

doi: 10.25005/2074-0581-2022-24-1-66-84

## АНАЛИЗ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОЙ И ФУНГИЦИДНОЙ АКТИВНОСТИ *ALLIUM OSHANINII* И *ALLIUM SUWOROWII* В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВЫСОТЫ ИХ ПРОИЗРАСТАНИЯ

Ф.Д. МИРЗОЕВА

Кафедра микробиологии, иммунологии и вирусологии, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино, Душанбе, Республика Таджикистан

**Цель:** изучить биологические свойства растений рода *Allium* и их корреляционную взаимосвязь с противомикробной и фунгицидной активностью в зависимости от высоты произрастания.

**Материал и методы:** объектом исследования являлись семена, листья и луковицы широко распространённых дикорастущих и эндемичных видов рода *Allium*, произрастающих в различных регионах Республики Таджикистан. Антимикробную активность полученных экстрактов исследовали относительно стандартных музейных микроорганизмов (тест штаммы): *Staphylococcus aureus* (ATCC 4929), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 4930), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 4927), *Escherichia coli* (ATCC 4928). Противогрибковая активность изучалась по отношению к грибам рода *Candida*.

**Результаты:** корреляция между содержанием биоконпонентов с противомикробной и фунгицидной активностью в зависимости от высоты и места сбора исследуемого сырья наблюдалась в различной степени выраженности. Содержание общих полифенолов и антиоксидантная способность экстрактов, полученных из различных частей растений, варьировала в больших диапазонах. В некоторых случаях, прослеживались прямые корреляционные связи различной силы между содержанием полифенолов, антиоксидантными способностями, противомикробными и фунгицидными свойствами.

**Заключение:** в ходе исследования обнаружены незначительные корреляционные взаимосвязи между содержанием биоконпонентов с противомикробными и фунгицидными свойствами исследуемых видов луков, не зависящие от зоны произрастания.

**Ключевые слова:** луковые растения, ингибирование роста, экстракт, референсные штаммы бактерий.

**Для цитирования:** Мирзоева Ф.Д. Анализ антибактериальной и фунгицидной активности *Allium oshaninii* и *Allium suworowii* в зависимости от высоты произрастания. *Вестник Авиценны*. 2022;24(1):66-84. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2022-24-1-66-84>

## ANALYSIS OF ANTIBACTERIAL AND FUNGICIDAL ACTIVITY OF *ALLIUM OSHANINII* AND *ALLIUM SUWOROWII* DEPENDING ON THE ALTITUDE OF PLANT GROWTH

F.D. MIRZOEVA

Department of Microbiology, Immunology and Virology, Avicenna Tajik State Medical University, Dushanbe, Republic of Tajikistan

**Objective:** To study the biological properties of plants of the genus *Allium* and their correlation with antimicrobial and fungicidal activity depending on the altitude of plant growth.

**Methods:** Seeds, leaves and bulbs of widespread wild and endemic species of the genus *Allium* growing in various regions of the Republic of Tajikistan were the objects of the study. The antimicrobial activity of the obtained extracts was studied against standard museum microorganisms (test strains): *Staphylococcus aureus* (ATCC 4929), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 4930), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 4927), *Escherichia coli* (ATCC 4928). Antifungal activity was studied against *Candida* species.

**Results:** Correlation of varying strength was discovered between the content of biocomponents with antimicrobial and fungicidal activity, the altitude of plant growth and place of its collection. The content of total polyphenols and the antioxidant activity of extracts obtained from various parts of the plants varied over a wide range. In some cases, there were direct correlations of varying strength between the content of polyphenols, antioxidative, antimicrobial and fungicidal properties of the plants.

**Conclusion:** This study showed the insignificant correlations between the content of biocomponents and antimicrobial, and fungicidal properties of the studied types of onions, which did not depend on the growing zone.

**Keywords:** Onion, plant, growth inhibition, extract, reference bacterial strains.

**For citation:** Mirzoeva F.D. Analiz antibakterial'noy i fungitsidnoy aktivnosti *Allium oshaninii* i *Allium suworowii* v zavisimosti ot vysoty proizrastaniya [Analysis of antibacterial and fungicidal activity of *Allium oshaninii* and *Allium suworowii* depending on the altitude of plant growth]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2022;24(1):66-84. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2022-24-1-66-84>

### ВВЕДЕНИЕ

В мире существует большое разнообразие видов лука. Один из наиболее старейших и важных сельскохозяйственных культур с древних времён – это лук репчатый (*Allium cepa* L.). Он обладает многими преимуществами для здоровья, такими как противовоспалительное, антиканцерогенное, кардиопротекторное и

### INTRODUCTION

There is a wide variety of onions in the world. From ancient times the onion (*Allium cepa* L.) is one of the oldest and most important agricultural crops. It exhibits many health benefits due to its anti-inflammatory, anti-carcinogenic, cardioprotective and antioxidant activities [1, 2]. Various representatives of the genus *Allium*

антиоксидантное действия [1, 2]. Различные представители рода *Allium* содержат биологически активные вещества разной природы. В состав распространённых, всем известных съедобных видов лука входят различные углеводы и азотистые соединения. Полезные свойства этих природных растений зависят от содержания биологически активных соединений, в основном полифенолов и веществ с антиоксидантным действием [3-6]. Фенольные соединения являются важным биологически активным компонентом различных видов луковых, и спектр их фармакологической активности включает антиоксидантное, антигипоксическое, противовоспалительное, дезинтоксикационное, биостимулирующее, регенераторное, противовоспалительное, адаптогенное действия, а также антибактериальные, фунгицидные и противовирусные свойства. Кроме того, полифенолы влияют на иммунную, эндокринную и другие системы организма [7, 8].

Исследованиями подтверждено, что шелуха лука содержит большое количество кверцетина, кемпферола, лютеолина и других производных кверцетина, которые были изучены как противогрибковые и антибактериальные агенты. Традиционно продукты питания были защищены от микробной порчи с использованием химических соединений, однако в последние годы потребители проявляют интерес к продуктам питания, не содержащим химических веществ [9]. Кверцетин широко изучался как ключевой флавоноид для ингибирования бактерий и, безусловно, содержание флавоноидов может коррелировать с противомикробным действием лука [10, 11]. Следует отметить, что противомикробная активность представителей рода *Allium* напрямую взаимосвязана с эндогенными и экзогенными факторами: технологией и методами экстракции, используемыми растворителями, концентрацией экстрактов, природно-климатическими или экологическими условиями произрастания и др. [12, 13].

Исследованиями доказана высокая эффективность биологически активных веществ растений при лечении и грибковых заболеваний [14]. Давно известно, что фунгицидные свойства обусловлены концентрацией флавоноидов, кумаринов, ксантонов, сапонинов и другими биологическими компонентами в различных частях (органах) растений [15, 16]. При этом, концентрация этих соединений в над- и подземных частях конкретного вида варьирует [17, 18].

По некоторым данным, содержание биологически активных веществ и у луковых растений в различных частях может варьировать. Также показано, что состав почвы также влияет на содержание полифенолов в растениях. В плодородной почве содержание полифенолов в различных частях растений значительно больше по сравнению с другими видами почв [19, 20].

Значительный интерес представляют сведения о возможной корреляционной связи между факторами высотного градиента и биологической активностью растений, включая различные дикорастущие виды рода *Allium*.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Изучить биологические свойства растений рода *Allium* и их корреляционную взаимосвязь с противомикробной и фунгицидной активностью в зависимости от высоты произрастания.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объекты исследования. Объектом исследования являлись семена, листья и луковицы широко распространённых дикорастущих

*lium* contain biologically active substances of different types. The composition of common, well-known edible types of onions includes various carbohydrates and nitrogenous compounds. Useful properties of these natural products depend on the content of biologically active compounds, mainly polyphenols and antioxidant substances [3-6]. Phenolic compounds are an important biologically active component of various types of onions, and the spectrum of their pharmacological activity includes antioxidant, antihypoxic, antitumor, detoxifying, biostimulating, regenerative, anti-inflammatory, adaptogenic effects, as well as antibacterial, fungicidal and antiviral activities. In addition, polyphenols affect the immune, endocrine and other systems of the body [7, 8].

Studies have confirmed that onion peel contains high amounts of quercetin, kaempferol, luteolin and other quercetin derivatives, which have been studied as antifungal and antibacterial agents. Traditionally, food products have been protected from microbial contamination using chemical compounds, however, in recent years, consumers have shown interest in food products that do not contain chemicals [9]. Quercetin has been extensively studied as a key flavonoid for bacterial inhibition and certainly flavonoid content may correlate with onion's antimicrobial activity [10, 11]. It should be noted that the antimicrobial activity of representatives of the genus *Allium* is directly related to endogenous and exogenous factors, such as extraction technology and methods, solvents used, concentration of extracts, climatic or environmental conditions of growth, etc. [12, 13].

Studies have proven the high efficiency of biologically active substances of plants in the treatment of fungal infections [14]. It has long been known that fungicidal properties depend on the concentration of flavonoids, coumarins, xanthones, saponins, and other biological components in various parts of plants [15, 16]. At the same time, the concentration of these compounds in the above- and underground parts of a particular species varies [17, 18].

According to some data, the content of biologically active substances in onion plants in different parts may vary. It has been shown that soil composition also affects the content of polyphenols in plants. In fertile soil, the content of polyphenols in various parts of plants is much higher than in other types of soils [19, 20].

Of considerable interest are data on a possible correlation between the altitude gradient factors and the biological activity of plants, including various wild species of the genus *Allium*.

## PURPOSE OF THE STUDY

To study the biological properties of the plants of the genus *Allium* and their correlation with antimicrobial and fungicidal activity, depending on the altitude of plant growth.

## METHODS

Research objects. Seeds, leaves and bulbs of widespread wild and endemic species of the genus *Allium* growing in different regions of the Republic of Tajikistan were used for the study.

**Reference strains of microorganisms.** The antimicrobial activity of the obtained extracts was studied against standard museum microorganisms (reference strains), such as *Staphylococcus aureus* (ATCC 4929), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 4930), *Klebsiella pneumoniae* (4927) and *Escherichia coli* (ATCC 4928). Anti-

щих и эндемичных видов рода *Allium*, произрастающих в различных регионах Республики Таджикистан.

**Тестовые штаммы микроорганизмов.** Антимикробную активность полученных экстрактов исследовали относительно стандартных музейных микроорганизмов (тест штаммы): *Staphylococcus aureus* (ATCC 4929), *Pseudomonas aeruginosa* (ATCC 4930), *Klebsiella pneumoniae* (ATCC 4927) и *Escherichia coli* (ATCC 4928). Противогрибковая активность изучалась по отношению к грибам рода *Candida*, наиболее распространённым из многочисленных видов грибов.

**Приготовление растительных экстрактов.** Спиртовые экстракты готовили из различных частей (органов) каждого лука [21]. Для получения рабочего экстракта 2 грамма исследуемого образца (семена, листья и луковица) нарезали на мелкие кусочки с помощью ножа. Образцы помещали в сцинтилляционный флакон на 20 мл. Каждый образец был промаркирован перманентным маркером. Используя чистый шприц, добавляли 4 мл 70% этанола во флакон. При помощи беспроводного вращающегося инструмента Dremel материал тщательно измельчали около 2-5 минут. Для получения рабочего спиртового экстракта смесь измельчённых частей растения и спирта набирали в шприц и процеживали через фильтровальную бумагу.

**Приготовление дисков.** Для определения антимикробной и противогрибковой активности полученных экстрактов готовили диски согласно методике, предложенной сотрудниками лаборатории Раскина, Ратгерского университета. С этой целью специальные (Whatman) диски пропитывались экстрактами исследуемых частей растений в объёме 90 мкл каждый и высушивались при комнатной температуре в течение 5-6 часов или до полного высыхания [21].

**Питательные среды.** Для выращивания эталонного (тестового) штамма золотистого стафилококка (*S. aureus*) использовали Muller Hinton агар. Тестовый штамм синегнойной палочки *Ps. aeruginosa* выращивали на среде Кинг А. Культуру тестового штамма *Kl. pneumoniae* выращивали на специальной среде Klebsiella-5-ASK 20, *E. coli* культивировали на питательной среде Эндо.

Изучение антимикробных и противогрибковых свойств экстрактов, полученных из различных частей исследуемых объектов. На чашки с питательной средой засеивалась суспензия из предварительно разведённых штаммов микроорганизмов (инокулюм). Затем диски с экстрактами, полученные из различных частей исследуемого объекта, накладывались на поверхность агара на расстоянии 1,5-2 см. Все чашки инкубировались при температуре 37°C, 18-24 часа. После инкубации вели учёт результатов по зоне задержки роста микроорганизмов вокруг дисков с экстрактами.

**Приготовление инокулята.** Для получения чистой культуры одну изолированную колонию определённого типа повторно высевали на соответствующую косую агаровую среду. Суспензии (инокуляты) готовили из суточных культур исследуемых штаммов с использованием мутности Макфарланда 10 МЕ, доводя конечную концентрацию микроорганизмов до  $2 \times 10^6$  КОЕ/мл.

Противогрибковая активность изучалась, таким же образом, как и антимикробная активность. Приготовленный инокулюм культуры *Candida* засеивали на стерильную питательную среду Сабуро, и результаты учитывали как при работе со штаммами бактерий.

**Определение антиоксидантной активности (АОА) [21].** Были использованы следующие химические реактивы: ABTS (2,2'-азино-бис (3-этилбензотиазолин-6-сульфоновая кислота)); персульфат калия ( $K_2S_2O_8$ ) – предварительно взвешенные трубки, содержащие 50 мг  $K_2S_2O_8$ ; Trolox – для использования в качестве

fungicidal activity has been studied against fungi of the genus *Candida*, the most common of numerous fungal species.

**Preparation of plant extracts.** Alcohol extracts were prepared from different parts of each onion [21]. To obtain a working extract, 2 grams of the test sample (seeds, leaves and bulb) were cut into small pieces with a knife. Samples were placed in a 20 ml scintillation vial. Each sample was marked with a permanent marker. Using a clean syringe, 4 ml of 70% ethanol was added to the vial. Using a Dremel Cordless Rotary Tool, the material was thoroughly ground for about 2-5 minutes. To obtain a working alcohol extract, a mixture of crushed parts of the plant and alcohol was drawn into a syringe and filtered through filter paper.

**Disk preparation.** To determine the antimicrobial and antifungal activity of the obtained extracts, disks were prepared according to the method proposed by the staff of the Ruskin laboratory, Rutgers University. For this purpose, special (Whatman) discs were impregnated with extracts of the studied plant parts in a volume of 90  $\mu$ l each and dried at room temperature for 5–6 hours or until completely dry [21].

**Nutrient media.** Muller Hinton agar was used to grow the reference (test) strain of *Staphylococcus aureus* (*S. aureus*). The test strain of *Ps. aeruginosa* was grown on King A medium. The culture of the *Kl. pneumoniae* test strain was grown on a special medium Klebsiella-5-ASK 20, *E. coli* was cultivated on Endo nutrient medium.

The study of antimicrobial and antifungal properties of extracts obtained from various parts of the studied objects. A suspension of previously diluted strains of microorganisms (inoculum) was inoculated onto plates with a nutrient medium. Then discs with extracts obtained from different parts of the test object were placed on the agar surface at a distance of 1.5-2 cm. All plates were incubated at 37°C for 18-24 hours. After incubation, the results were recorded for the zone of growth inhibition of microorganisms around the discs with extracts.

**Inoculum preparation.** To obtain a pure culture, one isolated colony of a certain type was re-plated on the respective agar slant medium. Suspensions (inoculums) were prepared from daily cultures of the studied strains using a McFarland turbidity of 10 IU, bringing the final concentration of microorganisms to  $2 \times 10^6$  CFU/ml.

Antifungal activity was studied in the same way as antimicrobial activity. The prepared inoculum of the *Candida* culture was seeded on a sterile Sabouraud nutrient medium, and the results were evaluated as when working with bacterial strains.

**Determination of antioxidant activity (AOA) [21].** The following chemicals were used: ABTS (2,2'-azino-bis (3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid)); potassium persulfate ( $K_2S_2O_8$ ) - pre-weighed tubes containing 50 mg  $K_2S_2O_8$ ; Trolox – for use as a standard (pre-weighed tubes containing 15 mg Trolox).

**General polyphenol analysis (polyphenols) [21].** In this study, a modified Folin-Ciocalteu (FC) method was used. The presence of polyphenols was measured by the content in micrograms of gallic acid (GA) per 1 ml of plant extract.

**Statistical analysis.** The obtained data analysis was carried out on a PC using the software applications "Statistica 10" (StatSoft Inc., USA) and "IBM SPSS Statistics 21.0" (IBM Corp., USA). The mean values of the variation series and their standard deviation were calculated. Multiple comparisons of dependent in-

стандарта (предварительно взвешенные трубки, содержащие 15 мг Trolox).

**Общий полифенольный анализ (полифенол)** [21]. В данном исследовании использовался модифицированный метод Folin-Ciocalteu (FC). Присутствие полифенола измеряли содержанием в мкг галловой кислоты (GA) на 1 мл растительного экстракта.

**Статистическая обработка.** Статистический анализ полученных данных проведён на ПК с помощью прикладных программ «Statistica 10» (StatSoft Inc., USA) и «IBM SPSS Statistics 21.0» (IBM Corp., USA). Высчитывались средние значения вариационных рядов и их стандартное отклонение. Множественные сравнения зависимых показателей проводились по критерию Фридмана, независимых показателей – по критерию Крускала-Уоллиса. Парные независимые показатели сравнивались по U-критерию Манна-Уитни. Корреляционный анализ проведён методом Пирсона. Полученные различия и корреляционные связи считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

**Содержание полифенолов в над- и подземной частях исследуемых видов рода *Allium*.** Проведённые нами исследования показали, что содержание общих полифенолов в спиртовых экстрактах над- и подземной частях одного вида, также и в экстрактах аналогичных частей растений разных видов рода *Allium* варьирует в больших диапазонах (табл. 1). Положительный контроль с галловой кислотой показал высокое содержание фенола ( $p < 0,05$ ).

Суммарное содержание общих полифенолов в листьях всех исследуемых растений колебалось от  $5,35 \pm 0,05$  мг/мл до  $10,53 \pm 0,07$  мг/мл. Статистически значимые различия в содержании полифенолов были обнаружены между *A. suworowii* Regel ( $10,53 \pm 0,07$  мг/мл), *A. oshaninii* O. Fedtsch. ( $9,51 \pm 0,08$  мг/мл), *A. sativum* L. и *A. obliquum* L. ( $7,51 \pm 0,07$  мг/мл) и остальными видами (от  $5,84 \pm 0,08$  мг/мл до  $6,57 \pm 0,07$  мг/мл) ( $p = 0,000$ ). Данный показатель для эндемичных видов был низким и одинаковым у обоих растений (*A. shugnicum* Vved. и *A. pamiricum* Wendelbo) ( $p > 0,05$ ).

В экстрактах из луковиц растений наибольшее количество полифенолов было обнаружено у *A. oshaninii* O. Fedtsch., *A. senescens* L., *A. obliquum* L., *A. sativum* L., *A. elatum* Regel, *A. shugnicum* Vved., *A. carolinianum* DC. и *A. nutans* L. – в пределах от  $10,54 \pm 0,10$  мг/мл до  $11,64 \pm 0,11$  мг/мл. Несколько меньшим содержанием характеризовались виды *A. altaicum* Pall., *A. ramosum* L., *A. hymenorrhizum* Ledeb. и *A. pamiricum* Wendelbo – от  $8,43 \pm 0,12$  мг/мл до  $9,70 \pm 0,08$  мг/мл ( $p > 0,05$ ). Наименьшее содержание общих полифенолов наблюдалось в луковицах *A. longicauspis* Regel и *A. schoenoprasum* L., –  $6,52 \pm 0,06$  мг/мл и  $7,89 \pm 0,16$  мг/мл соответственно ( $p = 0,000$ ).

Обращает на себя внимание одинаково повышенная концентрация общих полифенолов ( $p > 0,05$ ) в экстрактах из семян и луковиц эндемичного вида *A. shugnicum* Vved., что не наблюдалось у других видов рода *Allium*.

**Определение антиоксидантной активности (АОА) исследуемых растений.** Не менее интересные результаты получены при анализе АОА экстрактов, полученных из семян, листьев и луковиц исследуемых растений (табл. 2). Положительный контроль «Trolox» показал достаточно высокую концентрацию общих антиоксидантов. Установлено, что уровень концентрации общих антиоксидантов в семенах *A. carolinianum* DC. и *A. elatum* Regel составляет  $6,01 \pm 0,07$  мг/мл и  $6,65 \pm 0,05$  мг/мл ( $p > 0,05$ ), что статистически значимо выше ( $p = 0,000$ ), чем в экстрактах остальных видов рода

dicators were carried out according to the Friedman criterion, independent indicators – according to the Kruskal-Wallis criterion. Paired independent indicators were compared using the Mann-Whitney U-test. Correlation analysis was carried out using the Pearson method. The resulting differences and correlations were considered statistically significant at  $p < 0,05$ .

## RESULTS AND DISCUSSION

**The content of polyphenols in the above- and underground parts of the studied species of the genus *Allium*.** Our studies have shown that the content of total polyphenols in alcoholic extracts of the above- and underground parts of the same species, as well as in extracts of similar parts of plants of different species of the genus *Allium*, vary over a wide range (Table 1). The positive control with gallic acid showed a high content of phenol ( $p < 0,05$ ).

The total content of polyphenols in the leaves of all the studied plants ranged from  $5.35 \pm 0.05$  mg/ml to  $10.53 \pm 0.07$  mg/ml. Statistically significant differences in polyphenol content were found between *A. suworowii* Regel ( $10.53 \pm 0.07$  mg/ml), *A. oshaninii* O. Fedtsch. ( $9.51 \pm 0.08$  mg/ml), *A. sativum* L. and *A. obliquum* L. ( $7.51 \pm 0.07$  mg/ml) each and other species (from  $5.84 \pm 0.08$  mg/ml to  $6.57 \pm 0.07$  mg/ml) ( $p = 0.000$ ). This indicator for endemic species was low and of the same value for both plants (*A. shugnicum* Vved. and *A. pamiricum* Wendelbo) ( $p > 0,05$ ).

In extracts from plant bulbs, the largest amount of polyphenols was found in *A. oshaninii* O. Fedtsch., *A. senescens* L., *A. obliquum* L., *A. sativum* L., *A. elatum* Regel, *A. shugnicum* Vved., *A. carolinianum* DC., and *A. nutans* L. – ranging from  $10.54 \pm 0.10$  mg/ml to  $11.64 \pm 0.11$  mg/ml, while the species *A. altaicum* Pall., *A. ramosum* L., *A. hymenorrhizum* Ledeb. were characterized by lower content. *A. pamiricum* Wendelbo showed from  $8.43 \pm 0.12$  mg/ml to  $9.70 \pm 0.08$  mg/ml of total polyphenols ( $p > 0,05$ ). The lowest content of total polyphenols was observed in the bulbs of *A. longicauspis* Regel and *A. schoenoprasum* L.:  $6.52 \pm 0.06$  mg/ml and  $7.89 \pm 0.16$  mg/ml, respectively ( $p = 0.000$ ).

Noteworthy is the equally increased concentration of total polyphenols ( $p > 0,05$ ) in extracts from seeds and bulbs of the endemic species *A. shugnicum* Vved., which was not observed in other species of the genus *Allium*.

**Determination of the antioxidant activity (AOA) of the studied plants.** No less interesting results were obtained in the analysis of the AOA of extracts obtained from seeds, leaves, and bulbs of the studied plants (Table 2). The Trolox positive control showed a fairly high concentration of total antioxidants. It has been established that the level of concentration of total antioxidants in the seeds of *A. carolinianum* DC. and *A. elatum* Regel is  $6.01 \pm 0.07$  mg/ml and  $6.65 \pm 0.05$  mg/ml respectively ( $p > 0,05$ ), which is statistically significantly higher ( $p = 0.000$ ) than in extracts of other species of the genus *Allium*, in which this indicator ranged from  $4.85 \pm 0.05$  mg/ml to  $5.52 \pm 0.06$  mg/ml ( $p > 0,05$ ).

The most studied species in this aspect, *A. sativum* L., showed some distinctive features. Thus, the antioxidant index ( $4.85 \pm 0.05$  mg/ml) of its seed extract was significantly lower ( $p = 0.000$ ) than that of the extracts of *A. carolinianum* DC., *A. elatum* Regel, *A. altaicum* Pall., *A. pamiricum* Wendelbo, *A. su-*

Table 1 The content of total polyphenols of various species of the genus *Allium*

	<i>A. carol</i> (n=10)	<i>A. altaic</i> (n=10)	<i>A. elatum</i> (n=10)	<i>A. ramos</i> (n=10)	<i>A. nutans</i> (n=10)	<i>A. long</i> (n=10)	<i>A. pamir</i> (n=10)	<i>A. shugnan</i> (n=10)	<i>A. shoen</i> (n=10)	<i>A. oschan</i> (n=10)	<i>A. suwor</i> (n=10)	<i>A. senesc</i> (n=10)	<i>A. sativum</i> (n=10)	<i>A. hymen</i> (n=10)	<i>A. obliqu</i> (n=10)	$p_0$
Семя Seed	7.09±0.13	6.12±0.16 $p_1 > 0.05$	6.50±0.02 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$	5.25±0.28 $p_1 = 0.000$ $p_2 > 0.05$ $p_3 = 0.002$	5.80±0.05 $p_1 = 0.017$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$	5.83±0.04 $p_1 = 0.034$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$	5.44±0.12 $p_1 = 0.000$ $p_2 > 0.05$ $p_3 = 0.003$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$	5.92±0.05 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$	5.35±0.05 $p_1 = 0.000$ $p_2 > 0.05$ $p_3 = 0.003$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$	6.09±0.06 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$	5.91±0.23 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$	6.52±0.07 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.002$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 = 0.003$ $p_8 > 0.05$ $p_9 = 0.000$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$	8.25±0.09 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.000$ $p_5 = 0.000$ $p_6 = 0.001$ $p_7 = 0.000$ $p_8 = 0.005$ $p_9 = 0.000$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$ $p_{14} = 0.001$	5.71±0.18 $p_1 = 0.034$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} = 0.001$	8.25±0.09 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.000$ $p_5 = 0.000$ $p_6 = 0.001$ $p_7 = 0.000$ $p_8 = 0.005$ $p_9 = 0.000$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$ $p_{14} = 0.001$	=0.000 df=14; H=56.74
Лист Leave	6.23±0.12	6.18±0.11 $p_1 > 0.05$	6.10±0.03 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$	6.54±0.15 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$	7.11±0.05 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 = 0.028$ $p_4 > 0.05$	5.42±0.06 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 = 0.000$	6.52±0.03 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$	6.79±0.04 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.002$ $p_7 > 0.05$	6.56±0.06 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$	9.51±0.08 $p_1 = 0.001$ $p_2 = 0.000$ $p_3 = 0.000$ $p_4 = 0.023$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.000$ $p_7 = 0.047$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$	10.53±0.07 $p_1 = 0.001$ $p_2 = 0.000$ $p_3 = 0.000$ $p_4 = 0.023$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.000$ $p_7 = 0.047$ $p_8 > 0.05$ $p_9 = 0.012$ $p_{10} > 0.05$	6.57±0.07 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} = 0.009$	7.51±0.07 $p_1 = 0.015$ $p_2 = 0.006$ $p_3 = 0.001$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.000$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$ $p_{14} = 0.000$	5.84±0.08 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 = 0.003$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} = 0.000$ $p_{11} = 0.000$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} = 0.000$ $p_{14} = 0.000$	7.51±0.07 $p_1 = 0.015$ $p_2 = 0.006$ $p_3 = 0.001$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.000$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$ $p_{14} = 0.000$	=0.000 df=14; H=86.48
Луковица Bulb	10.54±0.10	9.70±0.08 $p_1 > 0.05$	10.80±0.07 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$	8.43±0.12 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 = 0.017$	10.16±0.06 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$	6.52±0.06 $p_1 = 0.002$ $p_2 > 0.05$ $p_3 = 0.000$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$	8.81±0.05 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$	10.56±0.11 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.002$ $p_7 > 0.05$	7.89±0.16 $p_1 = 0.039$ $p_2 > 0.05$ $p_3 = 0.003$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 = 0.034$ $p_9 > 0.05$	11.64±0.11 $p_1 > 0.05$ $p_2 = 0.001$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.000$ $p_5 = 0.038$ $p_6 = 0.001$ $p_7 = 0.000$ $p_8 > 0.05$ $p_9 = 0.000$	10.68±0.11 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.000$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 = 0.010$ $p_{10} > 0.05$	11.40±0.09 $p_1 > 0.05$ $p_2 = 0.005$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.000$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.000$ $p_7 = 0.000$ $p_8 > 0.05$ $p_9 = 0.000$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$	10.90±0.23 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.002$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.000$ $p_7 = 0.013$ $p_8 > 0.05$ $p_9 = 0.000$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$	8.83±0.39 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.000$ $p_7 = 0.014$ $p_8 > 0.05$ $p_9 = 0.000$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$ $p_{14} = 0.021$	10.96±0.17 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.002$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.000$ $p_7 = 0.014$ $p_8 > 0.05$ $p_9 = 0.000$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$ $p_{14} = 0.000$	=0.000 df=14; H=137.2
<b>p</b>	=0.000 $\chi^2 = 20.00$	=0.001 $\chi^2 = 15.00$	=0.000 $\chi^2 = 20.00$	=0.000 $\chi^2 = 18.20$	=0.000 $\chi^2 = 20.00$	=0.000 $\chi^2 = 20.00$	=0.000 $\chi^2 = 20.00$	=0.000 $\chi^2 = 20.00$	=0.000 $\chi^2 = 20.00$	=0.000 $\chi^2 = 20.00$	=0.000 $\chi^2 = 15.80$	=0.001 $\chi^2 = 15.20$	=0.000 $\chi^2 = 19.50$	=0.000 $\chi^2 = 9.90$	=0.000 $\chi^2 = 19.54$	

Примечания: p – статистическая значимость различий показателей каждого растения (семя, лист и луковица) по критерию Фридмана;  $p_0$  – статистическая значимость различий показателей между всеми растениями по H-критерию Крускала-Уоллиса;  $p_1 - p_{14}$  – статистическая значимость различий показателей между парами растений по U-критерию Манна-Уитни; значения от 1 до 14 указывают, со значением какой предыдущей ячейки проводились сравнения

Notes: p – statistical significance of differences in indicators between the elements of each plant (seed, leaf and bulb) according to the Friedman criterion;  $p_0$  – statistical significance of differences in indicators between all plants according to the Kruskal-Wallis H-test;  $p_1 - p_{14}$  – statistical significance of differences in indicators, computed in pairs according to the Mann-Whitney U-test; values from 1 to 14 indicate the value of which was used for comparison

AOA of various species of the genus *Allium* Table 2

Таблица 2 АОА различных видов рода *Allium*

	<i>A. carol</i> (n=10)	<i>A. elatum</i> (n=10)	<i>A. ramos</i> (n=10)	<i>A. altaic</i> (n=10)	<i>A. schugn</i> (n=10)	<i>A. pamir</i> (n=10)	<i>A. suwor</i> (n=10)	<i>A. nutans</i> (n=10)	<i>A. longicus</i> (n=10)	<i>A. hymen</i> (n=10)	<i>A. shoenopr</i> (n=10)	<i>A. obliqu</i> (n=10)	<i>A. senesc</i> (n=10)	<i>A. sativum</i> (n=10)	<i>A. obliqu</i> (n=10)	$P_0$
Семя Seed	6.01±0.07	6.65±0.05 $p_1 > 0.05$	5.23±0.06 $p_1 = 0.024$ $p_2 = 0.002$	5.52±0.06 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$	5.02±0.09 $p_1 = 0.000$ $p_2 = 0.000$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.026$	5.45±0.04 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$	5.39±0.04 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$	5.35±0.04 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$	5.39±0.05 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$	5.18±0.03 $p_1 = 0.000$ $p_2 = 0.000$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$	5.29±0.04 $p_1 > 0.05$ $p_2 = 0.009$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$	4.91±0.12 $p_1 = 0.000$ $p_2 = 0.000$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.006$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 = 0.018$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$	5.21±0.02 $p_1 = 0.001$ $p_2 = 0.000$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$	4.85±0.05 $p_1 = 0.000$ $p_2 = 0.000$ $p_3 > 0.05$ $p_4 = 0.000$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.001$ $p_7 = 0.008$ $p_8 = 0.042$ $p_9 = 0.007$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$	5.35±0.05 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$ $p_{14} = 0.046$	=0.000 df =14; H=107.13
Лист Leave	5.62±0.04	5.38±0.04 $p_1 > 0.05$	5.27±0.04 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$	5.33±0.09 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$	4.55±0.17 $p_1 = 0.000$ $p_2 = 0.001$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$	5.37±0.06 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 = 0.015$	5.02±0.17 $p_1 = 0.003$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$	5.32±0.05 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$	5.12±0.07 $p_1 = 0.003$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$	5.22±0.03 $p_1 = 0.039$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$	5.22±0.03 $p_1 = 0.034$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$	5.18±0.02 $p_1 = 0.003$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$	5.01±0.19 $p_1 = 0.000$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 = 0.005$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$	4.82±0.08 $p_1 = 0.000$ $p_2 = 0.000$ $p_3 = 0.029$ $p_4 = 0.006$ $p_5 > 0.05$ $p_6 = 0.001$ $p_7 > 0.05$ $p_8 = 0.005$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$	5.14±0.16 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$ $p_{14} > 0.05$	=0.000 df =14; H=77.83
Луковница Bulb	5.42±0.15	5.27±0.03 $p_1 > 0.05$	5.50±0.03 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$	5.67±0.06 $p_1 > 0.05$ $p_2 = 0.004$ $p_3 > 0.05$	5.05±0.07 $p_1 = 0.000$ $p_2 > 0.05$ $p_3 = 0.007$ $p_4 = 0.000$	5.43±0.03 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$	5.45±0.11 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 = 0.017$ $p_6 > 0.05$	5.44±0.06 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$	5.47±0.07 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$	5.60±0.05 $p_1 > 0.05$ $p_2 = 0.023$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 = 0.000$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$	5.55±0.06 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 = 0.003$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$	5.21±0.05 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} = 0.011$ $p_{11} > 0.05$	5.32±0.16 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$	5.25±0.04 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} = 0.020$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$	5.33±0.04 $p_1 > 0.05$ $p_2 > 0.05$ $p_3 > 0.05$ $p_4 > 0.05$ $p_5 > 0.05$ $p_6 > 0.05$ $p_7 > 0.05$ $p_8 > 0.05$ $p_9 > 0.05$ $p_{10} > 0.05$ $p_{11} > 0.05$ $p_{12} > 0.05$ $p_{13} > 0.05$ $p_{14} > 0.05$	=0.000 df =14; H=67.08
$p$	=0.008 $\chi^2 = 9.80$	=0.000 $\chi^2 = 19.54$	=0.002 $\chi^2 = 12.60$	=0.014 $\chi^2 = 8.60$	=0.035 $\chi^2 = 6.69$	>0.05 $\chi^2 = 0.60$	=0.005 $\chi^2 = 10.40$	>0.05 $\chi^2 = 0.80$	=0.005 $\chi^2 = 10.40$	=0.001 $\chi^2 = 15.20$	=0.002 $\chi^2 = 12.60$	>0.05 $\chi^2 = 1.80$	=0.014 $\chi^2 = 8.60$	=0.000 $\chi^2 = 16.00$	>0.05 $\chi^2 = 3.80$	

Примечания:  $p$  – статистическая значимость различий показателей каждого растения (семя, лист и луковичка) по критерию Фридмана;  $p_0$  – статистическая значимость различий показателей между всеми растениями по  $H$ -критерию Крускала-Уоллиса;  $p_1 - p_{14}$  – статистическая значимость различий показателей, проведенная попарно по  $U$ -критерию Манна-Уитни; значения от 1 до 14 указывают, со значением какой предыдущей ячейки проводились сравнения  
 Notes:  $p$  – statistical significance of differences in indicators between the elements of each plant (seed, leaf and bulb) according to the Friedman criterion;  $p_0$  – statistical significance of differences in indicators between all plants according to the Kruskal-Wallis H-test;  $p_1 - p_{14}$  – statistical significance of differences in indicators, computed in pairs according to the Mann-Whitney U-test; values from 1 to 14 indicate the value of which was used for comparison

*Allium*, у которых данный показатель находился в пределах от 4,85±0,05 мг/мл до 5,52±0,06 мг/мл (p>0,05).

Наиболее изученный в этом аспекте вид *A. sativum* L. показал некоторые отличительные особенности. Так, антиоксидантный показатель (4,85±0,05 мг/мл) экстракта семян этого вида был статистически значимо ниже (p=0,000), чем таковой у экстрактов *A. carolinianum* DC., *A. elatum* Regel, *A. altaicum* Pall., *A. pamiricum* Wendelbo, *A. suworowii* Regel, *A. nutans* L., *A. longicuspis* Regel (5,35±0,04 мг/мл – 5,45±0,04 мг/мл), что не обнаружено ни у одного другого вида. Семена эндемичных видов обладали одинаковой АОА (p>0,05) и не отличались от показателей многих широко распространённых дикорастущих видов рода *Allium*.

Спиртовые экстракты, полученные из листьев растений, не проявили заметного антиоксидантного потенциала. Несколько высокой концентрацией характеризовался экстракт из семян *A. carolinianum* DC. – 5,62±0,04 мг/мл, что статистически значимо больше (p=0,000), чем у многих исследуемых видов луковых. Листья эндемичных видов, в отличие от их семян, проявили статистически значимые различия, например *A. pamiricum* Wendelbo – 4,55±0,17 мг/мл (p=0,000). Для другого эндемичного вида лука – *A. schugnanicum* Vved. антиоксидантная способность экстрактов из перечисленных частей была примерно одинакова (p>0,05).

При анализе результатов оценки антиоксидантной способности луковиц исследуемых растений установлено, что этот показатель у *A. hymenorrhizum* Ledeb., находится на уровне 5,60±0,05 мг/мл; у *A. shoenoprasum* L. – 5,55±0,06 мг/мл; у *A. altaicum* Pall. составляет 5,52±0,06 мг/мл и у *A. ramosum* L. – 5,50±0,03 мг/мл, т.е. между ними не выявлены выраженные различия (p>0,05), однако этот показатель у них оказался статистически значимо больше, чем у большинства остальных видов (p=0,000). У эндемичных видов этот параметр находился на одном уровне (p>0,05). В то же время, антиоксидантная активность вида *A. schugnanicum* Vved. была статистически значимо ниже показателей *A. hymenorrhizum* Ledeb., *A. shoenoprasum* L., *A. altaicum* Pall. и *A. ramosum* L. (p=0,000).

*worowii* Regel, *A. nutans* L., *A. longicuspis* Regel (5.35±0.04 mg/ml – 5.45±0.04 mg/ml), which was not found in any other species. Seeds of endemic species had the same antioxidant characteristics (p>0.05) and did not differ from those of many widespread wild species of the genus *Allium*.

Alcoholic extracts obtained from plant leaves did not show any noticeable antioxidant activity. The seed extract of *A. carolinianum* DC. was characterized by a rather high concentration: 5.62±0.04 mg/ml, which was statistically significantly higher (p=0.000) than in many studied onion species. Leaves of endemic species, in contrast to their seeds, showed statistically significant differences, for example *A. pamiricum* Wendelbo: 4.55±0.17 mg/ml (p=0.000). For another endemic species of onion, *A. schugnanicum* Vved., the antioxidant capacity of the extracts from the listed parts was approximately the same (p>0.05).

When analyzing the assessment results of the antioxidant capacity of the bulbs of the studied plants, it was found that in *A. hymenorrhizum* Ledeb. this indicator was at the level of 5.60±0.05 mg/ml; in *A. shoenoprasum* L. – 5.55±0.06 mg/ml; in *A. altaicum* Pall. – 5.52±0.06 mg/ml and in *A. ramosum* L. – 5.50±0.03 mg/ml, i.e. there were no meaningful differences between them (p>0.05), however, this indicator proved to be significantly higher than in most other species (p=0.000). In endemic species, this parameter was at the same level (p>0.05). At the same time, the antioxidant activity of the species *A. schugnanicum* Vved. was significantly lower than in *A. hymenorrhizum* Ledeb., *A. shoenoprasum* L., *A. altaicum* Pall. and *A. ramosum* L. (p=0.000).

**Correlation between the content of total polyphenols and the AOA of ethanol extracts with their antibacterial and antifungal activity.** A possible correlation between the content of biologically active components in the extracts obtained from the above- and underground parts of the studied plants was estimated according to the criteria indicated in the Table 3.

**Таблица 3** Критерии определения корреляционных связей между биологически активными компонентами исследуемых растений

Теснота связи	Коэффициент корреляции (r)	
	Прямая связь (+)	Обратная связь (-)
Связь отсутствует	r=0	r=0
Связь очень слабая	0<r≤0,3	-0,3≤r< 0
Связь слабая	0,3<r≤0,5	-0,5≤r<-0,3
Связь средняя	0,5<r≤0,7	-0,7≤r<-0,5
Связь сильная	0,7<r≤0,9	-0,9≤r<-0,7
Связь очень сильная	0,9<r<1	-1<r<-0,9
Связь полная (функциональная)	r=1	r=-1

**Table 3** Criteria for correlations between biologically active components of the studied plants

Magnitude of correlation	Correlation coefficient (r)	
	Positive correlation (+)	Negative correlation (-)
No correlation	r=0	r=0
Very weak correlation	0<r≤0.3	-0.3≤r< 0
Weak correlation	0.3<r≤0.5	-0.5≤r<-0.3
Moderate correlation	0.5<r≤0.7	-0.7≤r<-0.5
Strong correlation	0.7<r≤0.9	-0.9≤r<-0.7
Very strong correlation	0.9<r<1	-1<r<-0.9
Complete correlation	r=1	r=-1

**Корреляция между содержанием общих полифенолов и АОА этанольных экстрактов с их антибактериальной и противогрибковой активностью.** Возможную корреляционную связь содержания биологически активных компонентов в экстрактах, полученных из над- и подземных частей исследуемых растений оценивали по критериям, указанным в табл. 3.

Как видно из табл. 4, наиболее выраженная и статистически значимая ( $p < 0,01$ ) прямая корреляционная связь антиоксидантной активности и противостафилококкового эффекта наблюдается в экстрактах из листьев *A. altaicum* Pall. ( $r = 0,80$ ). Сильными и статистически значимыми ( $p < 0,009$ ) аналогичными показателями характеризовались и семена *A. elatum* Regel ( $r = 0,77$ ).

Обращают на себя внимание корреляционные показатели эндемичных видов *A. schugnanicum* Vved. и *A. pamiricum* Wendelbo. Прослеживается прямая средней степени корреляционная связь ( $r = 0,68$ ,  $p < 0,031$ ) АОА и противостафилококкового эффекта семян *A. schugnanicum* Vved. В то же время, не обнаруживается значимая корреляционная связь между изученными биокомпонентами и степенью антибактериального воздействия на *S. aureus* в экстрактах из всех частей *A. pamiricum* Wendelbo. Имеющиеся корреляционные связи были слабыми и статистически незначимыми ( $p > 0,05$ ).

Экстракты, полученные из отдельных частей *A. carolinianum* DC. и *A. sativum* L. демонстрировали среднюю степень прямой корреляционной связи. Таковой связью характеризовались луковицы *A. carolinianum* DC. ( $r = 0,65$ ;  $p = 0,031$ ) и семена *A. sativum* L. ( $r = 0,66$ ;  $p = 0,038$ ). Данные свойства для других частей этого вида растений были слабыми и статистически незначимыми ( $p > 0,05$ ).

На наш взгляд, необходимо отметить статистически значимую ( $p < 0,05$ ) обратную корреляционную связь средней степени между АОА и антибактериальными свойствами в луковицах *A. hymenorhizum* Ledeb. ( $r = -0,64$ ), т.е. чем сильнее антибактериальные свойства, тем ниже АОА, что требует более тщательного анализа биологически активных компонентов луковицы данного растения в будущем.

Обращают на себя внимание низкие корреляционные показатели остальных 8 видов рода *Allium*: *A. ramosum* L., *A. suworowii* Regel, *A. schoenoprasum* L., *A. obliquum* L., *A. longicuspis* Regel, *A. nutans* L., *A. senescens* L., и *A. oshaninii* O. Fedtsch., экстракты из над- и подземных частей которых не показывали статистически значимых корреляционных связей между их изученными параметрами ( $p > 0,05$ ).

Здесь следует отметить, что ни в одном случае прямые корреляционные связи между содержанием общих полифенолов и противостафилококковой активностью экстрактов над- и подземных частей всех включенных в работу растений не прослеживаются ( $p > 0,05$ ).

Неоднозначные результаты получены при изучении корреляционной связи между вышеперечисленными параметрами исследуемых растений в отношении эталонного штамма *Ps. aureginosa* (табл. 5). Высокая корреляционная связь обнаружена между показателями экстракта из луковицы *A. suworowii* Regel. В частности, обнаружена сильная связь между антиоксидантной активностью и антимикробными свойствами данной части лука ( $r = 0,69$ ;  $p = 0,027$ ).

Экстракты из других частей показали слабую или обратную связь содержания общих полифенолов и АОА с противомикробным эффектом в отношении данного микроорганизма ( $p < 0,05$ ).

Выявлена прямая слабая связь АОА ( $r = 0,40$ ;  $p > 0,05$ ) и обратная слабая корреляционная связь содержания полифенолов с противомикробными свойствами ( $r = -0,36$ ;  $p > 0,05$ ) в семенах *A.*

As can be seen from Table 4, the strongest and statistically significant ( $p < 0.01$ ) direct correlation of AOA and anti-staphylococcal effect is observed in the leaf extracts of *A. altaicum* Pall. ( $r = 0.80$ ). The seeds of *A. elatum* Regel were also characterized by similar strong and statistically significant ( $p < 0.009$ ) indicators ( $r = 0.77$ ).

Attention is drawn to the correlation indicators of endemic species *A. schugnanicum* Vved. and *A. pamiricum* Wendelbo. There is a direct moderate correlation ( $r = 0.68$ ,  $p < 0.031$ ) between the AOA and anti-staphylococcal effect of *A. schugnanicum* Vved. seeds. At the same time, no significant correlation was found between the studied biocomponents and the level of antibacterial effect on *S. aureus* in extracts from all parts of *A. pamiricum* Wendelbo. The available correlations were weak and statistically insignificant ( $p > 0.05$ ).

Extracts obtained from selected parts of *A. carolinianum* DC. and *A. sativum* L. showed a moderate direct correlation for the bulbs of *A. carolinianum* DC ( $r = 0.65$ ;  $p = 0.031$ ), and for the seeds of *A. sativum* L. ( $r = 0.66$ ;  $p = 0.038$ ). For other parts of this plant species correlation was weak and insignificant ( $p > 0.05$ ).

In our opinion, it is necessary to emphasize a statistically significant ( $p < 0.05$ ) moderate indirect correlation between AOA and antibacterial properties of *A. hymenorhizum* Ledeb. bulbs ( $r = -0.64$ ), i.e. the stronger the antibacterial properties, the lower the AOA, which requires a more thorough analysis of the biologically active components of the bulb of this plant in the future.

Noteworthy, weak correlation between the studied parameters of the extracts from the above- and underground parts of the remaining 8 species of the genus *Allium*: *A. ramosum* L., *A. suworowii* Regel, *A. schoenoprasum* L., *A. obliquum* L., *A. longicuspis* Regel, *A. nutans* L., *A. senescens* L., and *A. oshaninii* O. Fedtsch. was statistically insignificant ( $p > 0.05$ ).

It should be noted here that none of the species showed direct correlations between the content of total polyphenols and anti-staphylococcal activity of extracts of above- and underground parts of all plants included in the work ( $p > 0.05$ ).

Ambiguous results were obtained when studying the correlation between the above parameters of the studied plants against the reference strain *Ps. aureginosa* (Table 5). High correlation was found between the indices of the *A. suworowii* Regel bulb extract. In particular, a strong correlation was found between antioxidant activity and antimicrobial properties of this part of the onion ( $r = 0.69$ ;  $p = 0.027$ ).

Extracts from other parts showed a weak or negative correlation between the content of total polyphenols and antioxidant activity with the antimicrobial effect against this microorganism ( $p < 0.05$ ).

A direct weak correlation of AOA ( $r = 0.40$ ;  $p > 0.05$ ) and indirect weak correlation between the content of polyphenols and antimicrobial properties ( $r = -0.36$ ;  $p > 0.05$ ) were revealed in the seeds of *A. sativum* L. There is a significant ( $p < 0.05$ ) indirect moderate correlation ( $r = -0.69$ ) between AOA and antimicrobial properties in the bulb extract.

Various correlations were shown by extracts from different parts of *A. altaicum* Pall. In particular, the leaf extract showed a statistically insignificant direct weak correlation ( $r = 0.44$ ;  $p > 0.05$ ) between the content of polyphenols, while the bulb extract was characterized by a direct weak correlation ( $r = 0.38$ ;  $p > 0, 05$ ) between AOA and antimicrobial properties. A direct insignificant



**Таблица 4** Корреляционная связь между антибактериальными свойствами против *S. aureus* и содержанием полифенолов и АОА (по критерию Пирсона)**Table 4** Correlation between antibacterial properties against *S. aureus* and polyphenol content, and AOA (according to Pearson's criterion)

Вид растений Plant species	Части растений Parts of plants	АОА		Содержание полифенолов Content of polyphenols	
		r	p	r	p
<i>A. altaicum</i> Pall.	Семя/Seed	=0.07	>0.05	=0.06	>0.05
	Лист/Leave	=0.80	=0.006	=0.19	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.34	>0.05	=0.48	>0.05
<i>A. elatum</i> Regel	Семя/Seed	=0.77	=0.009	=0.42	>0.05
	Лист/Leave	=-0.23	>0.05	=-0.11	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.13	>0.05	=-0.33	>0.05
<i>A. schugnanicum</i> Vved.	Семя/Seed	=0.68	=0.031	=0.49	>0.05
	Лист/Leave	=-0.04	>0.05	=-0.26	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.55	>0.05	=-0.48	>0.05
<i>A. carolinianum</i> DC.	Семя/Seed	=0.40	>0.05	=0.22	>0.05
	Лист/Leave	=0.02	>0.05	=-0.47	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.65	=0.042	=0.18	>0.05
<i>A. sativum</i> L.	Семя/Seed	=0.66	=0.038	=0.09	>0.05
	Лист/Leave	=-0.59	>0.05	=0.19	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.12	>0.05	=0.21	>0.05
<i>A. hymenorrhizum</i> Ledeb.	Семя/Seed	=0.32	>0.05	=0.05	>0.05
	Лист/Leave	=0.04	>0.05	=-0.58	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.64	=0.047	=-0.38	>0.05
<i>A. ramosum</i> L.	Семя/Seed	=-0.04	>0.05	=-0.01	>0.05
	Лист/Leave	=-0.06	>0.05	=-0.24	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.33	>0.05	=0.37	>0.05
<i>A. suworowii</i> Regel	Семя/Seed	=0.15	>0.05	=-0.53	>0.05
	Лист/Leave	=0.14	>0.05	=-0.49	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.28	>0.05	=0.15	>0.05
<i>A. schoenoprasum</i> L.	Семя/Seed	=-0.23	>0.05	=-0.08	>0.05
	Лист/Leave	=-0.21	>0.05	=0.21	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.31	>0.05	=0.21	>0.05
<i>A. pamiricum</i> Wendelbo	Семя/Seed	=-0.36	>0.05	=-0.30	>0.05
	Лист/Leave	=0.10	>0.05	=0.12	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.61	>0.05	=0.20	>0.05
<i>A. obliquum</i> L.	Семя/Seed	=-0.42	>0.05	=-0.16	>0.05
	Лист/Leave	=-0.46	>0.05	=0.24	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.06	>0.05	=0.16	>0.05
<i>A. longicuspis</i> Regel	Семя/Seed	=-0.01	>0.05	=0.34	>0.05
	Лист/Leave	=0.18	>0.05	=0.05	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.44	>0.05	=0.10	>0.05
<i>A. nutans</i> L.	Семя/Seed	=0.30	>0.05	=-0.51	>0.05
	Лист/Leave	=-0.49	>0.05	=-0.20	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.16	>0.05	=-0.31	>0.05
<i>A. senescens</i> L.	Семя/Seed	=-0.33	>0.05	=0.06	>0.05
	Лист/Leave	=0.06	>0.05	=-0.05	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.23	>0.05	=-0.15	>0.05
<i>A. oschaninii</i> O. Fedtsch.	Семя/Seed	=-0.08	>0.05	=0.23	>0.05
	Лист/Leave	=0.03	>0.05	=-0.08	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.19	>0.05	=0.14	>0.05

*sativum* L. Имеется некоторая статистически значимая ( $p < 0,05$ ) обратная средняя корреляционная связь между АОА и антимикробными свойствами в экстракте из луковицы ( $r = -0,69$ ).

Разнообразные корреляционные связи показали экстракты из различных частей *A. altaicum* Pall. В частности, экстракт из листьев показал статистически незначимую прямую слабую кор-

( $p > 0,05$ ) корреляция ( $r = 0,44$ ) между содержанием полифенолов и антимикробными свойствами также была выявлена в семенах этого растения. АОА этой части растений имела лишь слабую обратную корреляцию с антимикробными свойствами ( $r = -0,37$ ).

Изучение корреляций между биоконпонентами и бактерицидной активностью *A. carolinianum* DC. экстрактов показало, что там

**Таблица 5** Корреляционная связь между антибактериальными свойствами против *Ps. aeruginosa* и содержанием полифенолов и АОА (по критерию Пирсона)**Table 5** The correlation between antibacterial properties against *Ps. aeruginosa* and polyphenol content, and AOA (according to Pearson's criterion)

Вид растений Plant species	Части растений Parts of plants	АОА		Содержание полифенолов Content of polyphenols	
		r	p	r	p
<i>A. oschanii</i> O. Fedtsch.	Семя/Seed	=0.10	>0.05	=0.18	>0.05
	Лист/Leave	=-0.50	>0.05	=-0.04	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.67	=0.049	=0.36	>0.05
<i>A. suworowii</i> Regel	Семя/Seed	=0.07	>0.05	=0.15	>0.05
	Лист/Leave	=0.15	>0.05	=0.17	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.69	=0.027	=-0.11	>0.05
<i>A. schoenoprasum</i> L.	Семя/Seed	=0.20	>0.05	=0.26	>0.05
	Лист/Leave	=0.23	>0.05	=-0.87	=0.001
	Луковица/Bulb	=-0.68	=0.030	=-0.64	=0.046
<i>A. hymenorhizum</i> Ledeb.	Семя/Seed	*		*	
	Лист/Leave	=-0.07	>0.05	=0.07	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.59	>0.05	=0.12	>0.05
<i>A. sativum</i> L.	Семя/Seed	=0.40	>0.05	=-0.36	>0.05
	Лист/Leave	=-0.01	>0.05	=0.24	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.69	=0.026	=-0.46	>0.05
<i>A. carolinianum</i> DC.	Семя/Seed	=0.29	>0.05	=0.18	>0.05
	Лист/Leave	=0.37	>0.05	=-0.55	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.25	>0.05	=-0.61	>0.05
<i>A. elatum</i> Regel	Семя/Seed	=-0.27	>0.05	=0.02	>0.05
	Лист/Leave	=-0.29	>0.05	=0.03	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.02	>0.05	=-0.35	>0.05
<i>A. schugnanicum</i> Vved.	Семя/Seed	=-0.45	>0.05	=0.17	>0.05
	Лист/Leave	=-0.32	>0.05	=-0.54	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.27	>0.05	=-0.17	>0.05
<i>A. altaicum</i> Pall.	Семя/Seed	=-0.37	>0.05	=0.44	>0.05
	Лист/Leave	=0.13	>0.05	=0.34	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.38	>0.05	=0.08	>0.05
<i>A. pamiricum</i> Wendelbo	Семя/Seed	=-0.22	>0.05	=0.13	>0.05
	Лист/Leave	=-0.46	>0.05	=0.12	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.39	>0.05	=-0.04	>0.05
<i>A. senescens</i> L.	Семя/Seed	=-0.14	>0.05	=0.49	>0.05
	Лист/Leave	=-0.47	>0.05	=0.16	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.21	>0.05	=-0.02	>0.05

Примечание: \* – невозможно проследить корреляцию, т.к. значение антимикробных свойств для всех проб одинаковое  
 Note: \* – it is impossible to trace the correlation, because the value of antimicrobial properties for all samples is the same

реляционную связь ( $r=0,44$ ;  $p>0,05$ ) между содержанием полифенолов, а экстракт из луковицы характеризовался прямой слабой корреляционной связью ( $r=0,38$ ;  $p>0,05$ ) между АОА и антимикробными свойствами. Также в семенах выявлена прямая статистически слабая ( $p>0,05$ ) корреляционная связь ( $r=0,44$ ) между содержанием полифенолов и антимикробными свойствами. АОА этой части растений имела только обратную слабую корреляционную связь с антимикробными свойствами ( $r=-0,37$ ).

Изучение корреляционных связей между биоконпонентами и бактерицидностью экстрактов *A. carolinianum* DC. установило, что имеется прямая слабая ( $p>0,05$ ) корреляционная связь ( $r=0,37$ ) между АОА и антимикробными свойствами в экстракте из листьев. Экстракты из других частей имели статически незначимые корреляционные связи между изученными параметрами ( $p>0,05$ ).

Не удалось обнаружить статистически значимые корреляционные связи между различными показателями экстрактов, полученными из различных частей *A. sativum* L., *A. pamiricum*

was a direct weak correlation ( $r=0.37$ ;  $p>0.05$ ) between AOA and antimicrobial properties in the leaf extract. Extracts from other parts had statistically insignificant correlations between the studied parameters ( $p>0.05$ ).

It was not possible to determine statistically significant correlations between various indicators of extracts obtained from different parts of *A. sativum* L., *A. pamiricum* Wendelbo, *A. oschaninii* O. Fedtsch. There is a direct weak and statistically insignificant correlation ( $p>0.05$ ) between the AOA and the antimicrobial properties in the seed extract of these plants. Extracts from other parts were characterized by moderate indirect correlations ( $p>0.05$ ) or a rather low correlation between the content of biologically active substances and their antibacterial effect ( $p>0.05$ ).

Extracts from the parts of 5 other species of the genus *Allium*, such as *A. oschaninii* O. Fedtsch., *A. schoenoprasum* L., *A. schugnanicum* Vved., *A. hymenorhizum* Ledeb., and *A. senescens* L. exhibited mainly indirect correlations between the studied bio-

Wendelbo, A. *oschaninii* O. Fedtsch. Прямая слабая и статистически незначимая взаимосвязь ( $p > 0,05$ ) имеется между AOA и противомикробным свойством в экстракте из семян этих растений. Экстракты из других частей характеризовались обратными корреляционными связями среднего уровня ( $p > 0,05$ ) или значительно низкой взаимосвязью между биологически активными веществами и их антибактериальным эффектом ( $p > 0,05$ ).

Экстракты из частей 5 остальных видов рода *Allium* – *A. oschaninii* O. Fedtsch., *A. schoenoprasum* L., *A. schugnanicum* Vved., *A. hymenorhizum* Ledeb. и *A. senescens* L. между изученными биологическими параметрами в основном обладали обратными корреляционными связями, т.е. содержание общих полифенолов и AOA находились ниже уровня антибактериального эффекта.

Результаты изучения возможной корреляционной связи между содержанием полифенолов и AOA исследуемых растений с их бактерицидным эффектом в отношении эталонного штамма *Kl. pneumoniae* приведены в табл. 6.

Здесь обращает на себя внимание незначительно высокие показатели корреляционных связей между изучаемыми компонентами и антибактериальным свойством экстрактов, получен-

**Таблица 6** Корреляционная связь между антибактериальными свойствами против *Kl. pneumoniae* и содержанием полифенолов и AOA (по критерию Пирсона)

Вид растений Plant species	Части растений Parts of plants	АОА		Содержание полифенолов Content of polyphenols	
		r	p	r	p
<i>A. oschanii</i> O. Fedtsch.	Семя/Seed	=-0.11	>0.05	=-0.28	>0.05
	Лист/Leave	=-0.28	>0.05	=-0.27	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.03	>0.05	=0.54	>0.05
<i>A. pamiricum</i> Wendelbo	Семя/Seed	=0.04	>0.05	=-0.59	>0.05
	Лист/Leave	=-0.28	>0.05	=-0.24	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.04	>0.05	=-0.19	>0.05
<i>A. altaicum</i> Pall.	Семя/Seed	=0.51	>0.05	=-0.39	>0.05
	Лист/Leave	=-0.55	>0.05	=-0.01	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.21	>0.05	=-0.61	>0.05
<i>A. hymenorhizum</i> Ledeb.	Семя/Seed	=0.50	>0.05	=0.17	>0.05
	Лист/Leave	*		*	
	Луковица/Bulb	=0.08	>0.05	=-0.49	>0.05
<i>A. sativum</i> L.	Семя/Seed	=0.04	>0.05	=0.43	>0.05
	Лист/Leave	=-0.40	>0.05	=-0.29	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.22	>0.05	=-0.06	>0.05
<i>A. corolinianum</i> DC.	Семя/Seed	=-0.06	>0.05	=-0.18	>0.05
	Лист/Leave	=-0.49	>0.05	=0.11	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.51	>0.05	=-0.07	>0.05
<i>A. elatum</i> Regel	Семя/Seed	=-0.35	>0.05	=0.18	>0.05
	Лист/Leave	=-0.32	>0.05	=0.55	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.44	>0.05	=-0.51	>0.05
<i>A. senescens</i> L.	Семя/Seed	=0.08	>0.05	=-0.45	>0.05
	Лист/Leave	=0.01	>0.05	=-0.39	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.15	>0.05	=0.44	>0.05
<i>A. ramosum</i> L.	Семя/Seed	=-0.39	>0.05	=-0.11	>0.05
	Лист/Leave	=0.07	>0.05	=-0.24	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.60	>0.05	=0.08	>0.05
<i>A. suworowii</i> Regel	Семя/Seed	=-0.27	>0.05	=0.23	>0.05
	Лист/Leave	=0.21	>0.05	=0.21	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.26	>0.05	=-0.05	>0.05

**Примечание:** \* – невозможно проследить корреляцию, т.к. значение антимикробных свойств для всех проб одинаковое

**Note:** \* – it is impossible to trace the correlation, because the value of antimicrobial properties for all samples is the same

logical parameters, i.e. the content of total polyphenols and AOA were below the level of antibacterial effect.

Correlation rates between the content of polyphenols and the AOA of the studied plants with their bactericidal effect against the reference strain *Kl. pneumoniae* are given in Table 6.

Slightly higher correlation rates between the studied components and the antibacterial properties of extracts obtained from parts of *A. elatum* Regel, *A. hymenorhizum* Ledeb. and *A. altaicum* Pall. than in other species of the studied plants were found in the study, although the results were insignificant ( $p > 0.05$ ).

In particular, a moderate direct correlation was found between the content of polyphenols and antimicrobial properties in the leaves ( $r=0.55$ ) of *A. elatum* Regel and between the AOA and antibacterial properties in the seeds of *A. hymenorhizum* Ledeb. ( $r=0.50$ ) and *A. altaicum* Pall. ( $r=0.51$ ), while extracts obtained from this and other parts of other plants showed only direct weak correlations.

Our studies showed that there was a statistically insignificant ( $p > 0.05$ ) direct weak correlation between the content of

**Table 6** Correlation between antibacterial properties against *Kl. pneumoniae* and the content of polyphenols, and AOA (according to Pearson's criterion)

ных из частей *A. elatum* Regel, *A. hymenorhizum* Ledeb. и *A. altaicum* Pall., чем у других видов исследуемых растений, хотя результаты статистически незначимы ( $p > 0,05$ ).

В частности, выявлена прямая корреляционная связь средней степени между содержанием полифенолов и антимикробными свойствами в листьях ( $r = 0,55$ ) *A. elatum* Regel и средней степени взаимосвязь между АОА и антибактериальными свойствами в семенах *A. hymenorhizum* Ledeb. ( $r = 0,50$ ) и *A. altaicum* Pall. ( $r = 0,51$ ), когда экстракты, полученные из этого и других частей остальных растений, демонстрировали только прямые слабые корреляционные связи.

Наши исследования показали, что имеется статистически незначимая ( $p > 0,05$ ) прямая слабая корреляционная связь между содержанием полифенолов и антибактериальными свойствами ( $r = 0,43$ ) в экстракте из семян и прямая слабая корреляционная связь между АОА и антибактериальными свойствами в экстракте из листьев *A. sativum* L. ( $r = 0,43$ ;  $p > 0,05$ ).

Необходимо отметить слабую взаимосвязь между содержанием полифенолов и противомикробным эффектом луковиц *A. oschaninii* O. Fedtsch. ( $r = 0,54$ ;  $p > 0,05$ ) и *A. senescens* L. ( $r = 0,44$ ;  $p > 0,05$ ), что не выявлено в экстрактах из этой подземной части других растений.

Экстракты над- и подземных частей *A. carolinianum* DC., *A. ramosum* L., и *A. suworowii* Regel не демонстрировали прямые корреляционные связи между изучаемыми параметрами и обладали только обратными показателями взаимосвязи.

Данные, приведённые в табл. 7, показывают, что экстракты только 5 исследуемых растений демонстрируют взаимосвязь между биологически активными компонентами и их антибактериальными свойствами в отношении *E. coli*. Так, *A. hymenorhizum* Ledeb. был единственным видом из числа исследуемых растений, у которого экстракты 2 частей демонстрировали корреляционные связи различного уровня. Так, луковица показала взаимосвязь прямой средней силы ( $r = 0,57$ ), а семена обладали прямой слабой

polyphenols and antibacterial properties ( $r = 0.43$ ) in the seed extract and a direct weak correlation between the AOA and antibacterial properties in the leaf extract of *A. sativum* L. ( $r = 0.43$ ;  $p > 0.05$ ).

It should be noted that there is a weak correlation between the content of polyphenols and the antimicrobial effect of *A. oschaninii* O. Fedtsch ( $r = 0.54$ ;  $p > 0.05$ ) and *A. senescens* L. bulbs ( $r = 0.44$ ;  $p > 0.05$ ), which was not found in extracts from the underground part of other plants.

Extracts of above and belowground parts of *A. carolinianum* DC., *A. ramosum* L., and *A. suworowii* Regel did not demonstrate direct correlations between the studied parameters and had only negative correlation indicators.

The data given in table 7 show that extracts from only 5 of the studied plants demonstrate the correlation between biologically active components and their antibacterial properties against *E. coli*. Thus, *A. hymenorhizum* Ledeb. was the only species among the studied plants, in which extracts of 2 parts showed correlations of various strength. The bulb showed a direct moderate correlation ( $r = 0.57$ ), while the seeds had a direct weak correlation ( $r = 0.50$ ). The difference between them was statistically insignificant ( $p > 0.05$ ). In the remaining 4 species, extracts of only one part had a weak correlation. In particular, in *A. altaicum* Pall. Seed extracts ( $r = 0.50$ ) showed a direct weak correlation between the total polyphenols content and bactericidal activity, bulbs of the species *A. ramosum* L. ( $r = 0.51$ ) and *A. sativum* L. ( $r = 0.36$ ) were characterized by a similar correlation. At the same time, all these correlations were statistically insignificant ( $p > 0.05$ ).

Thus, our results allow us to conclude that the above- and underground parts of some wild and endemic species of the genus *Allium* growing in Tajikistan have different level of AOA due to the content of total polyphenols. The content of total polyphenols and the AOA of extracts obtained from various parts of

**Таблица 7** Корреляционная связь между антибактериальными свойствами против *E. coli* и содержанием полифенолов и АОА (по критерию Пирсона)

**Table 7** Correlation between antibacterial properties against *E. coli* and polyphenol content, and AOA (according to Pearson's criterion)

Вид растений Plant species	Части растений Parts of plants	АОА		Содержание полифенолов Content of polyphenols	
		r	p	r	p
<i>A. hymenorhizum</i> Ledeb.	Семя/Seed	=0.50	>0.05	=-0.94	=0.000
	Лист/Leave	=-0.03	>0.05	=0.34	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.57	>0.05	=0.16	>0.05
<i>A. ramosum</i> L.	Семя/Seed	=0.21	>0.05	=0.22	>0.05
	Лист/Leave	=0.02	>0.05	=-0.19	>0.05
	Луковица/Bulb	=0.09	>0.05	=0.51	>0.05
<i>A. altaicum</i> Pall.	Семя/Seed	=0.24	>0.05	=0.50	>0.05
	Лист/Leave	=-0.12	>0.05	=0.25	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.60	>0.05	=-0.15	>0.05
<i>A. oschaninii</i> O. Fedtsch.	Семя/Seed	=0.13	>0.05	=0.20	>0.05
	Лист/Leave	=-0.03	>0.05	=-0.40	>0.05
	Луковица/Bulb	=-0.43	>0.05	=0.10	>0.05
<i>A. sativum</i> L.	Семя/Seed	=0.11	>0.05	=-0.37	>0.05
	Лист/Leave	*		*	
	Луковица/Bulb	=0.20	>0.05	=0.36	>0.05

**Примечание:** \* – невозможно проследить корреляцию, т.к. значение антимикробных свойств для всех проб одинаковое

**Note:** \* – it is impossible to trace the correlation, because the value of antimicrobial properties for all samples is the same

силы корреляционной связью ( $r=0,50$ ). При этом разница между ними была статистически незначимой ( $p>0,05$ ). У остальных 4 видов корреляционной связью слабой силы обладали экстракты только одной части. В частности, у *A. altaicum* Pall. прямую слабую взаимосвязь содержания общих полифенолов с бактерицидностью демонстрировали семена ( $r=0,50$ ), аналогичной корреляционной связью характеризовались луковицы видов *A. ramosum* L. ( $r=0,51$ ) и *A. sativum* L. ( $r=0,36$ ). При этом, все указанные корреляционные связи были статистически незначимыми ( $p>0,05$ ).

Таким образом, полученные нами результаты позволяют заключить, что надземные и подземные части некоторых дикорастущих и эндемичных видов рода *Allium*, произрастающих в Таджикистане, обладают различной степенью АОА благодаря содержанию общих полифенолов. Содержание общих полифенолов и АОА экстрактов, полученных из различных частей растений, варьирует в больших диапазонах. В некоторых случаях прослеживаются прямые корреляционные связи различной силы между содержанием полифенолов и суммарным количеством антиоксидантов в различных частях с противомикробными и фунгицидными свойствами. В отдельных случаях, эндемичные виды – *A. schugnanicum* Vved. и *A. pamiricum* Wendelbo – выражено отличаются как между собой, так и от других широко распространённых дикорастущих видов рода *Allium*, произрастающих в Таджикистане.

**Исследование корреляции между содержанием биоконпонентов с противомикробной и фунгицидной активностью в зависимости от высоты произрастания.** В процессе работы нам удалось собрать 2 вида лука – *A. oshaninii* O. Fedtsch. и *A. suworowii* Regel, произрастающих на различных высотах. Результаты исследования содержания общих полифенолов, АОА над- и подземных частей *A. oshaninii* O. Fedtsch. и их возможная взаимосвязь с противомикробной активностью приведены в табл. 8.

По данным отдельных авторов, высота над уровнем моря заметно влияет на динамику накопления биологически активных соединений растений [22, 23]. Нами установлено, что накопленные изученных нами биоконпонентов примерно одинаково во всех частях вне зависимости от места и высоты произрастания. В тоже время, наблюдаются некоторые статистически незначимые взаимосвязи. В частности, при одинаковых показателях содержания общих полифенолов – от  $11,11\pm 0,11$  мг/мл до  $11,32\pm 0,11$  мг/мл и суммарной АОА – от  $5,37\pm 0,02$  мг/мл до  $5,65\pm 0,02$ , луковицы растений, собранных на разных высотах, выражено различались по способности ингибировать рост эталонного штамма *S. aureus*. Так, при таких показателях зона подавления роста этого эталонного штамма экстрактами *A. oshaninii* O. Fedtsch., произрастающего на высоте 1449 м (окраина кишлака Хушёри, Варзобское ущелье), составила  $11,00\pm 0,21$  мм, а на высоте 2320 м (Ботанический сад, ГБАО) не превышала  $8,60\pm 0,22$  мм. В то же время, при таком же значении показатели биоконпонентов в луковицах растений, собранных на высотах 1240-1260 м (Кондара, Варзобское ущелье и Яфрак, Рамитское ущелье) и высоты 1400 м (Ворух, Исфара, Согдийская область), проявляли достаточно высокую степень бактерицидности – зона подавления роста была до  $19,50\pm 0,31$  мм.

Отмечается обратная полная корреляционная связь (табл. 9) между антибактериальной активностью *E. coli* и высотой произрастания над уровнем моря во всех частях исследуемого лука (семена, листья и луковица) – чем выше место произрастания, тем ниже противобактериальные свойства против *E. coli*, и наоборот, чем ниже место произрастания, тем выше антибактериальные свойства относительно микроорганизма *E. coli* ( $r=-1,00$ ;  $p<0,01$ ).

Аналогичный характер взаимосвязи выявлен между содержанием биоконпонентов с фунгицидной активностью в семенах

plants vary over a wide range. In some cases, there are direct correlations of varying strength between the content of polyphenols and the total amount of antioxidants in various parts of the plant with antimicrobial and fungicidal properties. In some cases, endemic species *A. shugnanicum* Vved. and *A. pamiricum* Wendelbo distinctly differ both from each other and from other widespread wild species of the genus *Allium* growing in Tajikistan.

**Study of the correlation between the content of biocomponents with antimicrobial and fungicidal activity, depending on the altitude of plant growth.** In the process of work, we managed to collect 2 types of onions – *A. oshaninii* O. Fedtsch. and *A. suworowii* Regel growing at different heights above sea level. The results of the study of the total polyphenols content, the AOA of the above- and underground parts of *A. oshaninii* O. Fedtsch. and their possible correlation with antimicrobial activity are given in Table 8.

According to some authors, altitude above sea level significantly affects the dynamics of accumulation of biologically active plant compounds [22, 23]. We have found that the accumulation of the biocomponents studied by us is approximately the same in all parts, regardless of the growth place and altitude. At the same time, some statistically insignificant relationships are observed. In particular, with the similar content of total polyphenols – from  $11.11\pm 0.11$  to  $11.32\pm 0.11$  mg/ml, and total AOA – from  $5.37\pm 0.02$  to  $5.65\pm 0.02$  mg/ml, bulbs of plants collected at different heights above sea level considerably differed in their ability to inhibit the growth of the *S. aureus* reference strain. Thus, with such indicators, the zone of suppression of the growth of this reference strain by extracts of *A. oshaninii* O. Fedtsch., growing at an altitude of 1449 m (outskirts of Khushyori village, Varzob gorge), was  $11.00\pm 0.21$  mm, while at a height of 2320 m (Botanical Garden, GBAO) it did not exceed  $8.60\pm 0.22$  mm. At the same time with the same value of biocomponents the plant bulbs collected at altitudes of 1240-1260 m (Kondara, Varzob gorge and Yafrah, Ramit gorge) and 1400 m (Vorukh, Isfara, Sughd region) showed a fairly high bactericidal activity (the zone of growth suppression was up to  $19.50\pm 0.31$  mm).

There was an indirect complete correlation (Table 9) between the antibacterial activity against of *E. coli* and the altitude of plant growth in all parts of the studied onion (seeds, leaves and bulbs): the higher the place of growth above sea level, the lower the antibacterial properties against *E. coli*, and vice versa, the lower the place of growth, the higher the antibacterial properties against this microorganism ( $r=-1.00$ ;  $p<0.01$ )

A similar pattern of the relationship was found between the content of biocomponents with fungicidal activity in the seeds and bulbs of this plant species. Extracts from these parts of plants growing at an altitude of 1370 m (Yafrah, Ramit gorge) showed a significantly increased antifungal activity with the following growth inhibition zone: seeds –  $19.60\pm 0.34$  mm and bulb –  $25.00\pm 0.37$  mm, i.e. approximately 2-2.5 times higher than the fungicidal activity of all parts of plants growing both below and above this altitude.

Other researchers also report a possible relationship between the factors of the altitude gradient and fungicidal activity. In particular, it has been reported that altitude can play an important role in plant growth, and this is related to sunlight inten-

**Таблица 8** Содержание полифенолов, антиоксидантов и противомикробная активность над- и подземных частей *Allium oschaninii* O. Fedtsch. в зависимости от высоты произрастания

Место сбора	Высота над уровнем моря, м	Полифенолы	Антиоксиданты	Используемые части	Антибактериальные и фунгицидные свойства (мм)				
					<i>S. aureus</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>Kl. pneumoniae</i>	<i>E. coli</i>	<i>Candida</i>
Ботанический сад, ГБАО	2320	5,83±0,04	5,56±0,02	Семя	7,90±0,18	10,70±0,33	8,00±0,15	-----	10,80±0,39
		10,42±0,05	5,50±0,03	Лист	7,20±0,13	7,70±0,15	7,90±0,18	-----	10,40±0,34
		11,11±0,09	5,58±0,04	Луковица	8,60±0,22	10,80±0,20	8,90±0,28	-----	10,40±0,34
Хушери, Варзобское ущелье	1449	5,87±0,01	5,25±0,01	Семя	10,50±0,31	10,90±0,35	8,20±0,13	-----	10,40±0,34
		9,70±0,09	4,62±0,05	Лист	8,10±0,18	8,10±0,18	7,20±0,13	-----	10,40±0,34
		11,11±0,05	5,65±0,02	Луковица	11,00±0,21	10,90±0,23	8,30±0,15	-----	10,40±0,34
Ворух, Исфара	1400	6,68±0,07	5,13±0,13	Семя	16,50±0,43	10,10±0,18	7,40±0,16	7,80±0,39	10,40±0,34
		9,57±0,06	4,65±0,05	Лист	11,10±0,28	7,60±0,27	7,20±0,13	7,40±0,34	10,40±0,34
		11,03±0,13	5,69±0,02	Луковица	19,50±0,31	10,30±0,30	8,10±0,18	7,80±0,39	10,40±0,34
Яфрак, Рамитское ущелье	1260*	5,46±0,04	4,42±0,02	Семя	10,90±0,28	10,60±0,22	10,20±0,20	12,00±0,30	19,60±0,34
		10,04±0,03	4,68±0,03	Лист	9,50±0,22	9,90±0,28	9,70±0,21	9,40±0,22	10,80±0,39
		10,32±0,03	5,37±0,02	Луковица	18,00±0,37	10,90±0,28	13,80±0,20	11,10±0,23	25,00±0,37
Кондара, Варзобское ущелье	1240**	5,91±0,02	5,15±0,02	Семя	11,20±0,29	7,80±0,29	7,40±0,16	-----	10,80±0,39
		9,57±0,11	4,80±0,06	Лист	10,30±0,40	7,60±0,16	7,20±0,13	-----	10,40±0,34
		11,32±0,11	5,65±0,03	Луковица	15,10±0,28	10,10±0,18	8,60±0,13	-----	10,40±0,34

Примечания: \* – в местечке Яфрак, именно на высоте 1260 м, был собран *Allium oschaninii* O. Fedtsch в отличие от *Allium suworowii* Regel, который был собран там же, но на высоте 1370 м (табл. 10); \*\* – в местечке Кондара, именно на высоте 1240 м, был собран *Allium oschaninii* O. Fedtsch. в отличие от *Allium suworowii* Regel, который был собран там же, но на высоте 1187 м (табл. 10)

**Table 8** The content of polyphenols, antioxidants and antimicrobial activity of the above- and underground parts of *Allium oschaninii* O. Fedtsch. depending on altitude of plant growth

Place of collection	Height above sea level, m	Content of polyphenols	Anti-oxidant activity	Parts of plant	Antibacterial and fungicidal properties (mm)				
					<i>S. aureus</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>Kl. pneumoniae</i>	<i>E. coli</i>	<i>Candida</i>
Botanical Garden, GBAO	2320	5.83±0.04	5.56±0.02	Seed	7.90±0.18	10.70±0.33	8.00±0.15	-----	10.80±0.39
		10.42±0.05	5.50±0.03	Leaf	7.20±0.13	7.70±0.15	7.90±0.18	-----	10.40±0.34
		11.11±0.09	5.58±0.04	Bulb	8.60±0.22	10.80±0.20	8.90±0.28	-----	10.40±0.34
Khushyori, Varzob gorge	1449	5.87±0.01	5.25±0.01	Seed	10.50±0.31	10.90±0.35	8.20±0.13	-----	10.40±0.34
		9.70±0.09	4.62±0.05	Leaf	8.10±0.18	8.10±0.18	7.20±0.13	-----	10.40±0.34
		11.11±0.05	5.65±0.02	Bulb	11.00±0.21	10.90±0.23	8.30±0.15	-----	10.40±0.34
Vorukh, Isfara	1400	6.68±0.07	5.13±0.13	Seed	16.50±0.43	10.10±0.18	7.40±0.16	7.80±0.39	10.40±0.34
		9.57±0.06	4.65±0.05	Leaf	11.10±0.28	7.60±0.27	7.20±0.13	7.40±0.34	10.40±0.34
		11.03±0.13	5.69±0.02	Bulb	19.50±0.31	10.30±0.30	8.10±0.18	7.80±0.39	10.40±0.34
Yafraq, Ramit gorge	1260*	5.46±0.04	4.42±0.02	Seed	10.90±0.28	10.60±0.22	10.20±0.20	12.00±0.30	19.60±0.34
		10.04±0.03	4.68±0.03	Leaf	9.50±0.22	9.90±0.28	9.70±0.21	9.40±0.22	10.80±0.39
		10.32±0.03	5.37±0.02	Bulb	18.00±0.37	10.90±0.28	13.80±0.20	11.10±0.23	25.00±0.37
Kondara, Varzob gorge	1240**	5.91±0.02	5.15±0.02	Seed	11.20±0.29	7.80±0.29	7.40±0.16	-----	10.80±0.39
		9.57±0.11	4.80±0.06	Leaf	10.30±0.40	7.60±0.16	7.20±0.13	-----	10.40±0.34
		11.32±0.11	5.65±0.03	Bulb	15.10±0.28	10.10±0.18	8.60±0.13	-----	10.40±0.34

Notes: \* – *Allium oschaninii* O. Fedtsch. was collected in the town of Yafraq, at an altitude of exactly 1260 m, in contrast to *Allium suworowii* Regel, which was collected in the same place, but at an altitude of 1370 m (Table 10); \*\* – *Allium oschaninii* O. Fedtsch was collected in the town of Kondara, at an altitude of exactly 1240 m, in contrast to *Allium suworowii* Regel, which was collected in the same place, but at a height of 1187 m (Table 10)

**Таблица 9** Корреляционный анализ противомикробной активности над- и подземных частей *Allium oshanianii* O. Fedtsch. в зависимости от высоты произрастания (по критерию Пирсона)

**Table 9** Correlation analysis of the antimicrobial activity of the above- and underground parts of *Allium oshanianii* O. Fedtsch. depending on the altitude of plant growth (according to Pearson's criterion)

		A/A	П/Р	<i>S. aureus</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>Kl. pneumoniae</i>	<i>E. coli</i>	<i>Candida</i>
<b>Семя/Seed</b>								
Высота Height	r	=-0.69	=-0.05	=-0.56	=0.41	=-0.18	=-1.00	=-0.34
	p	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.01	>0.05
<b>Лист/Leaf</b>								
Высота Height	r	=0.93	=0.80	=-0.75	=-0.34	=-0.07	=-1.00	=-0.34
	p	=0.021	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.01	>0.05
<b>Луковица/Bulb</b>								
Высота Height	r	=-0.07	=-0.24	=-0.75	=0.35	=-0.25	=-1.00	=-0.34
	p	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	<0.01	>0.05

Примечания: А – антиоксиданты; П – полифенолы  
Notes: A – antioxidants; P – polyphenols

**Таблица 10** Содержание полифенолов, антиоксидантов и противомикробная активность над- и подземных частей *Allium suworowii* Regel в зависимости от высоты произрастания

Место сбора	Высота над уровнем моря, м	Полифенолы	Антиоксиданты	Используемые части	Антибактериальные и фунгицидные свойства (мм)				
					<i>S. aureus</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>Kl. pneumoniae</i>	<i>E. coli</i>	<i>Candida</i>
Дара, Рамитское ущелье	1798	5,24±0,02	6,36±0,13	Семя	8,00±0,21	7,90±0,23	7,90±0,23	7,30±0,15	9,90±0,28
		4,69±0,06	10,11±0,02	Лист	7,20±0,13	7,30±0,15	7,20±0,13	7,30±0,15	7,70±0,15
		5,74±0,03	10,99±0,07	Луковица	10,40±0,27	8,60±0,22	8,20±0,25	8,00±0,15	11,00±0,26
Сиёкух, Гиссарский район	1492	5,34±0,04	6,01±0,13	Семя	7,90±0,18	7,30±0,15	10,40±0,27	7,20±0,13	9,90±0,23
		4,80±0,04	10,11±0,02	Лист	7,30±0,15	7,40±0,16	7,90±0,18	7,20±0,13	7,90±0,23
		5,79±0,02	10,44±0,05	Луковица	10,30±0,26	8,30±0,26	10,80±0,25	8,00±0,15	10,20±0,20
Бассейн реки Варзоб, Варзобское ущелье	1436	5,24±0,01	5,83±0,05	Семя	10,30±0,21	8,40±0,16	10,10±0,23	10,40±0,27	19,00±0,37
		4,68±0,05	10,35±0,07	Лист	9,30±0,21	7,40±0,16	7,70±0,15	7,90±0,18	10,10±0,35
		5,62±0,02	10,58±0,03	Луковица	11,60±0,27	9,80±0,20	11,10±0,31	11,20±0,29	19,30±0,40
Яфрак, Рамитское ущелье	1370*	5,39±0,03	5,89±0,13	Семя	15,50±0,31	7,40±0,16	7,30±0,15	7,60±0,22	7,80±0,20
		5,41±0,11	10,77±0,04	Лист	10,20±0,39	7,40±0,16	7,20±0,13	7,30±0,15	7,30±0,15
		5,58±0,03	10,57±0,04	Луковица	12,30±0,54	8,60±0,22	7,70±0,21	8,60±0,16	10,80±0,25
Кондара, Варзобское ущелье	1187**	4,96±0,07	6,34±0,15	Семя	9,90±0,32	7,30±0,15	7,70±0,21	7,90±0,23	8,30±0,26
		4,51±0,04	10,01±0,05	Лист	8,00±0,21	7,20±0,13	7,40±0,16	7,30±0,15	7,60±0,22
		5,20±0,02	10,80±0,03	Луковица	11,00±0,26	8,30±0,15	9,90±0,18	8,40±0,16	11,20±0,29

и луковицах данного вида растения. Экстракты из этих частей растений, произрастающих на высоте 1370 м (Яфрак, Рамитское ущелье), показали повышенную противогрибковую активность с зоной подавления роста: семена – 19,60±0,34 мм и луковица – 25,00±0,37 мм, т.е. примерно в 2 и 2,5 раза больше, чем фунгицидная активность всех частей растений, произрастающих как ниже, так выше этой точки над уровнем моря.

О возможной взаимосвязи факторов высотного градиента с фунгицидной активностью сообщают и другие исследователи. В частности, сообщается, что высота может играть важную роль в росте растений, и это связано с интенсивностью солнечного света,

water supply, temperature conditions, and plant nutrients availability [24].

Table 10 shows the results of a regression analysis of the content of total polyphenols and the AOA of the above- and belowground parts of *A. suworowii* Regel and their possible relationship with antimicrobial and fungicidal activity depending on the altitude.

There is no correlation between the content of biocomponents with antimicrobial and fungicidal activity, depending on the altitude of plant growth and place of collection of the studied

**Table 10** Correlation analysis of the antimicrobial activity of the above- and underground parts of *Allium oshaninii* O. Fedsch. depending on the altitude of plant growth (according to Pearson's criterion)

Place of collection	Height above sea level, m	Content of polyphenols	Antioxidant activity	Parts of plants	Antibacterial and fungicidal properties (mm)				
					<i>S. aureus</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>Kl. pneumonia</i>	<i>E. coli</i>	<i>Candida</i>
Dara, Ramit gorge	1798	5.24±0.02	6.36±0.13	Seed	8.00±0.21	7.90±0.23	7.90±0.23	7.30±0.15	9.90±0.28
		4.69±0.06	10.11±0.02	Leaf	7.20±0.13	7.30±0.15	7.20±0.13	7.30±0.15	7.70±0.15
		5.74±0.03	10.99±0.07	Bulb	10.40±0.27	8.60±0.22	8.20±0.25	8.00±0.15	11.00±0.26
Siyokuh, Hissar region	1492	5.34±0.04	6.01±0.13	Seed	7.90±0.18	7.30±0.15	10.40±0.27	7.20±0.13	9.90±0.23
		4.80±0.04	10.11±0.02	Leaf	7.30±0.15	7.40±0.16	7.90±0.18	7.20±0.13	7.90±0.23
		5.79±0.02	10.44±0.05	Bulb	10.30±0.26	8.30±0.26	10.80±0.25	8.00±0.15	10.20±0.20
Basin of the Varzob River, Varzob gorge	1436	5.24±0.01	5.83±0.05	Seed	10.30±0.21	8.40±0.16	10.10±0.23	10.40±0.27	19.00±0.37
		4.68±0.05	10.35±0.07	Leaf	9.30±0.21	7.40±0.16	7.70±0.15	7.90±0.18	10.10±0.35
		5.62±0.02	10.58±0.03	Bulb	11.60±0.27	9.80±0.20	11.10±0.31	11.20±0.29	19.30±0.40
Yafrak, Ramit gorge	1370*	5.39±0.03	5.89±0.13	Seed	15.50±0.31	7.40±0.16	7.30±0.15	7.60±0.22	7.80±0.20
		5.41±0.11	10.77±0.04	Leaf	10.20±0.39	7.40±0.16	7.20±0.13	7.30±0.15	7.30±0.15
		5.58±0.03	10.57±0.04	Bulb	12.30±0.54	8.60±0.22	7.70±0.21	8.60±0.16	10.80±0.25
Kondara, Varzob gorge	1187**	4.96±0.07	6.34±0.15	Seed	9.90±0.32	7.30±0.15	7.70±0.21	7.90±0.23	8.30±0.26
		4.51±0.04	10.01±0.05	Leaf	8.00±0.21	7.20±0.13	7.40±0.16	7.30±0.15	7.60±0.22
		5.20±0.02	10.80±0.03	Bulb	11.00±0.26	8.30±0.15	9.90±0.18	8.40±0.16	11.20±0.29

Note: \* – *Allium suworowii* Regel was collected in the town of Yafrak, at an altitude of exactly 1370 m, in contrast to *Allium oshaninii* O. Fedsch., which was collected in the same place, but at an altitude of 1260 m (Table 8); \*\* – *Allium suworowii* Regel was collected in the town of Kondara, at an altitude of exactly 1187 m, in contrast to *Allium oshaninii* O. Fedsch., which was collected in the same place, but at an altitude of 1240 m

**Таблица 11** Корреляционный анализ противомикробной активности над- и подземных частей *Allium suworowii* Regel в зависимости от высоты произрастания (по критерию Пирсона)

**Table 11** Correlation analysis of antimicrobial activity of above- and belowground parts of *Allium suworowii* Regel depending on the altitude of plant growth (according to Pearson's criterion)

		A/A	П/Р	<i>S. aureus</i>	<i>Ps. aeruginosa</i>	<i>Kl. pneumoniae</i>	<i>E. coli</i>	<i>Candida</i>
<b>Семя/Seed</b>								
Высота Height	r	=0.45	=0.20	=-0.44	=0.40	=0.12	=-0.22	=0.11
	p	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
<b>Лист/Leaf</b>								
Высота Height	r	=-0.03	=-0.13	=-0.44	=0.25	=-0.14	=-0.06	=-0.02
	p	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05
<b>Луковица/Bulb</b>								
Высота Height	r	=-0.79	=-0.52	=-0.47	=0.08	=-0.28	=-0.19	=-0.07
	p	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05	>0.05

Примечания: А – антиоксиданты; П – полифенолы

Notes: A – antioxidants; P – polyphenols

количеством воды, температурными условиями и доступностью питательных веществ для растений [24].

В табл. 10 показаны результаты регрессивного анализа по содержанию общих полифенолов и АОА над- и подземных частей *A. suworowii* Regel и их возможная взаимосвязь с противомикробной и фунгицидной активностью в зависимости от высоты произрастания.

Корреляции между содержанием биоконпонентов с противомикробной и фунгицидной активностью в зависимости от высоты и места сбора исследуемого сырья не наблюдается, т.е. разница была статистически незначимой, что указано в табл. 11.

raw materials, i.e. the difference was not statistically significant, as shown in Table 11.

### CONCLUSION

Thus, for the first time we have studied correlations between biologically active components and antimicrobial and fungicidal properties of some species of the genus *Allium* growing in Tajikistan, depending on the altitude gradient. Our results allow us to conclude that the above- and underground parts of some wild growing and endemic species of the genus *Allium* have



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, впервые нами изучены корреляционные связи между биологически активными компонентами, противомикробными и фунгицидными свойствами некоторых видов рода *Allium*, произрастающих в Таджикистане, в зависимости от высотного градиента. Полученные нами результаты позволяют заключить, что над- и подземные части некоторых дикорастущих и эндемичных видов рода *Allium* обладают различной степенью антиоксидантной активности благодаря содержанию общих полифенолов. Содержание общих полифенолов и антиоксидантная способность экстрактов, полученных из различных частей растений, варьируют в больших диапазонах. В некоторых случаях прослеживаются прямые корреляционные связи различной силы между содержанием полифенолов, антиоксидантными, противомикробными и фунгицидными свойствами. Эндемичные виды – *A. schugnanicum* Vved. и *A. pamiricum* Wendelbo – по этим показателям выражено отличаются как между собой, так и от других широко распространённых дикорастущих видов рода *Allium*.

varying degrees of antioxidant activity due to the content of total polyphenols. The content of total polyphenols and the antioxidant activity of extracts obtained from different parts of plants vary over a wide range. In some cases, there are direct correlations of varying strength between the content of polyphenols, antioxidant, antimicrobial, and fungicidal properties. Endemic species, such as *A. schugnanicum* Vved. and *A. pamiricum* Wendelbo, clearly differ on these indicators from each other and from other widespread wild species of the genus *Allium*.

## ЛИТЕРАТУРА

- Sagar NA, Pareek S, Sharma S, Yahia EM, Lobo MG. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comp. Rev Food Sci Food Saf.* 2018;17(1):512-31.
- Santas J, Almajano MP, Carbo R. Antimicrobial and antioxidant activity of crude onion (*Allium cepa* L.) extracts. *Int J Food Sci Technol.* 2010;45(1):403-9.
- Иванова И, Бухаров АФ, Балеев ДН, Бухарова АР, Кашлева АИ, Середин ТМ, и др. Биохимический состав листьев видов *Allium* L. в условиях Московской области. *Достижения науки и техники АПК.* 2019;33(5):47-50.
- Liu Q, Meng X, Li Y, Zhao CN, Tang GY, Li HB. Antibacterial and antifungal activities of spices. *Int J Mol Sci.* 2017;18:3-61.
- Ahmad KhSh, Jameel M, Kanwal S, Shahid S. Medicinal importance of *Allium* species: A current review. *International Journal of Pharmaceutical Science and Research.* 2017;2(3):29-39.
- Мирзоева ФД, Авербах ММ, Стержанова НВ, Саторов СС, Никоненко БВ. Влияние экстракта лука Ошанина (горный Таджикистан) на течение туберкулёзной инфекции в эксперименте у инбредных мышей. *Вестник ЦНИИТ.* 2021;1:21-7.
- Othman L, Sleiman A, Raula M, Abdel M. Antimicrobial activity of polyphenols and alkaloids in Middle Eastern plants. *Front Microbiol.* 2019;10:911.
- Satorov S, Mirzoeva F, Kurbonbekova Sh, Satorov Sh, Vakhidova M, Dushenkov V. Antibacterial, antifungal, antioxidant activity and polyphenol content of aerial parts and bulb of *Allium schugnanicum*. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin].* 2020;22(1):98-105. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2020-22-1-98-105>
- Mojzer BE, Hrnčić MK, Skerget M, Knez Z, Bren U. Polyphenols: Extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules.* 2016;21(7):901.
- Wu D, Kong Y, Cong H, Chen J, Hu L, Jiang H, Shen J. D-Alanine: D-alanine ligase as a new target for the flavonoids quercetin and apigenin. *Int J Antimicrob Agents.* 2008;32(5):421-6
- Саторов С, Мирзоева Ф.Д. Содержание общих полифенолов и антиоксидантная активность растений рода *Allium* и их корреляция с антибактериальной и противогрибковой активностью. *Здравоохранение Таджикистана.* 2021;2:85-97.
- Sah P, Al-Tammi B, Al-Nassri N, Al-Mamari R. Effect of temperature on antibiotic properties of garlic (*Allium sativum* L.) and ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *African Journal of Biotechnology.* 2012;11:16192-5.
- Демиденко ГА. Роль экологических факторов при выращивании пера лука репчатого в закрытых агросистемах Красноярской агломерации. *Вестник КрасГАУ.* 2016;7(10):1-11.

## REFERENCES

- Sagar NA, Pareek S, Sharma S, Yahia EM, Lobo MG. Fruit and vegetable waste: Bioactive compounds, their extraction, and possible utilization. *Comp. Rev Food Sci Food Saf.* 2018;17(1):512-31.
- Santas J, Almajano MP, Carbo R. Antimicrobial and antioxidant activity of crude onion (*Allium cepa* L.) extracts. *Int J Food Sci Technol.* 2010;45(1):403-9.
- Ivanova I, Bukharov AF, Baleev DN, Bukharova AR, Kashleva AI, Seredin TM, i dr. Biokhimičeskij sostav list'ev vidov *Allium* L. v usloviyakh Moskovskoy oblasti [Biochemical composition of the leaves of *Allium* L. species in the Moscow region]. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK.* 2019;33(5):47-50.
- Liu Q, Meng X, Li Y, Zhao CN, Tang GY, Li HB. Antibacterial and antifungal activities of spices. *Int J Mol Sci.* 2017;18:3-61.
- Ahmad KhSh, Jameel M, Kanwal S, Shahid S. Medicinal importance of *Allium* species: A current review. *International Journal of Pharmaceutical Science and Research.* 2017;2(3):29-39.
- Mirzoeva FD, Averbakh MM, Sterzhanova NV, Satorov SS, Nikonenko BV. Vliyaniye ekstrakta luka Oshanina (gornyy Tadjikistan) na techenie tuberkulyoznoy infektsii v eksperimente u inbrednykh myshey [Influence of onion extract of *oshaninii* (mountainous Tajikistan) on the course of tuberculosis infection in an experiment in inbred mice]. *Vestnik TSNIT.* 2021;1:21-7.
- Othman L, Sleiman A, Raula M, Abdel M. Antimicrobial activity of polyphenols and alkaloids in Middle Eastern plants. *Front Microbiol.* 2019;10:911.
- Satorov S, Mirzoeva F, Kurbonbekova Sh, Satorov Sh, Vakhidova M, Dushenkov V. Antibacterial, antifungal, antioxidant activity and polyphenol content of aerial parts and bulb of *Allium schugnanicum*. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin].* 2020;22(1):98-105. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2020-22-1-98-105>
- Mojzer BE, Hrnčić MK, Skerget M, Knez Z, Bren U. Polyphenols: Extraction methods, antioxidative action, bioavailability and anticarcinogenic effects. *Molecules.* 2016;21(7):901.
- Wu D, Kong Y, Cong H, Chen J, Hu L, Jiang H, Shen J. D-Alanine: D-alanine ligase as a new target for the flavonoids quercetin and apigenin. *Int J Antimicrob Agents.* 2008;32(5):421-6
- Satorov S, Mirzoeva FD. Soderzhanie obshchich polifenolov i antioksidantnaya aktivnost' rasteniy roda *Allium* i ikh korrelyatsiya s antibakterial'noy i protivogribkovoy aktivnost'yu [The content of significant polyphenols and antioxidant activity of plants of the genus *Allium* and their correlation with antibacterial and antifungal activity]. *Zdravookhraneniye Tadjikistana.* 2021;2:85-97.
- Sah P, Al-Tammi B, Al-Nassri N, Al-Mamari R. Effect of temperature on antibiotic properties of garlic (*Allium sativum* L.) and ginger (*Zingiber officinale* Rosc.). *African Journal of Biotechnology.* 2012;11:16192-5.
- Demidenko GA. Rol' ekologičeskikh faktorov pri vyrashchivanii pera luka repchatogo v zakrytykh agrosistemakh Krasnoyarskoy aglomeratsii [The role of environmental factors in the cultivation of onion feathers in closed agrosystems of the Krasnoyarsk agglomeration]. *Vestnik KrasGAU.* 2016;7(10):1-11.

14. Фомина ТИ, Кукушкина ТА. Содержание биологически активных веществ в надземной части некоторых видов лука (*Allium L.*). *Химия растительного сырья*. 2019;3:177-84.
15. Sagar NA, Pareek S. Antimicrobial assessment of polyphenolic extracts from onion (*Allium cepa L.*) skin of fifteen cultivars by sonication-assisted extraction method. *Heliyon*. 2020;6(11):e05478.
16. Мирзоева ФД, Саторов С. Сравнительная оценка фунгицидной активности широко распространённых дикорастущих и эндемичных видов рода *Allium*, произрастающих в Таджикистане. *Здравоохранение Таджикистана*. 2021;3:55-61.
17. de Falco B, Bonanomi G, Lanzotti V. Dithiosulfates and sulfoxides with antifungal activity from bulbs of *Allium sativum L.* var. *Voghiera*. *Natural Product Communication*. 2018;13(9):1164-6.
18. Khodadi S, Nejetsattori T, Naqinezhad A, Aliebrahimzadeh M. Diversity in antioxidant properties and mineral contents of *Allium paradoxum* in the Hyrcanian forests, Northern Iran. *Biodiversitas*. 2015;16(2):281-7.
19. Thabti I, Elfalleh W, Tlili N, Ziadi M, Campos MG, Ferchichi A. Phenols, flavonoids, and antioxidant and antibacterial activity of leaves and stem Bark of *Morus* species. *International Journal of Food Properties*. 2014;17(4):842-85.
20. Саторов С, Мирзоева ФД, Саторов ШС, Вахидова М, Душенков В. Сравнительная характеристика антибактериальной активности некоторых растений, произрастающих в центральной части Республики Таджикистан. *Вестник Авиценны*. 2019;21(4):643-54. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2019-21-4-643-654>
21. Skubel SA, Dushenkov V, Graf BL, Niu Q, Poulev A, Kalariya HM, et al. Rapid, field deployable method for collecting and preserving plant metabolome for biochemical and functional characterization. *PLoS One*. 2018;13(9):1-19.
22. Khalil N, El-Jalel L, Yousif M, Gonaid M. Altitude impact on the chemical profile and biological activities of *Satureja thymbra L.* essential oil. *BMC Complement Med Ther*. 2020;20(1):186.
23. Munné-Bosch S, Cotado A, Morales M, Fleta-Soriano E, Vilellas J, Garcia MB. Adaptation of the long-lived monocarpic perennial *Saxifraga longifolia* to high altitude. *Plant Physiol*. 2016;172(2):765-75.
24. Kara M, Soyly S, Turkmen M, Kaya A. Determination and antifungal activities of laurel and fennel essential oils against fungal disease agents of cypress seedlings. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 2020;17(2):264-75.
14. Fomina TI, Kukushkina TA. Soderzhanie biologicheskii aktivnykh veshchestv v nadzemnoy chaste nekotorykh vidov luka (*Allium L.*) [The content of biologically active substances in the aerial part of some types of onions (*Allium L.*)]. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*. 2019;3:177-84.
15. Sagar NA, Pareek S. Antimicrobial assessment of polyphenolic extracts from onion (*Allium cepa L.*) skin of fifteen cultivars by sonication-assisted extraction method. *Heliyon*. 2020;6(11):3-4.
16. Satorov S, Mirzoeva FD. Sravnitel'naya otsenka fungitsidnoy aktivnosti shiroko rasprostranennykh dikorastushchikh i endemichnykh vidov roda *Allium*, proizrastayushchikh v Tadjikistane [Comparative evaluation of the fungicidal activity of widespread wild and endemic species of the genus *Allium* growing in Tajikistan]. *Zdravookhraneniye Tadjikistana*. 2021;3:55-61.
17. de Falco B, Bonanomi G, Lanzotti V. Dithiosulfates and sulfoxides with antifungal activity from bulbs of *Allium sativum L.* var. *Voghiera*. *Natural Product Communication*. 2018;13(9):1164-6.
18. Khodadi S, Nejetsattori T, Naqinezhad A, Aliebrahimzadeh M. Diversity in antioxidant properties and mineral contents of *Allium paradoxum* in the Hyrcanian forests, Northern Iran. *Biodiversitas*. 2015;16(2):281-7.
19. Thabti I, Elfalleh W, Tlili N, Ziadi M, Campos MG, Ferchichi A. Phenols, flavonoids, and antioxidant and antibacterial activity of leaves and stem Bark of *Morus* species. *International Journal of Food Properties*. 2014;17(4):842-85.
20. Satorov S, Mirzoeva F, Satorov S, Vakhidova M, Dushenkov V. Sravnitel'naya kharakteristika antibakterial'noy aktivnosti nekotorykh rasteniy, proizrastayushchikh v tsentral'noy chaste Respubliki Tadjikistan [Comparative characteristics of antibacterial activity of plants growing in the central part of the Republic of Tajikistan]. *Vestnik Avitsenny [Avicenna Bulletin]*. 2019;21(4):643-54. Available from: <https://doi.org/10.25005/2074-0581-2019-21-4-643-654>
21. Skubel SA, Dushenkov V, Graf BL, Niu Q, Poulev A, Kalariya HM, et al. Rapid, field deployable method for collecting and preserving plant metabolome for biochemical and functional characterization. *PLoS One*. 2018;13(9):1-19.
22. Khalil N, El-Jalel L, Yousif M, Gonaid M. Altitude impact on the chemical profile and biological activities of *Satureja thymbra L.* essential oil. *BMC Complement Med Ther*. 2020;20(1):186.
23. Munné-Bosch S, Cotado A, Morales M, Fleta-Soriano E, Vilellas J, Garcia MB. Adaptation of the long-lived monocarpic perennial *Saxifraga longifolia* to high altitude. *Plant Physiol*. 2016;172(2):765-75.
24. Kara M, Soyly S, Turkmen M, Kaya A. Determination and antifungal activities of laurel and fennel essential oils against fungal disease agents of cypress seedlings. *Journal of Tekirdag Agricultural Faculty*. 2020;17(2):264-75.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

**Мирзоева Фазила Давлаталиевна**, и.о. заведующей кафедрой микробиологии, иммунологии и вирусологии, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

ORCID ID: 0000-0003-0187-0334

E-mail: fazila.mirzoeva88@mail.ru

## Информация об источнике поддержки в виде грантов, оборудования, лекарственных препаратов

Финансовой поддержки со стороны компаний-производителей лекарственных препаратов и медицинского оборудования автор не получила

**Конфликт интересов:** отсутствует

## АДРЕС ДЛЯ КОРРЕСПОНДЕНЦИИ:

**Мирзоева Фазила Давлаталиевна**

и.о. заведующей кафедрой микробиологии, иммунологии и вирусологии, Таджикский государственный медицинский университет им. Абуали ибни Сино

734003, Республика Таджикистан, г. Душанбе, пр. Рудаки, 139

Тел.: +992 (919) 192191

E-mail: fazila.mirzoeva88@mail.ru

## AUTHOR INFORMATION

**Mirzoeva Fazila Davlataliyeva**, Acting Head of the Department of Microbiology, Immunology and Virology, Avicenna Tajik State Medical University

ORCID ID: 0000-0003-0187-0334

E-mail: fazila.mirzoeva88@mail.ru

## Information about support in the form of grants, equipment, medications

The author did not receive financial support from manufacturers of medicines and medical equipment

**Conflicts of interest:** The author has no conflicts of interest

## ADDRESS FOR CORRESPONDENCE:

**Mirzoeva Fazila Davlataliyeva**

Acting Head of the Department of Microbiology, Immunology and Virology, Avicenna Tajik State Medical University

734003, Republic of Tajikistan, Dushanbe, Rudaki Ave., 139

Tel.: +992 (919) 192191

E-mail: fazila.mirzoeva88@mail.ru

**ВКЛАД АВТОРОВ**

Разработка концепции и дизайна исследования: МФД  
Сбор материала: МФД  
Статистическая обработка данных: МФД  
Анализ полученных данных: МФД  
Подготовка текста: МФД  
Редактирование: МФД  
Общая ответственность: МФД

*Поступила* 21.01.22  
*Принята в печать* 31.03.22

**AUTHOR CONTRIBUTIONS**

Conception and design: MFD  
Data collection: MFD  
Statistical analysis: MFD  
Analysis and interpretation: MFD  
Writing the article: MFD  
Critical revision of the article: MFD  
Overall responsibility: MFD

*Submitted* 21.01.22  
*Accepted* 31.03.22