

морфологического типа листа, дистальная часть листа имеет унифациальное строение.

Графики значений R в зависимости от уровня среза для молодых примордиев на стадии двух зон у большинства исследованных видов имеют выраженный пик (Рис. 1, Б–Г). При анализе данных анатомического и морфологического исследования было установлено, что область пика соответствует границе между нижней и верхней зонами листа.

Таким образом, использование отношения вписанной и описанной окружностей может быть эффективным методом для автоматизированной оценки наличия морфологического края на поперечных срезах и определения фациальности и ее изменения в морфогенезе листа. Изменение фациальности можно также использовать для разграничения частей листа начиная со стадии двух зон.

Список литературы

1. Тимонин А.К., Озерова Л.В. Строение, происхождение и эволюция вальковатых листьев в секции Rowleyani C. Jeffrey рода *Senecio* L. (Asteraceae) // Известия Российской академии наук. Серия биологическая. - 1993. - №13. - С. 393-401.
2. Fedotov A.P., Ozerova L.V., Timonin A.C. Development of the leaf forerunner tip (Vorläuferspitze) in *Curio* affinities (Asteraceae: Senecioneae), a structure unique to dicots // Botanica Pacifica. - 2023. - Vol. 12, №1 - P. 39-46.
3. Fedotov A.P., Ozerova L.V., Timonin A.C. Leaf development in *Curio articulatus* (L. f.) P. V. Heath (Asteraceae – Senecioneae) // Wulfenia. - 2016. - Vol. 23 - P. 135-146.
4. Melo-de-Pinna G.F.A., Hernandez-Lopes J., Ogura A.S., Santos L.K., Silva D.C., Haevermans T. Growth patterns and different arrangements of vascular tissues in succulent leaves // Int. J. Plant Sci. - 2016. - Vol. 177, №8. - P. 643–660.
5. Rudall P.J., Buzgo M. Evolutionary history of the monocot leaf // In: Developmental genetics and plant evolution (Ed. Quentin C.B. Cronk, Richard M. Bateman, Julie A. Hawkins), 2002 - P. 431-458.
6. Schindelin J., Arganda-Carreras I., Frise E., Kaynig V., Longair M., Pietzsch T., Preibisch S., Rueden C., Saalfeld S., Schmid B., Tinevez J.-Y., White D.J., Hartenstein V., Eliceiri K., Tomancak P., Cardona A. Fiji: an open-source platform for biological-image analysis // Nat Methods. - 2012. - Vol. 9, №7. - P. 676 – 682.

УДК 621.039.332:677.163.1

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ГИДРОЛАТА АЛОЭ ВЕРА (*ALOE VERA* L.), КАК ПРИРОДНОГО ТОНИКА

Елена Сергеевна ЧИЧКАНОВА¹, Татьяна Павловна САТАЕВА²,
Оксана Михайловна ШЕВЧУК¹, Надежда Николаевна БАКОВА¹, Анфиса Евгеньевна ПАЛИЙ¹,
Ирина Анатольевна ФЕДОТОВА¹, Екатерина Анатольевна МЕЛКОЗЁРОВА¹

¹ ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный Научный Центр РАН», г. Ялта

² Институт «Медицинская академия им. С.И. Георгиевского», Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, г. Симферополь

e-mail*: lena.chichkanovarevenko@mail.ru
tanzcool@mail.ru

THE PROSPECT OF USING *ALOE VERA* L. HYDROLATE AS A NATURAL TONIC

Elena S. CHICHKANOVA¹, Tatyana P. SATAEVA², Oksana M. SHEVCHUK¹,
Nadezhda N. BAKOVA¹, Anfisa E. PALIY¹, Irina A. FEDOTOVA¹, Ekaterina A. MELKOZEROVA¹

¹ Nikita Botanic Gardens – National scientific Center of RAS, Yalta

² Institute «S.I. Georgievsky Medical Academy», V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol

Аннотация. Выявлен компонентный состав гидролата алоэ вера (*Aloe vera* L.), который представлен летучими соединениями: Eucalyptol (0,14 мг/дм³), Isomenthone (0,08 мг/дм³), α-Bisabolone oxide A (0,36 мг/дм³), α-Bisabolol (0,45 мг/дм³) и α-Bisabolol oxide (0,09 мг/дм³). Определено суммарное содержание фенольных соединений в гидролате (10 мг/дм³, его антиоксидантная активность (0,20±0,06 мг/дм³) и антимикробное воздействие на штаммы патогенных микроорганизмов (*Staphylococcus aureus* (штамм – ATCC 25923), *Escherichia coli* (штамм – ATCC 25922)). Присутствие в гидролате алоэ вера эвкалиптола, бисаболола и изоментона обуславливает его противовоспалительные, бактерицидные, антисептические, спазмолитические, дезодорирующие, тонизирующие, успокаивающие, заживляющие, увлажняющие и питательные свойства. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности использования гидролата алоэ вера в производстве косметологических препаратов с антибактериальным и антисептическим действием.

Ключевые слова: *Aloe vera* L.; гидролат; антимикробная и антиоксидантная активность

Abstract. The component composition of aloe vera hydrolate (*Aloe vera* L.) was revealed, which is represented by volatile compounds: Eucalyptol (0.14 mg/dm³), Isomenthone (0.08 mg/dm³), α-Bisabolone oxide A (0.36 mg/dm³), α-Bisabolol (0.45 mg/dm³) and α-Bisabolol oxide (0.09 mg/dm³). The total content of phenolic compounds in the hydrolate (10 mg/dm³), its antioxidant activity (0.20±0.06 mg/dm³) and antimicrobial effect on strains of pathogenic microorganisms (*Staphylococcus aureus* (strain – ATCC 25923), *Escherichia coli* (strain – ATCC 25922)). The presence of eucalyptol, bisabolol and isomentone in aloe vera hydrolate causes its anti-inflammatory, bactericidal, antiseptic, antispasmodic, deodorizing, tonic, soothing, healing, moisturizing and nourishing properties, with antibacterial and antiseptic action.

Keywords: *Aloe vera* L.; hydrolate; antimicrobial and antioxidant activity; biochemical analysis

Род *Aloe* L. принадлежит к семейству асфodelовых (Asphodelaceae Juss.) (Дворянинова, Шестак, 1985). Виды этого рода используются во всем мире как лекарственные растения и применяются в косметологической, парфюмерной и медицинской промышленности (Чиков, 1989; Перевозченко, 1990; Горбань и др., 2004; Зайцев и др., 2022). Природный ареал растений рода алоэ охватывает Аравийский полуостров, Африку, Судан, Канарские острова, о. Мадагаскар.

Лекарственным сырьем алоэ вера являются листья, в которых и заложен основной запас микро- и макроэлементов (калий, кальций, магний, цинк, медь), сложные эфиры и следы эфирного масла, органические кислоты, сахара, витамины, полисахариды, фенольные соединения, ферменты и т.д. Следует отметить, что в последнее время в косметологических линиях всё чаще вводят парфюмированные продукты в виде гидролатов и природных тоников. Нами впервые получен и исследован продукт переработки алоэ вера, в виде гидролата. Природные тоники рекомендуют распылять на кожу и волосы в течение всего дня, ополаскивать волосы, делать ванночки, компрессы, маски, шампуни и др. косметические продукты, а также использовать в качестве ароматерапевтических средств. Стремительно возникающая бактериальная резистентность к антибиотикам становится все более серьезной проблемой для современной медицины. Используемые в настоящее время антибиотики не всегда способны остановить многие бактериальные инфекции из-за появления и распространения мультирезистентных штаммов. Кроме того, антибиотикорезистентные штаммы всё чаще формируют микробные ассоциации, состоящие в основном из стафилококков, патогенных грибов и отдельных представителей семейства Enterobacteriaceae (кишечная палочка, протей и др.). По этой причине продолжается поиск новых противомикробных агентов либо путем разработки и синтеза новых агентов, либо путем поиска природных источников еще не открытых противомикробных агентов. В частности, возродился интерес к растительным препаратам. В связи с выше сказанным, целью данной работы является – определение антиоксидантной, антимикробной активности; изучение химического состава гидролата алоэ вера для подтверждения его фармакологического потенциала и перспективы применения в парфюмерии, косметике и медицине.

Образцы листьев алоэ вера были собраны в весенний период (1-я декада марта), во время вегетации до наступления фазы «цветения» и использованы для приготовления гидролата. Растения выращивали в условиях закрытого грунта в оранжерее Никитского ботанического сада. Гидролат получали методом паровой дистилляции с помощью установки «Альфа-Эфир» (<http://ecolgroup.ru/Alfa-Ether.html>). Компонентный состав летучих веществ экстрактов определяли с помощью аппаратно-программного комплекса на базе хроматографа «Хроматэк-Кристалл 5000.2», оснащенного масс-спектрометрическим детектором (Национальный Институт Стандартов и Технологий, США). Программа поиска и идентификации спектров MS Search (США). Антиоксидантную активность гидролата определяли амперометрическим методом на приборе ЦветЯуза-01-АА (Яшин, 2008). В качестве контроля использовали раствор галловой кислоты. Определение суммарного содержания фенольных веществ проводили по методу Фолина-Чиокальтео (Гержикова, 2002) на спектрофотометре Evolution 220 UV/VIS фирмы Thermo Scientific.

Проводили изучение воздействия гидролата алоэ вера на колонии следующей грибной и бактериальной микрофлоры (Методы контроля..., 2008): *Staphylococcus aureus* (референтный штамм – ATCC 25923), *Escherichia coli* ATCC (референтный штамм – 25922), *Candida albicans* (референтный штамм – ССМ 885) из коллекции живых культур кафедры микробиологии, вирусологии и иммунологии Института «Медицинская академия им. С.И. Георгиевского».

При составлении эксперимента руководствовались следующим принципом: гидролат разбавляли в ростовой питательной среде (агар-агар) с добавлением штаммов в соотношении – 1:1, 1:2, 1:4, где 1 – гидролат, а 1, 2, 4 – питательная среда. Контролем служили образцы с культурами без добавления гидролата алоэ (К), которые инкубировали в стерильной дистиллированной воде.

Нами были проведены исследования антиоксидантной, антимикробной активности гидролата алоэ вера, изучен биохимический состав летучих соединений гидролата. Определена суммарная антиоксидантная активность, которая составила $0,20 \pm 0,06$ мг/дм³. Суммарное содержание фенольных соединений в гидролате составило 10 мг/дм³. Проведен биохимический анализ состава гидролата алоэ вера. Идентифицированы: eucalyptol, isomenthone, α -bisabolone oxide A, α -bisabolol, α -bisabolol oxide (табл. 1). Исходя из дан-

ных таблицы 1, видно, что основными летучими компонентами гидролата алоэ вера являются: α -bisabolone oxide (0,36 мг/дм³), α -bisabolol (0,45 мг/дм³) и eucalyptol (0,14 мг/дм³). Летучие соединения – эвкалиптола, бисаболола, изоментона, обладают такими общими свойствами, как: оказывают противовоспалительное, бактерицидное, антисептическое, спазмолитическое, дезодорирующее, тонизирующее, успокаивающее, заживляющее, барьерное, увлажняющее и питательное действия.

Для борьбы с полирезистентными штаммами микроорганизмов, а также с целью предотвращения их распространения во всем мире идет активный поиск средств органического происхождения с высокой биологической активностью (Плискин, 2020).

Табл. 1. Компонентный состав летучих соединений, и их концентрация в гидролате Aloe vera L.

Компоненты	Время выхода, мин	Концентрация компонента в гидролате, мг/дм ³
Eucalyptol	6.65	0,14
Isomenthone	9.98	0,08
Dodecane*	11.41	-
α -Bisaboloneoxide A	25.79	0,36
α -Bisabolol	25.87	0,45
α -Bisabolol oxide	27.59	0,09

*Компонент использован в качестве внутреннего стандарта, в гидролате алоэ вера отсутствует

Установлено, что при разведении питательного субстрата с гидролатом алоэ вера в соотношении 1:1, рост колоний микрофлоры, представленной *S. aureus*, составил всего – 53,3%, т. е. 46,7% колоний данного штамма подверглись угнетению. При разведении гидролата (1) и питательной среды (4) в соотношении 1:4, рост колонии составил 59,8 %, т.е. 40,2% колонии стафилококка подверглись угнетению (табл. 2). При разведении гидролата с питательной средой 1:1, рост колоний *E. coli* составил 52,6% (показатель угнетения роста колоний составил 47,4%). При соотношении разведения гидролата с питательной средой 1 (гидролат): 4 (питательная среда), рост колоний эшерихий составил всего 67,4 %, при этом 32,6% колонии референтного штамма

подверглось угнетению. Установлено, что разведение гидролата алоэ вера более, чем 1:1 приводило к резкому снижению антимикробной активности в отношении *E. coli*. Как показали наши исследования, на рост *C. albicans* гидролат не оказывал угнетающего действия, поскольку согласно данным оптической плотности, рост колоний грибов при разведении 1:1 не отличался от контрольных показателей и составил 100 %, что указывает на отсутствие выраженного антифунгального эффекта у данного гидролата.

Табл. 2. Результаты воздействия гидролата алоэ вера на бактериальную и грибную патогенную микрофлору

Варианты	Контроль		Серийное разведение гидролата (1,1,1) с питательной средой (1,2,4)					
			1:1		1:2		1:4	
<i>S. aureus</i>	Δ ОП	%	Δ ОП	%	Δ ОП	%	Δ ОП	%
	0,465	100	0,248	53,3	0,278	59,8	0,278	59,8
<i>E. coli</i>	Δ ОП	%	Δ ОП	%	Δ ОП	%	Δ ОП	%
	0,359	100	0,189	52,6	0,229	63,8	0,242	67,4
<i>C. albicans</i>	Δ ОП	%	Δ ОП	%	Δ ОП	%	Δ ОП	%
	–	100	–	–	–	–	–	–

Примечание: в соотношении 1, 1, 1 – это гидролат; а 1, 2, 4 – питательная среда; Δ ОП – разница оптической плотности (у.е.) – это разница между началом роста колоний и его конечной точкой; % – процент выросших колоний определённого штамма в контроле и при разведении инокулята гидролатом

Таким образом, выявлен компонентный состав летучих соединений гидролата алоэ вера, который представлен следующими соединениями – α -bisabolone oxide (0,36 мг/дм³), α -bisabolol (0,45 мг/дм³) и eucalyptol (0,14 мг/дм³). Определена его антиоксидантная активность, которая составила – $0,20 \pm 0,06$ мг/дм³; суммарное содержание фенольных соединений – 10 мг/дм³.

Установлено, что при разведении гидролата с питательной средой не более, чем в соотношении 1:1 антимикробная активность в отношении *E. coli*, *S. aureus* резко снижается. На основании комплексного анализа компонентного состава гидролата алоэ вера, его антимикробной, антиоксидантной активности можно рекомендовать данный гидролат, как биологически актив-

ный компонент, обладающий антибактериальным действием для созданий новых видов парфюмерно-косметической продукции.

Список литературы

1. Горбань А.Т., Горлачева С.С., Кривуненко В.П. Лекарственные растения: вековой опыт изучения и возделывания. // – Полтава: «Вёрстка», 2004. – 232 с.
2. Гержикова В.Г. Методы теххимического контроля в виноделии. // – Симферополь: Таврида, 2002. – 259 с.
3. Дворянинова К.Ф., Шестак В.И. Тропические и субтропические растения в оранжереях ботанического сада АН МССР. Краткие итоги интродукции. – Кишинев: «Штиинца», 1985. – С. 131-134.
4. Зайцев Е.Р., Овсянников А.Г. Применение алоэ вера в современной медицине. // Тенденции развития науки и образования. – 2022. – № 82-2. – С. 139-143.
5. Методы контроля. Биологические и микробиологические факторы. Методы контроля бактериологических питательных сред: Методические указания МУК 4.2.2316–08. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. – 2008. – 67 с.
6. Перевозченко И.И. Лекарственные растения в современной медицине. // – К.: О-во «Знание» УССР, 1990. – 480 с.
7. Плиска Н.Н. Основной возбудитель остеомиелита – золотистый стафилококк и его чувствительность. // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2020. – № 7. – С. 45-49
8. Чиков П.С. Лекарственные растения. // – М.: Агропромиздат, 1989. – 431 с.
9. Яшин А.Я. Инжекционно-проточная система с амперометрическим детектором для селективного определения антиоксидантов в пищевых продуктах и напитках. // Рос. хим. ж. (Ж. Рос. хим. об-ва им. Д.И. Менделеева). – 2008. – Т. LII. – № 2. – С. 130-135.
10. <http://ecolgroup.ru/Alfa-Ether.html>

УДК 57.082.26:633.526.2(477.75)

КУЛЬТИВИРОВАНИЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *AGAVE* L. В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

Елена Сергеевна ЧИЧКАНОВА, Александр Павлович МАКСИМОВ

ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный Научный Центр РАН», г. Ялта

e-mail: lena.chichkanovarevenko@mail.ru

CULTIVATION OF REPRESENTATIVES OF THE GENUS *AGAVE* L. IN THE CONDITIONS OF THE SOUTH COAST OF CRIMEA

Elena S. CHICHKANOVA, Alexander P. MAKSIMOV

Nikita Botanic Gardens – National scientific Center of RAS, Yalta

Аннотация. В работе освещены общие сведения о культивировании растений рода *Agave* L. и уточнены некоторые особенности относительно укрытия на зиму в открытом грунте для 15 видов и 2 разновидностей агав, представленных в коллекции Никитского ботанического сада. Даны – комплекс агротехнических мероприятий растений рода *Agave* L., особенности их семенного и вегетативного размножения, а также отображены некоторые проблемы при выращивании данной культуры в условиях открытого и закрытого грунтов.

Ключевые слова: *Agave* L., культивирование, агротехнические приемы, Южный берег Крыма, Никитский ботанический сад

Abstract. The paper highlights general information about the cultivation of plants of the genus *Agave* L. and clarifies some features regarding shelter for the winter in the open ground of 15 species and 2 varieties of agaves presented in the collection of the Nikitsky Botanical Garden. Given are a set of agrotechnical measures for plants of the genus *Agave* L., the features of their seed and vegetative propagation, and some problems are displayed when growing this crop in open and closed ground conditions.

Key words: *Agave* L., cultivation, agrotechnical practices, Southern Coast of Crimea, Nikitsky Botanical Garden

Введение. Озеленение Южного берега Крыма (далее – ЮБК) в настоящее время невозможно представить без внедрения новых, высокодекоративных, экзотических растений. Одной из главных задач для озеленения ЮБК является внедрение новых, перспективных видов растений, в частности агавы, и разработка рекомендаций по их культивированию и использованию в зелёном строительстве (Максимов, Чичканова, 2021). В настоящее время на ЮБК культивируется *Agave americana* L. и некоторые другие, не высокогорные виды. Природный ареал большинства видов рода *Agave* охватывает южные штаты США, районы Мексики, Центральной Америки, Северной части Южной Америки и острова Карибского моря (Саков, 1983). Актуальность этих