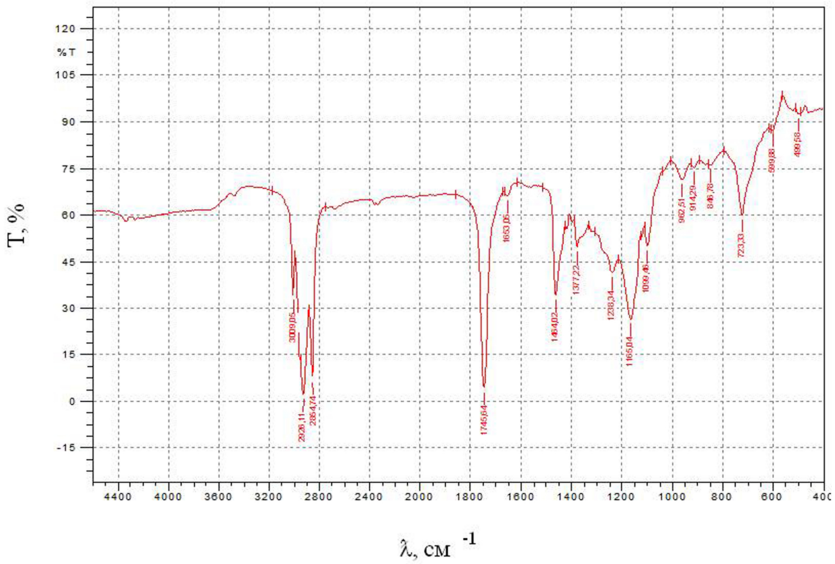


***Рис. 4.*** Спектр поглощения экстракта *Allium nutans L* в растительное масло. Время экстрагирования 150 суток

***Fig. 4.*** The absorption spectrum of the extract of *Allium nutans L* in vegetable oil. Extraction time is 150 days

Как видно из рис. 1–4, в экстрактах не наблюдается дополнительных пиков поглощения электромагнитного излучения, которые свидетельствовали бы о присутствии веществ, входящих в состав *Allium lineare L* и *Allium nutans L*, хотя визуально экстракты отличаются от исходного растительного масла. В связи с этим были получены спектральные зависимости коэффициента поглощения – А экстрактов *Allium lineare L* и *Allium nutans L* в видимой области, которые приведены на рис. 5.

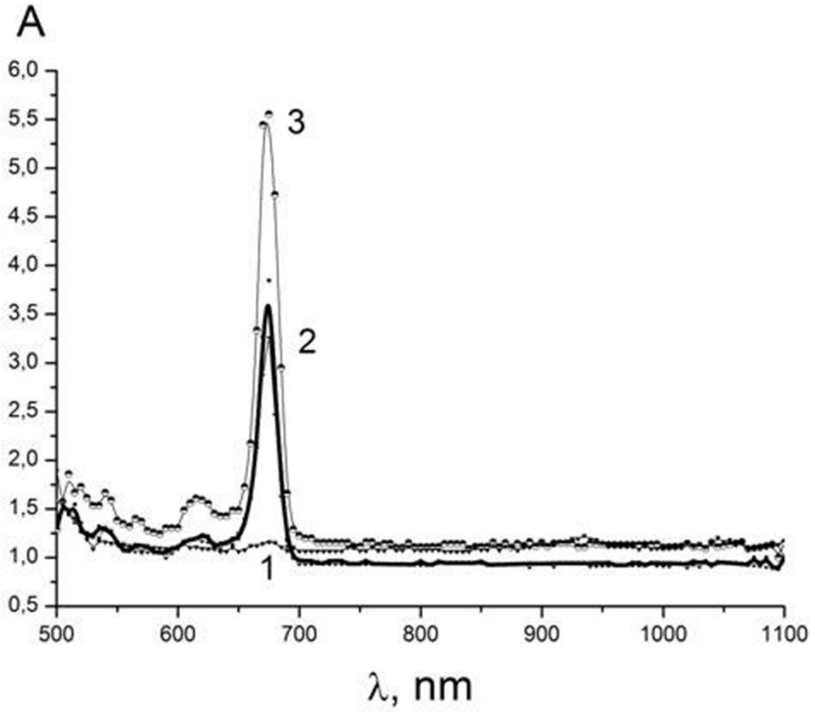


***Рис. 5.*** Спектры поглощения: растительного масла — 1; экстракта *Allium lineare L* в растительное масло. Время экстрагирования 15 и 150 суток — 2; экстракта *Allium nutans L* в растительное масло. Время экстрагирования 150 суток — 3

***Fig. 5.*** Absorption spectra of: vegetable oil – 1; Extract *Allium lineare L* into vegetable oil. Extraction time 15 and 150 days – 2; Extract of *Allium nutans L* into vegetable oil. Extraction time is 150 days – 3

Коэффициент поглощения регистрировался при помощи спектрофотометра СФ-46 в спектральном диапазоне от 500 до 1100 нм по стандартной методике с использованием кварцевых кювет с толщиной исследуемого слоя вещества 10 мм.

Как видно из рис. 5, наблюдается резонансное увеличение поглощения электромагнитного излучения экстрактами в диапазоне от 650 до 700 нм, которое, исходя из данных, представленных в работе [4], обусловлено присутствием сульфидов, спектр оптического поглощения которых имеет максимумы при 662 и 669 нм. Обращает на себя внимание практически полное совпадение спектров поглощения экстрактов *Allium lineare*, полученных за время 15 и 150 суток, а также в 1.5 раза большая интенсивность поглощения на длине волны 674 нм экстракта *Allium nutans L*, указывающая на гораздо большее количество сульфидов в экстракте.

С целью проверки применимости методики определения сульфид-ионов в экстрактах чеснока, полученных на основе растительного масла при помощи измерения оптического поглощения на длинах волн 650 до 700 нм, был приготовлен экстракт чеснока посевного *Allium sativum L* в растительное масло. Спектр пропускания этого экстракта представлен на рис. 6.

Как видно из рис. 6, в диапазоне длин волн от 650 до 700 нм наблюдается уменьшение пропускания и расщепление минимума с пиками на длинах волн 671 и 678 нм. Необходимо отметить, что интервал между наблюдаемыми пиками поглощения, как и в работе [4], составляет 7 нм. То обстоятельство, что в свежеприготовленных экстрактах просматривается расщепление пика поглощения, а в спектрах экстрактов, представленных на рис. 5, расщепления нет, может быть связано с более длительным временем протекания процесса экстрагирования, и, как следствие, образованием большего количества сульфидов с близкими резонансными частотами.

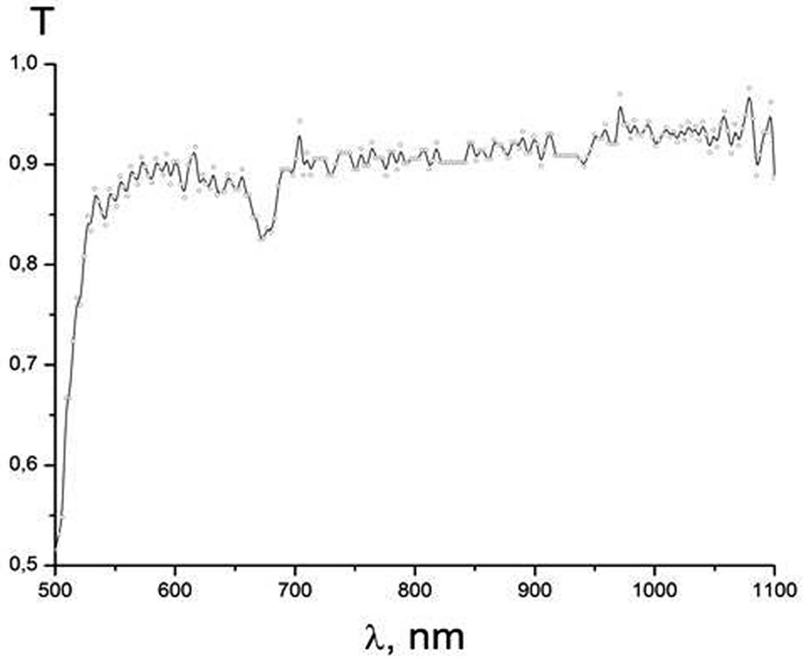


***Рис. 6.*** Спектр пропускания экстракта *Allium sativum L* в растительное масло. Время экстрагирования 30 часов, при температуре 200 °*C*

***Fig. 6.*** The transmission spectrum of the extract of *Allium sativum L* into vegetable oil. Extraction time is 30 hours, at a temperature of 200 °*C*

***Заключение.*** В заключении отметим, что обнаружение интенсивного поглощения электромагнитного излучения исследованными экстрактами в диапазоне длин волн от 650 до 700 нм даёт возможность использовать спектрофотометрические измерения для разработки технологии экстрагирования биологически активных веществ, входящих в состав растений *Allium lineare L* и *Allium nutans L.*

## *Список литературы*

1. Черепнин В. Л. Пищевые растения Сибири. Новосибирск: Наука, 1987. 182 с.

2. Телятьев В. В. Целебные клады Восточной Сибири. Иркутск: Восточно-Сибирское книжное изд-во, 1976. 449 с.

3. Ермаков А. И. Определение алкалоидов и гликозидов: методы биохимических исследований. Ленинград: Агропромиздат, 1987. С. 298—351.

4. Косян А. М. Спектрофотометрический метод определения органических сульфидов чеснока // Хим.-фармац. 1985. № 2. С. 1463–1465.

5. A spectrophotomeric assay for allicin, alliin and alliinase (alliin ly-ase) with a chromogenic thiol: reaction of 4-mercaptopiridine with thiosul-finates / T. Miron [et al.] // Anal Biochem. 2002. Vol. 307, No. 1. P. 76–83.

***Статья поступила в редакцию 05.07.2017; принята к публикации 29.07.2017***

**Библиографическое описание статьи**

*Степанов Н. П., Титова Г. М., Лозовская А. С., Степанова Л. Э.* Спектрофотометрическое исследование экстрактов растений *Allium lineare L* и *Allium nutans L* в инфракрасной и видимой областях спектра // Учёные записки Забайкальского государственного университета. Сер. Физика, математика, техника, технология. 2017. Т. 12, № 4. С. 80–87. DOI: 10.21209/2308-8761-2017-12-4-80-87.

***Nikolay P. Stepanov,***
*Doctor of Physics and Mathematics, Professor,*
*Transbaikal State University*
*(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia),*
*e-mail: NP-Stepanov@mail.ru*

***Galina M. Titova,***
*Researcher,*
*Transbaikal Institute of Entrepreneurship,*
*a Branch of the Siberian University of Consumer Cooperation*
*(16 Leningradskaya st., Chita, 672000, Russia)*

***Anastasia S. Lozovskaya,***
*Senior Teacher,*
*Transbaikal Institute of Entrepreneurship,*
*a Branch of the Siberian University of Consumer Cooperation*
*(16 Leningradskaya st., Chita, 672000, Russia),*
*e-mail: nastya15.86@mail.ru*

***Liliya E. Stepanova,***
*Associate Proffesor,*
*Transbaikal State University*
*(30 Aleksandro-Zavodskaya st., Chita, 672039, Russia),*
*e-mail: SLilya61@mail.ru*

## Spectrophotometric Examination of Extracts of Plants *Allium lineare L* and *Allium nutans L* in the Infrared and Visible Areas of the Spectrum

The transmission spectra of *Allium lineare L* and *Allium nutans L* extracts in the ranges of $2.27 \div 25$ $\mu$m and $500 \div 1100$ nm were studied. A resonant increase in the absorption of electromagnetic radiation by extracts in the range from 650 to 700 nm was observed, which is due to the presence of sulfides whish optical absorption spectrum has peaks at 662 and 669 nm.

***Keywords:*** *Allium lineare L*, *Allium nutans L*, spectrophotometry, optical absorption, sulphides

### *References*

1. Cherepnin V. L. Pishchevye rasteniya Sibiri. Novosibirsk: Nauka, 1987. 182 s.
2. Telyat'ev V. V. Tselebnye klady Vostochnoi Sibiri. Irkutsk: Vostochno-Sibirskoe knizhnoe izd-vo, 1976. 449 s.
3. Ermakov A. I. Opredelenie alkaloidov i glikozidov: metody biokhimicheskikh issledovanii. Leningrad: Agropromizdat, 1987. S. 298—351.
4. Kosyan A. M. Spektrofotometricheskii metod opredeleniya organicheskikh sul'fidov chesnoka // Khim.-farmats. 1985. № 2. S. 1463–1465.
5. A spectrophotomeric assay for allicin, alliin and alliinase (alliin lyase) with a chromogenic thiol: reaction of 4-mercaptopiridine with thiosul-finates / T.Miron [et al.] // Anal Biochem. 2002. Vol. 307, No. 1. P. 76–83.

***Received: July 05, 2017; accepted for publication July 29, 2017***

**Reference to article**

*Stepanov N. P., Titova G. M., Lozovskaya A. S., Stepanova L. E.* Spectrophotometric Examination of Extracts Plants *Allium lineare L* and *Allium nutans L* in the Infrared and Visible Areas of the Spectrum // Scholarly Notes Of Transbaikal State University. Series Physics, Mathematics, Engineering, Technology. 2017. Vol. 12, No. 4. P. 80–87. DOI: 10.21209/2308-8761-2017-12-4-80-87.