

УДК 666.9

Тип статьи: обзорная статья

ГРНТИ 81.09

EDN PMVTZV

DOI 10.62980/2076-0655-2026-24-33

Научная специальность ВАК: 2.6.17 Материаловедение (технические науки)

ПРИМЕНЕНИЕ ВЫТЯЖЕК ИЗ ИНВАЗИВНЫХ РАСТЕНИЙ В КАЧЕСТВЕ ДОБАВОК ДЛЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Дударева М.О.¹, Спиринов В.С.¹, Сулиев А.С.¹

¹ ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»

АННОТАЦИЯ

Введение. Инвазивные виды растений вторгаются в существующие экосистемы, вытесняют местные виды флоры и, таким образом, могут наносить урон экологии и сельскому хозяйству. Одним из вариантов борьбы с распространением инвазивных видов можно считать их использование для создания композиционных материалов и добавок для строительных материалов. **Целью обзора** является теоретическое исследование и установление возможности получения вытяжек из растительной массы инвазивных растений и разработка на их основе экологических биоцидных составов природного происхождения для борьбы с биологическим разрушением строительных материалов.

Методы: В данной работе проводится анализ российских и зарубежных литературных источников, посвященных изучению состава вытяжек из растительного сырья, биологической активности вторичных метаболитов, присутствующих в этих вытяжках, а также вопросам разработки на их основе экологических нетоксичных для человека составов, эффективных для борьбы с биологической коррозией строительных материалов.

Результаты: Рассмотрена возможность применения вытяжек из инвазивных растений, произрастающих на территории Российской Федерации и получения на их основе модифицирующих добавок для строительных материалов. Согласно данным, представленным в российской и зарубежной литературе, в таких растениях, как Борщевик Сосновского *Heracléum sosnowskyi*, Амброзия полыннолистная (*Ambrósia artemisiifolia*), Золотарник Канадский (*Solidágo canadensis*), Рейнхутрия Японская (*Reynouítria japónica*) и Люпин многолистный (*Lupínus polyphyllus*), содержатся биологически активные соединения: фенолы, полифенолы, танины, флавоноиды, сапонины, антрахиноны и полисахариды, которые угнетают развитие бактерий, вирусов и микроскопических плесневых грибов, останавливая их рост и размножение.

Выводы: Приведенный обзор и анализ литературных источников свидетельствует о возможности применения вытяжек из растительной массы инвазивных растений в качестве биоцидных модификаторов для строительных материалов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: инвазивные растения, вытяжка, биообрастание, биоцид, биостойкость, грибоустойчивость

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Дударева М.О., Спиринов В.С., Сулиев А.С. Применение вытяжек из инвазивных растений в качестве добавок для строительных материалов // Техника и технология силикатов. – 2026. – Т. 33, № 1. – С. 24-33. <https://doi.org/10.62980/2076-0655-2026-24-33>, EDN: PMVTZV

Работа выполнена в НИУ МГСУ в рамках реализации Программы развития университета «ПРИОРИТЕТ 2030». Проект 3.1 «Научный прорыв в строительной отрасли – новые технологии, новые материалы, новые методы».

Поступила в редакцию: 15.01.2026 г

Одобрена к публикации: 20.02. 2026 г.

Type of article - review article

OECD 2.05 Materials engineering

PM MATERIALS SCIENCE, MULTIDISCIPLINARY

EDN PMVTZV

DOI 10.62980/2076-0655-2026-24-33

THE USE OF EXTRACTS FROM INVASIVE PLANTS AS ADDITIVES FOR BUILDING MATERIALS

Dudareva M.O.¹, Spirin V.S.¹, Suliev A.S.¹

¹ National Research Moscow State University of Civil Engineering

ABSTRACT

Introduction. *Invasive plant species invade existing ecosystems, displace native flora species, causing damage to the environment and agriculture. One way to control the spread of invasive species is to use them to create composite materials and additives for building materials. The purpose of the review is a theoretical study and establishment of the possibility of obtaining extracts from plant mass of invasive plants and the development of environmentally friendly biocidal compounds of natural origin to prevent the biological destruction of building materials.*

Methods. *This paper studies Russian and foreign literature concerning the chemical composition of plant extracts, the biological activity of secondary metabolites present, as well as the development of environmentally friendly, non-toxic compounds for humans that are effective for preventing biological deterioration of building materials.*

Results. *The possibility of using extracts from invasive plants growing in the Russian Federation and obtaining modifying additives for building materials based on them is considered. According to data presented in Russian and foreign literature, plants such as *Heracléum sosnowski*, *Ambrósia artemisiifolia*, *Solidago canadensis*, *Reynoutria japonica* and *Lupinus polyphyllus* contain biologically active compounds: phenols, polyphenols, tannins, flavonoids saponins, anthraquinones, and polysaccharides that inhibit the development of bacteria, viruses, and microscopic mold fungi, suspending their growth and reproduction.*

Conclusions: *The presented review and analysis of literary sources indicate the possibility of using extracts from plant mass of invasive plants as biocidal modifiers for building materials.*

KEY WORDS: *invasive plants, extraction, biofouling, biocide, biostability, fungi resistance.*

FOR CITATION: Dudareva M.O., Spirin V.S., Suliev A.S. The use of extracts from invasive plants as additive for building materials // Engineering and Technology of Silicates. – 2025. Vol. – 32, No5. – Pp. 24 – 33.
<https://doi.org/10.62980/2076-0655-2026-24-33> , EDN: PMVTZV

The work was carried out at NIU MSCU within the framework of the University Development Program “PRIORITY 2030”. Project 3.1 “Scientific breakthrough in the construction industry - new technologies, new materials, new methods”

Received by the editors: January 15, 2026

Approved for publication: February 20, 2026

ВВЕДЕНИЕ

Инвазивные растения — это виды флоры, которые были занесены на новую территорию из других регионов, стран и частей света, и смогли успешно приспособиться к новым условиям обитания и начали активно расселяться на больших по площади территориях, вытесняя местные растения, меняя сложившиеся экосистемы, угрожая экологии, экономической составляющей и даже здоровью человека [1,2]. Появление (интродукция) инвазивных растений на новых территориях может быть случайной, обусловленной естественными природными факторами: за счет изменения климатических условий, перемещений животных и птиц, с ветрами или течениями. Деятельность человека также может стать причиной заноса инвазивных видов из мест их естественного обитания: это может быть целенаправленный ввоз новых экзотических видов растений, обладающих ценными эстетическими качествами для ландшафтного дизайна и частного садоводства, или случайное распространение семян в результате путешествий. Оказавшись в новых условиях и не имея привычных естественных вредителей в новой среде обитания, инвазивные растения активно захватывают территории, вызывая изменение химического состава почв за счет накопления и высвобождения корнями растений определенных микроэлементов, сокращение численности или полное уничтожение коренных видов флоры, мешают произрастанию сельскохозяйственных культур и сокращают их урожайность, тем самым нанося экономический ущерб. Инвазивные виды часто демонстрируют высокую степень выживаемости и приспособляемости к новым внешним условиям: имеют высокую морозостойкость, устойчивость к засухам и воздействию гербицидов, способность к размножению самосевом, способность отпугивать грызунов и насекомых благодаря неприятному запаху [3,4]. Некоторые инвазивные растения угрожают здоровью человека, как, например, амброзия полыннолистная, пыление которой наблюдается в период с конца июля по октябрь и вызывает сильнейшие аллергические реакции [5]. Сок борщевика Сосновского [6] содержит вещества фотосенсибилизаторы фуранокумарины, попадание сока борщевика на кожу под воздействием света приводит к возникновению долгоживающих болезненных ожогов.

Таким образом, инвазивные виды растений наносят урон сельскому хозяйству, разрушают сложившиеся экосистемы, приводят к сокращению численности или даже полному уничтожению местных автохтонных видов растений и животных.

Однако, согласно данным, представленным в российской и зарубежной литературе, в растительной массе многих инвазивных растений (рис.1), таких как, например, Борщевик Сосновского *Heracléum sosnowskyi* [6], Амброзия полыннолистная (*Ambrósia artemisiifolia*) [7], Золотарник Канадский (*Solidágo canadensis*) [8-11], Рейнутрия Японская (*Reynouútria japónica*) [12,13], недотрога железконосная (*Impatiens glandulifera*) [14] и Люпин многолистный (*Lupinus polyphyllus*) [15,16], содержатся определенные вещества - вторичные метаболиты, обладающие различной биологической активностью. Таким образом, инвазивные растения становятся кандидатами для извлечения таких биологически активных соединений и поиска вариантов их применения в различных отраслях научной и производственной деятельности человека. Инвазивные растения — это воспроизводимый

INTRODUCTION

Invasive plants are species of flora that were introduced to a new territory from other regions, countries and parts of the world, successfully adapted to new living conditions and began to settle in large areas, displacing native plants, changing established ecosystems, threatening the ecology, economic component and even human health [1,2]. The introduction of invasive plants in new territories may be accidental: due to climate changes, migrations of animals and birds, with winds or currents. Human activity can also cause the introduction of invasive species from their natural habitats: this may be intentional import of new exotic plant species with valuable aesthetic qualities for landscape design and private gardening, or the accidental distribution of seeds as a result of travelling. New living conditions promote the invasive plants to take over territories, causing a change in the chemical composition of soils due to the accumulation and release of certain elements by plant roots, reducing the number or complete destruction of indigenous flora species, reducing the yields of agricultural crops, thereby causing economic damage. Invasive species often demonstrate a high degree of survival and adaptability to new external conditions: they have high frost and herbicide resistance, resistance, the ability to reproduce by self-seeding, and the ability to repel rodents and insects [3,4]. Some invasive plants threaten human health, such as *Ambrósia artemisiifolia*, which spreads pollen from late July to October and causes severe allergic reactions [5]. The juice of *Heracléum sosnowski* [6] contains furanocoumarins, the contact with skin under the influence of light leads to long-lasting painful irritation burns.

Thus, invasive plant species cause damage to agriculture, destroy established ecosystems, and lead to a reduction or even complete destruction of local plant and animal species.

However, according to the data presented in the Russian and foreign literature, the green mass of many invasive plants (Fig.1), such as, for example, *Heracléum sosnowski* [6], *Ambrósia artemisiifolia* [7], *Solidágo canadensis* [8-11], *Reynouútria japónica* [12,13], *Impatiens glandulifera* [14] and *Lupinus polyphyllus* [15,16], contain certain substances - secondary metabolites with different biological activity. Thereby, invasive plants become candidates for the extraction of such biologically active compounds and their use in various branches of scientific and industrial human activity. Invasive plants are a reproducible natural resource, they have a wide range of distribution, there is no need to preserve their natural resources, which makes it possible to collect a large amount of plant mass for further research and application. More over intensive collection of invasive plants will reduce the negative effect on the biodiversity of local flora species.

The chemical composition of plant raw materials determines the method of extraction of biologically active components, their significance and scope of application. For example, the green mass of *Heracléum sosnowskyi*

природный ресурс, они имеют широкий ареал распространения на территории страны, нет необходимости в сохранении их природных запасов, что делает возможным осуществление большого по объему сбора растительной массы для дальнейшего исследования и применения, а интенсивный сбор инвазивных растений будет способствовать уменьшению негативного эффекта на биоразнообразие местных видов флоры.

Химический состав растительного сырья определяет способ извлечения биологически активных компонентов, их значение и область применения. Например, в зеленой массе борщевика Сосновского [6] содержатся соединения, проявляющие фотосенсибилизирующее, гипотензивное, спазмолитическое, мочегонное, антиоксидантное и антибактериальное действие. Настой золотарника оказывает лечебное действие при болезнях почек и мочевыводящих путей, обладает противовоспалительным и спазмолитическим действием, экстракт люпина помогает при кожных заболеваниях, в побегах Рейнутрии японской и Рейнутрии сахалинской [12-13] в больших количествах (12 мг/г сухой массы) присутствует полифенол ресвератрол, алкалоиды люпина [15-16] обладают антиаритмической и гипогликемической активностью.

[6] contains compounds that exhibit photosensitizing, hypotensive, antispasmodic, diuretic, antioxidant and antibacterial effects. *Solidágo canadénsis* has a therapeutic effect in diseases of the kidneys and urinary tract, has anti-inflammatory and antispasmodic effects, *Lupinus polyphýllus* extract treats skin diseases, *Reynoutria japónica* [12-13] contains large quantities (12 mg/g dry weight) of the polyphenol resveratrol, lupine alkaloids [15-16] have antiarrhythmic and hypoglycemic activity.

РИСУНОК 1

ИНВАЗИВНЫЕ РАСТЕНИЯ

- (а) борщевик Сосновского (*Heracléum sosnowskyi*);
- (б) амброзия полыннолистная (*Ambrósia artemisiifolia*);
- (в) золотарник канадский (*Solidágo canadénsis*);
- (г) рейнутрия японская (*Reynoutria japónica*);
- (д) недотрога железноносная (*Impatiens glandulifera*);
- (е) люпин многолистный (*Lupinus polyphýllus*)

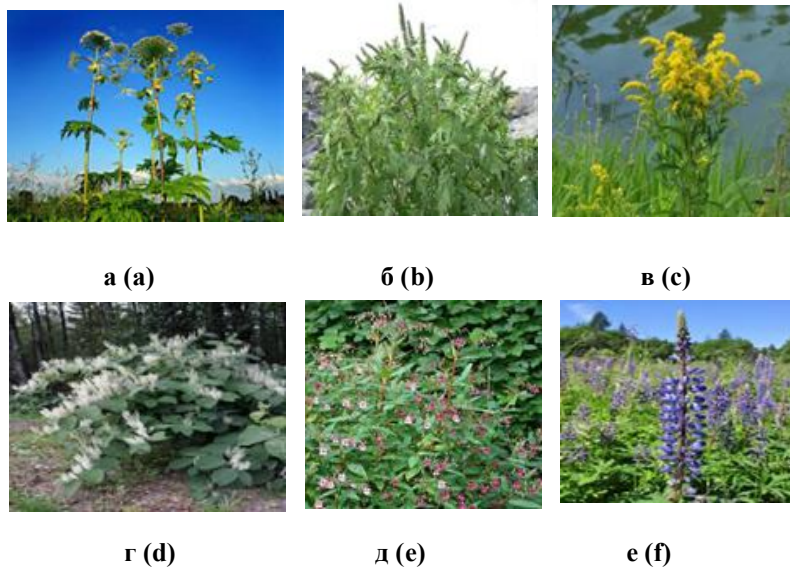


Figure 1

Invasive plants

- (a) *Heracléum sosnowskyi*;
- (b) *Ambrósia artemisiifolia*;
- (c) *Solidágo canadénsis*;
- (d) *Reynoutria japónica*;
- (e) *Impatiens glandulifera*;
- (f) *Lupinus polyphýllus*

Данные российских и зарубежных исследований свидетельствуют о возможности применения растительных экстрактов не только в сфере медицины, фармакологии и косметологии. В настоящее время ведутся разработки, касающиеся применения растительных вытяжек в качестве биоцидов - составов, угнетающих развитие микроорганизмов, останавливающих их рост и размножение. Создание новых биоцидных составов актуально для разработки экологичных «зеленых» инсектицидов и гербицидов, а также в строительной отрасли для борьбы с биоповреждениями строительных материалов. Биоциды на основе растительного сырья могут стать более экологичной альтернативой уже существующим составам, которые небезопасны для окружающей среды и здоровья человека [17-19].

Основными агентами, провоцирующими развитие биоповреждений, можно считать бактерии и микроскопические

Russian and foreign studies indicate the possibility of using plant extracts not only in the field of medicine, pharmacology and cosmetology. Herbal extracts can be used as biocides, that inhibit the development of microorganisms and stop their growth and reproduction. The creation of new biocidal compositions is important for the development of environmentally friendly insecticides and herbicides, as well as in the construction industry to prevent biological damage of building materials. Biocides based on plant raw materials can become a more environmentally friendly «green» alternative to existing formulations, safe for the environment and human health [17-19].

The main agents causing the development of biological damage are bacteria and microscopic mold fungi, which cause the destruction of most building materials:

плесневые грибы, которые вызывают разрушение большинства строительных материалов: лакокрасочных, полимерных, металлических, бетонных. Борьба с биологической коррозией осуществляется за счет введения в состав материала или обработки его поверхности биоцидными композициями, которые останавливают рост и размножение микроорганизмов. Часто это составы, содержащие ионы тяжелых металлов, например, меди и мышьяка, четвертичные аммониевые соли (ЧАС), а также токсичные органические соединений. Применение таких добавок приводит в результате к превышению уровня накопления тяжелых металлов в воде и почве. В качестве альтернативы таким добавкам можно рассмотреть экстракты растений, содержащих биологически активные вещества - вторичные метаболиты [18,19].

Цели и задачи исследования:

На основании литературных данных была сформулирована цель исследования: установление возможности получения вытяжек из растительной массы инвазивных растений и разработка на их основе экологических биоцидных составов природного происхождения для борьбы с биологическим разрушением строительных материалов.

В данной работе проводится анализ российских и зарубежных литературных источников, посвященных изучению состава вытяжек из растительного сырья, биологической активности вторичных метаболитов, присутствующих в этих вытяжках, а также вопросам разработки на их основе экологических нетоксичных для человека составов, эффективных для борьбы с биологической коррозией строительных материалов.

Обсуждение результатов

Вторичные метаболиты [20] — это соединения, которые не являются необходимыми для жизнедеятельности организма, но играют важную роль в его взаимодействии с окружающей средой. К ряду вторичных метаболитов часто причисляют фенольные соединения, стильбены, полифенолы, танины, флавоноиды, сапонины, антрахиноны и полисахариды, которые обладают лекарственным действием, проявляют противовирусную, антибактериальную и противогрибковую активность, обладают ярко выраженным антиоксидантным и антисептическим эффектом.

Фенольные соединения (рис.2) - органические соединения, в которых гидроксильная группа соединена с бензольным кольцом, многие их представители обладают антиоксидантным действием [21-23].

Танины также относятся к ряду полифенолов, содержат большое количество гидроксильных групп. Танины обладают дубящим действием на материалы из кожи: гидроксильные группы реагируют с функциональными группами белков, образуя прочные связи, за счет чего изменяется структура материала и его свойства, увеличивается его прочность и водонепроницаемость. Танины используются в медицине в качестве вяжущих веществ для заживления кожных покровов.

Флавоноиды (рис.3) – это природные полифенолы, производные ненасыщенного гетероциклического кетона - флавона (рис.2), известны как растительные пигменты. Многие флавоноиды обладают противовоспалительным, антиоксидантным, противовирусным и антибактериальным действием, наиболее важные из них это кверцетин, изокверцетин, рутин, гесперидин [23].

paint, polymer, metal, concrete. Bio deterioration can be prevented by introducing biocidal additives into the composition of the material or treating its surface, which stop the growth and reproduction of microorganisms. These are often compositions containing heavy metal ions, such as copper and arsenic, quaternary ammonium salts (QAS), as well as toxic organic compounds. The use of such additives leads to the accumulation of heavy metals in water and soil. Plant extracts containing biologically active substances, secondary metabolites, can be considered as an alternative to such additives [18,19].

The purpose or objectives of the study:

Based on the literature data, the purpose of the study was formulated: to establish the possibility of obtaining extracts from invasive plants and the development of environmentally friendly biocidal compounds of natural origin to prevent the biological destruction of building materials.

This paper studies Russian and foreign literature concerning the chemical composition of plant extracts, the biological activity of secondary metabolites present, as well as the development of environmentally friendly, non-toxic compounds for humans that are effective for preventing biological deterioration of building materials.

Discussion

Secondary metabolites [20] are compounds that are not necessary for the vital activity of the plant, but play a crucial role in its interaction with the environment. Phenolic compounds, stilbenes, polyphenols, tannins, flavonoids, saponins, anthraquinones, and polysaccharides are often classified as secondary metabolites, which have healing effects, antiviral, antibacterial, and antifungal activity, and have exhibit antioxidant and antiseptic effects.

Phenolic compounds (Fig. 2) are organic compounds in which a hydroxyl group is connected to a benzene ring, and many of their representatives have antioxidant effects [21-23].

Tannins also belong polyphenols and contain a large number of hydroxyl groups. They exhibit a tanning effect on leather materials: hydroxyl groups react with functional groups of proteins, forming strong bonds, thereby changing the structure of the material and its properties, increasing its strength and water resistance. Tannins are used in medicine as astringents for skin healing.

Flavonoids (Fig.3) are natural polyphenols, derivatives of the unsaturated heterocyclic ketone flavone (Fig.2), known as plant pigments. Many flavonoids have anti-inflammatory, antioxidant, antiviral and antibacterial effects, the most important of them are quercetin, isoquercetin, rutin, hesperidin [23].

РИСУНОК 2

СТРУКТУРА ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ

Figure 2

Phenolic compounds structure

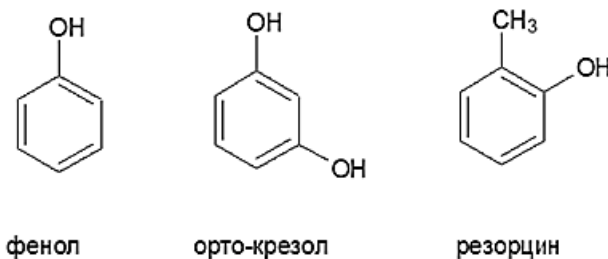


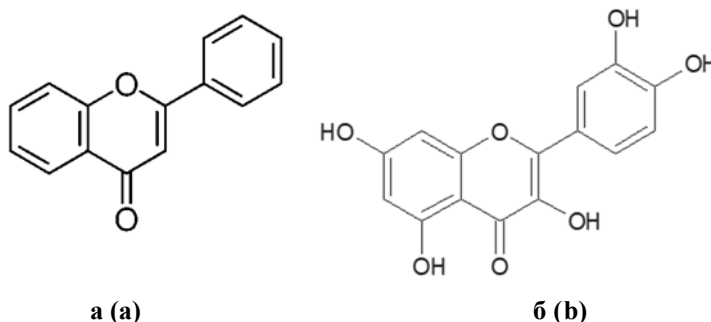
РИСУНОК 3

ФЛАВОНОИДЫ

- (а) флаван
- (б) кверцетин

Figure 3

Flavonoids
(a) flavone
(b) quercetin



Гликозиды также относятся ко вторичным метаболитам растений, это сложные органические структуры, состоящие из двух главных фрагментов: углеводного (сахарного, гликона) и неуглеводного (несахарного, агликона), которые объединены между собой гликозидной связью (рис.4). Это очень многообразная группа соединений со сложной классификацией. Таким образом, в зависимости от типа углеводного и неуглеводного звеньев и типа гликозидной связи выделяют, например, феногликозиды, кумарины и оксиантрахиноны (по природе агликона), O-гликозиды и S-гликозиды (в зависимости от природы атомов, формирующих связь с агликоном). В медицине активно применяются так называемые сердечные гликозиды, оказывающие воздействие на сердечную мышцу [24,25].

Сапонины – сложные органические соединения, относящиеся к гликозидам. В структуру сапонинов входит тритерпеноидный или стероидный агликон, связанным с молекулой углевода. Обладают способность образовывать мыльноподобную пену в водных растворах, то есть обладают поверхностной активностью - способностью понижать поверхностное натяжение воды [21].

Glycosides also belong to the plant secondary metabolites, they are complex organic structures consisting of two main fragments: carbohydrate (sugar, glycone) and non-carbohydrate (non-sugar, aglycone), which are interconnected by a glycosidic bond (Fig.4). This is a very diverse group of compounds with a complex classification. Thus, depending on the type of carbohydrate and non-carbohydrate units and the type of glycosidic bond, phenoglycosides, coumarins and oxanthraquinones (by the nature of the aglycone), O-glycosides and S-glycosides (depending on the nature of the atoms forming the bond with the aglycone) are isolated. The so-called cardiac glycosides, which have an effect on the heart muscle, are actively used in medicine [24,25].

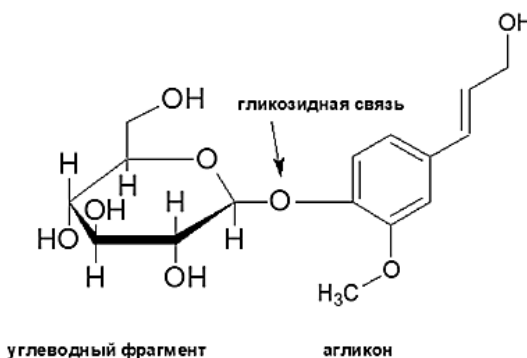
Saponins are complex organic compounds related to glycosides. The structure of saponins includes a triterpenoid or steroid aglycone bound to a carbohydrate molecule. They have the ability to form a soap-like foam in aqueous solutions, that is, they have surface activity - the ability to lower the surface tension of water [21].

РИСУНОК 4

СТРОЕНИЕ ГЛИКОЗИДА

Figure 4

Glycoside structure



исследования применения растительных вытяжек являются многообещающими. Создание новых бицидных, противокоррозионных, регулирующих реологические свойства растворов на основе минеральных вяжущих составов позволит расширить номенклатуру добавок и модификаторов для строительных материалов различного происхождения и назначения.

use of herbal extracts is a promising field. The creation of new additives with biocidal and anticorrosive properties, as well as regulating rheology of mineral binders pastes will expand the range of additives and modifiers for building materials of various origins and purposes.

Литература:

1. Борисова Е.А., Дмитриева Ж.М. Инвазионные виды растений в природных экотопах города Иваново // *Фиторазнообразие Восточной Европы*. - 2024. №1. <https://doi.org/10.24412/2072-8816-2024-18-1-18-29> . EDN: JKYIEP
2. Хорун Л.В. Проблемы инвазионной экологии растений в зарубежной научной литературе // *Вестник Удмуртского университета. Серия «Биология. Науки о Земле»*. - 2014. №3. EDN: THPRBF
3. Голованов Я.М., Абрамова Л.М. Инвазивные виды растений в городах южной промышленной зоны республики Башкортостан // *Известия АИГУ*. - 2013. №3 (79).
4. Юферев В.Г., Таранов Н.Н. Геоинформационная оценка распространения инвазивных древесных пород на территории Волго-Ахтубинской поймы // *Известия НВ АУК*. - 2019. №1 (53). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-01-40> . EDN: SKOWFV
5. Chalchat J.C., Maksimović Z., Petrovic S., Gorunovic M., Dordevic S., Mraovic M. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Ambrosia artemisiifolia L. Essential Oil // *The Journal of Essential Oil Research*. 2004. 16. - с. 270-273. <https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698718> .
6. Гурина Н.С., Лукашов Р.И., Котович А.В. Фармакологические свойства и компонентный состав борщевика сосновского (Heracleum sosnowski manden) // *Medical Journal*. - 2023. №1. - С 14-22. <https://doi.org/10.51922/1818-426X.2023.1.14> . EDN: HWDSBE
7. Parkhomenko A., Oganesyanyan E., Andreeva, O., Dorkina E., Paukova E., Agadzhanian Z. Pharmacologically active substances from Ambrosia artemisiifolia. Part 2 // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. - 2006. 40. P. - 627-632. <https://doi.org/10.1007/s11094-006-0208-2> ; EDN: LJWUVV
8. Koshovyi O., Hrytsyk Y., Perekhoda L., Suleiman M., Jakštas V., Žvikas V., Grytsyk L., Yurchyshyn O., Heinämäki J., Raal A. Solidago canadensis L. Herb Extract, Its Amino Acids Preparations and 3D-Printed Dosage Forms: Phytochemical, Technological, Molecular Docking and Pharmacological Research // *Pharmaceutics*. - 2025. 17(4):407. <https://doi.org/10.20944/preprints202502.2331.v1> . <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics17040407> ; EDN: KIPTRA
9. Сергалиева М. У., Самотруев А. В., Цибизова А. А. Условия экстрагирования сапонинов Solidago virgaurea // *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2022. 11(3). С. 91–96. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2022-11-3-91-96> . EDN: DTTWDS.
10. Radušienė J., Karpavičienė B., Vilkickytė G., Marksa M., Raudonė L. Comparative Analysis of Root Phenolic Profiles and Antioxidant Activity of Five Native and Invasive Solidago L. Species // *Plants*. - 2024. 13. 132. <https://doi.org/10.3390/plants13010132> . EDN: LLLTIE
11. Kołodziej B., Kowalski R. Antibacterial and antimutagenic activity of extracts aboveground parts of three Solidago species: Solidago virgaurea L., Solidago canadensis L. and Solidago gigantea Ait. // *Journal of Medicinal Plants Research*. - 2011. 5. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1098>
12. Protska V., Burda N., Zhuravel O., Kuznetsova V., Alrikabi A. The Study of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Raw Materials of Reynoutria Sachalinensis (F. Schmidt) Nakai // *Acta Pharmaceutica Scientia*. - 2021. - 59. P. 549-558. <https://doi.org/10.23893/1307-2080.APS.05933> . EDN: FSBHTT.
13. Stefanowicz A.M., Kapusta P., Stanek M., Frac M., Oszust K., Woch M.W., Zubeck S. Invasive plant Reynoutria japonica produces large amounts of phenolic compounds and reduces the biomass but not activity of soil microbial communities // *Science of The Total Environment*. - 2021. Vol.767. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145439> . EDN: VHRMTI

References:

1. Borisova E.A., Dmitrieva Zh.M. Invazionnye vidy rastenij v prirodnyh jekotopah goroda Ivanovo // *Fitoraznoobrazie Vostochnoj Evropy*. - 2024. №1. <https://doi.org/10.24412/2072-8816-2024-18-1-18-29> . EDN: JKYIEP
2. Horun L.V. Problemy invazionnoj jekologii rastenij v zarubezhnoj nauchnoj literature // *Vestnik Udmurtskogo universiteta. Serija «Biologija. Nauki o Zemle»*. - 2014. №3. EDN: THPRBF
3. Golovanov Ja.M., Abramova L.M. Invazivnye vidy rastenij v gorodah juzhnoj promyshlennoj zony respubliky Bashkortostan // *Izvestia AltGU*. - 2013. №3 (79).
4. Juferev V.G., Taranov N.N. Geoinformacionnaja ocenka rasprostraneniya invazivnyh drevesnyh porod na territorii Volgo-Ahtubinskoj pojmy // *Izvestija NV AUK*. - 2019. №1 (53). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2019-01-40> . EDN: SKOWFV
5. Chalchat J.C., Maksimović Z., Petrovic S., Gorunovic M., Dordevic S., Mraovic M. Chemical Composition and Antimicrobial Activity of Ambrosia artemisiifolia L. Essential Oil // *The Journal of Essential Oil Research*. 2004. 16. - p. 270-273. <https://doi.org/10.1080/10412905.2004.9698718> .
6. Gurina N.S., Lukashov R.I., Kotovich A.V. Farmakologicheskie svojstva i komponentnyj sostav borschhevika sosnovskogo (Heracleum sosnowski manden) // *Medical Journal*. - 2023. №1. - p. 14-22. <https://doi.org/10.51922/1818-426X.2023.1.14> . EDN: HWDSBE
7. Parkhomenko A., Oganesyanyan E., Andreeva, O., Dorkina E., Paukova E., Agadzhanian Z. Pharmacologically active substances from Ambrosia artemisiifolia. Part 2 // *Pharmaceutical Chemistry Journal*. - 2006. 40. P. - 627-632. <https://doi.org/10.1007/s11094-006-0208-2> ; EDN: LJWUVV
8. Koshovyi O., Hrytsyk Y., Perekhoda L., Suleiman M., Jakštas V., Žvikas V., Grytsyk L., Yurchyshyn O., Heinämäki J., Raal A. Solidago canadensis L. Herb Extract, Its Amino Acids Preparations and 3D-Printed Dosage Forms: Phytochemical, Technological, Molecular Docking and Pharmacological Research // *Pharmaceutics*. - 2025. 17(4):407. <https://doi.org/10.20944/preprints202502.2331.v1> . <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics17040407> ; EDN: KIPTRA
9. Sergaljeva M. U., Samotrujev A. V., Cibizova A. A. Uslovija jekstragirovanija saponinov Solidago virgaurea // *Razrabotka i registracija lekarstvennyh sredstv*. 2022. 11(3). С. 91–96. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2022-11-3-91-96> . EDN: DTTWDS.
10. Radušienė J., Karpavičienė B., Vilkickytė G., Marksa M., Raudonė L. Comparative Analysis of Root Phenolic Profiles and Antioxidant Activity of Five Native and Invasive Solidago L. Species // *Plants*. - 2024. 13. 132. <https://doi.org/10.3390/plants13010132> . EDN: LLLTIE
11. Kołodziej B., Kowalski R. Antibacterial and antimutagenic activity of extracts aboveground parts of three Solidago species: Solidago virgaurea L., Solidago canadensis L. and Solidago gigantea Ait. // *Journal of Medicinal Plants Research*. - 2011. 5. <https://doi.org/10.5897/JMPR11.1098>
12. Protska V., Burda N., Zhuravel O., Kuznetsova V., Alrikabi A. The Study of Phenolic Compounds and Antioxidant Activity of Raw Materials of Reynoutria Sachalinensis (F. Schmidt) Nakai // *Acta Pharmaceutica Scientia*. - 2021. 59. - P. 549-558. <https://doi.org/10.23893/1307-2080.APS.05933> . EDN: FSBHTT.
13. Stefanowicz A.M., Kapusta P., Stanek M., Frac M., Oszust K., Woch M.W., Zubeck S. Invasive plant Reynoutria japonica produces large amounts of phenolic compounds and reduces the biomass but not activity of soil microbial communities // *Science of The Total Environment*. - 2021. Vol.767. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145439> . EDN: VHRMTI

- Environment*. - 2021. Vol.767. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145439> . EDN: VHRMTI
14. Szewczyk K., Zidorn C., Biernasiuk A., Komsta Ł., Granica S. Polyphenols from Impatiens (Balsaminaceae) and their antioxidant and antimicrobial activities // *Industrial Crops and Products*. - 2016. Vol.86. - P. 262-272. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.053>.
15. Анохина В.С., Каминская Л. Н., Цибульская И. Ю. Алкалоиды люпина: их фунгицидные эффекты // *Молекулярная и прикладная генетика*. 2008.
16. Estivi L., Brandolini A., Gasparini A., Hidalgo A. Lupin as a Source of Bioactive Antioxidant Compounds for Food Products // *Molecules*. - 2023. 28. <https://doi.org/10.3390/molecules28227529> . EDN: KGMTCI
17. Vovchuk C.S., González Garello T., Careaga V.P., Fazio A.T. Promising Antifungal Activity of Cedrela fissilis Wood Extractives as Natural Biocides against Xylophagous Fungi for Wood Artwork of Cultural Heritage. *Coatings*. - 2024. 14 . 237. <https://doi.org/10.3390/coatings14020237> . EDN: YAEPRD
18. Pawłowska A., Stepczyńska M. Natural Biocidal Compounds of Plant Origin as Biodegradable Materials Modifiers // *Journal of Polymers and the Environment*. 2022. 30. P. 1683–1708. <https://doi.org/10.1007/s10924-021-02315-y> . EDN: MRIXNM.
19. Cenobio-Galindo A.J., Hernández-Fuentes A.D., González-Lemus U., Zaldivar-Ortega A.K., González-Montiel L., Madariaga-Navarrete A., Hernández-Soto I. Biofungicides Based on Plant Extracts: On the Road to Organic Farming // *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. <https://doi.org/10.3390/ijms25136879> . EDN: KCMHZZ
20. Pagare S., Bhatia M., Tripathi N., Bansal Y.K. Secondary metabolites of plants and their role: Overview // *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*. 2015. 9. P. 293-304. EDN: VEKTYV
21. Xu, L., Wang X. A Comprehensive Review of Phenolic Compounds in Horticultural Plants // *International Journal of Molecular Sciences*. 2025. 26. <https://doi.org/10.3390/ijms26125767> . EDN: ASOQON.
22. Савинова А. А., Фалынская Н. П. Фенолы в структуре биологически активных веществ // *Символ науки*. 2020. №11. EDN: ILWFMF
23. Bobrysheva T.N., Anisimov G.S., Zolotoreva M.S., Bobryshev D.V., Budkevich R.O., Moskalev A.A. Polyphenols as promising bioactive compounds. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. - 2023; 92 (1). - P. 92–107. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-1-92-107> EDN: HACWFZ
24. Томилова С. В., Киташов А. В., Носов А. М. Сердечные гликозиды: распространение, свойства и специфика образования в культурах клеток и органов растений in vitro // *Физиология растений*. - 2022. Т. 69. № 3. - С. 227-245. <https://doi.org/10.31857/S0015330322030162> EDN: TZESXB.
25. Васильева И.С., Пасешниченко В.А. Стероидные гликозиды растений и культуры клеток диоскореи, их метаболизм и биологическая активность // *Успехи биологической химии*. - 2000. 40. - С. 153—204.
26. Siddiqui T., Umar Khan M., Sharma V., Gupta K. Terpenoids in essential oils: Chemistry, classification, and potential impact on human health and industry // *Phytomedicine Plus*. - 2024. 4(2). <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2024.100549> EDN: QSUIFT.
27. Câmara J.S., Perestrelo, R., Ferreira R., Berenguer C.V., Pereira J.A.M., Castilho P.C. Plant-Derived Terpenoids: A Plethora of Bioactive Compounds with Several Health Functions and Industrial Applications—A Comprehensive Overview // *Molecules*. - 2024. 29. <https://doi.org/10.3390/molecules29163861> . EDN: ORHXIO.
28. Jun Liu, Stefan Willför, Chunlin Xu. A review of bioactive plant polysaccharides: Biological activities, functionalization, and biomedical applications // *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. - 2015. 1. - P.31-61. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2014.12.001> . EDN: USAYWF
29. Сычев И.А., Калинин О.В., Лаксаева Е.А. Биологическая активность растительных полисахаридов // *Рос. мед.-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова*. - 2009. №4. EDN: MBBZQJ
30. Логанина В.И., Пронин И.А., Карманов А.А., Филинова М.И. Релогические свойства известковых составов с добавками полисахаридов // *Вестник ЮУрГУ*. - 2024. №1. <https://doi.org/10.14529/build240104> . EDN: USJOKK
14. Szewczyk K., Zidorn C., Biernasiuk A., Komsta Ł., Granica S. Polyphenols from Impatiens (Balsaminaceae) and their antioxidant and antimicrobial activities // *Industrial Crops and Products*. 2016. Vol.86. P. 262-272. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2016.03.053>
15. Anohina V.S., Kaminskaja L. N., Cibul'skaja I. Ju. Alkaloidy Ijupina: ih fungicidnye jeffekty // *Molekuljarnaja i prikladnaja genetika*. - 2008.
16. Estivi L., Brandolini A., Gasparini A., Hidalgo A. Lupin as a Source of Bioactive Antioxidant Compounds for Food Products // *Molecules*. - 2023. 28. <https://doi.org/10.3390/molecules28227529> . EDN: KGMTCI
17. Vovchuk C.S., González Garello T., Careaga V.P., Fazio A.T. Promising Antifungal Activity of Cedrela fissilis Wood Extractives as Natural Biocides against Xylophagous Fungi for Wood Artwork of Cultural Heritage. *Coatings*. - 2024. 14 . 237. <https://doi.org/10.3390/coatings14020237> . EDN: YAEPRD
18. Pawłowska A., Stepczyńska M. Natural Biocidal Compounds of Plant Origin as Biodegradable Materials Modifiers // *Journal of Polymers and the Environment*. - 2022. 30. P. - 1683–1708. <https://doi.org/10.1007/s10924-021-02315-y> . EDN: MRIXNM.
19. Cenobio-Galindo A.J., Hernández-Fuentes A.D., González-Lemus U., Zaldivar-Ortega A.K., González-Montiel L., Madariaga-Navarrete A., Hernández-Soto I. Biofungicides Based on Plant Extracts: On the Road to Organic Farming // *Int. J. Mol. Sci*. 2024. *International Journal of Molecular Sciences*. 2024. <https://doi.org/10.3390/ijms25136879> EDN: KCMHZZ.
20. Pagare S., Bhatia M., Tripathi N., Bansal Y.K. Secondary metabolites of plants and their role: Overview // *Current Trends in Biotechnology and Pharmacy*. 2015. 9. P. 293-304. EDN: VEKTYV
21. Xu, L., Wang X. A Comprehensive Review of Phenolic Compounds in Horticultural Plants // *International Journal of Molecular Sciences*. 2025. 26. <https://doi.org/10.3390/ijms26125767> . EDN: ASOQON.
22. Savinova A. A., Falynskova N. P. Fenoly v strukture biologicheski aktivnyh veshhestv // *Simvol nauki*. 2020. №11. EDN: ILWFMF
23. Bobrysheva T.N., Anisimov G.S., Zolotoreva M.S., Bobryshev D.V., Budkevich R.O., Moskalev A.A. Polyphenols as promising bioactive compounds. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. - 2023; 92 (1). - P. 92–107. <https://doi.org/10.33029/0042-8833-2023-92-1-92-107> . EDN: HACWFZ
- Tomilova S. V., Kitashov A. V., Nosov A. M. Serdechnye glikozidy: rasprostranenie, svojstva i specifika obrazovanija v kul'turah kletok i organov rastenij in vitro // *Fiziologija rastenij*. - 2022. Т. 69. № 3. - P. 227-245. <https://doi.org/10.31857/S0015330322030162> EDN: TZESXB
25. Vasil'eva I.S., Paseshnichenko V.A. Steroidnye glikozidy rastenij i kul'tury kletok dioskorei, ih metabolizm i biologicheskaja aktivnost' // *Uspehi biologicheskoy himii*. - 2000. 40. С. 153—204.
26. Siddiqui T., Umar Khan M., Sharma V., Gupta K. Terpenoids in essential oils: Chemistry, classification, and potential impact on human health and industry // *Phytomedicine Plus*. - 2024. 4(2). <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2024.100549> EDN: QSUIFT.
27. Câmara J.S., Perestrelo, R., Ferreira R., Berenguer C.V., Pereira J.A.M., Castilho P.C. Plant-Derived Terpenoids: A Plethora of Bioactive Compounds with Several Health Functions and Industrial Applications—A Comprehensive Overview // *Molecules*. - 2024. 29. <https://doi.org/10.3390/molecules29163861> . EDN: ORHXIO.
28. Jun Liu, Stefan Willför, Chunlin Xu. A review of bioactive plant polysaccharides: Biological activities, functionalization, and biomedical applications // *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. - 2015. 1. - P.31-61. <https://doi.org/10.1016/j.bcdf.2014.12.001> . EDN: USAYWF
29. Сычев И.А., Калинин О.В., Лаксаева Е.А. Биологическая активность растительных полисахаридов // *Рос. мед.-биол. вестн. им. акад. И.П. Павлова*. - 2009. №4. EDN: MBBZQJ
30. Логанина В.И., Пронин И.А., Карманов А.А., Филинова М.И. Релогические свойства известковых составов с добавками полисахаридов // *Вестник ЮУрГУ*. - 2024. №1. <https://doi.org/10.14529/build240104> . EDN: USJOKK
31. Mahotina L. G., Kuznecov A. G., Akim Je. L., Gerchin D. V., Ovchinnikova V. P., Potapova I. V. Ispol'zovanie biopolimera arabinogalaktana v kachestve plastificirujushhej dobavki v betony i stroitel'nye rastvory // *Construction materials*. - 2012. №12.

31. Махотина Л. Г., Кузнецов А. Г., Аким Э. Л., Герчин Д. В., Овчинникова В. П., Потапова И. В. Использование биополимера арабиногалактана в качестве пластифицирующей добавки в бетоны и строительные растворы // *Construction materials*. - 2012. №12.
32. Komar M., Derese N., Szymczak K., Nowicka-Krawczyk P., Gutarowska B. Natural Plant Oils as Anti-Algae Biocides for Sustainable Application in Cultural Heritage Protection // *Sustainability*. - 2025. 17. <https://doi.org/10.3390/su17156996> EDN: EORFHA.
33. Fidanza M.R., Caneva G. Natural biocides for the conservation of stone cultural heritage: A review // *Journal of Cultural Heritage*. - 2019. Vol. 38. - P. 271-286. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.01.005> .
34. O. Zemszkova, V. Erofeev, S. Samchenko, I.Kozlova, M. Dudareva, A. Korshunov. Biocidal properties of gypsum stone modified with Reynoutria sachalinensis raw materials // *BioResources*. 2024. Vol. 19(4). P. 8912-8919. <https://doi.org/10.1016/j.culher.2019.01.005> <https://doi.org/10.15376/biores.19.4.8912-8919> EDN: XFNUYK35.
35. Majewska-Smolarek K., Kowalewska. A. Essential Oils as Green Antibacterial Modifiers of Polymeric Materials // *Polymers*. - 2025. 17. <https://doi.org/10.3390/polym17212924> . EDN: TIGXOL..
36. Royani A., Hanafi M., Aigbodion V.S., Prastya M., Verma C., Mujawar Mubarak N.M., Alfantazi A., Manaf A. Investigation of a novel biocide material for biocorrosion in simulated seawater: A case study on *Tinospora cordifolia* extract // *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*. - 2024. Vol. 10. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2024.100795> EDN: ZRFGZS.
37. Verma N., Kumar T., Vashistha V., Das D., Yadav S., Pullabhotla R., Sharma G. Anticorrosion properties of flavonoids for rust-free building materials: a review // *Corrosion Reviews*. - 2024. 43. - P. 1-22. <https://doi.org/10.1515/corrrev-2024-0024> . EDN: FOKJUT.

Дударева Марина Олеговна – доцент кафедры Строительного материаловедения, кандидат технических наук ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ)

E-mail: modudareva@yandex.ru

Спирин Владимир Сергеевич – студент бакалавриата 3 курса 31 группы ИПГС ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ),

E-mail: vovanchikspirin@mail.ru

Сулиев Арстан Сержанович – студент бакалавриата 3 курса 31 группы ИПГС ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет» (НИУ МГСУ),

E-mail: arstan.suliev@mail.ru

Вклад авторов: Спирин В.С., Сулиев А.С. – выполнение исследований, обработка результатов, написание статьи, Дударева М.О. – научное руководство, редактирование статьи.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Dudareva Marina Olegovna - Associate Professor of the Department of Building Materials Science, Candidate of Sciences (Engineering), National Research University Moscow State University of Civil Engineering

E-mail: modudareva@yandex.ru

Spirin Vladimir Sergeevich - 3rd year student of Institute of Industrial and Civil Engineering (IICE), National Research University Moscow State University of Civil Engineering

E-mail: vovanchikspirin@mail.ru

Suliev Arstan Serzhanovich - 3rd year student of Institute of Industrial and Civil Engineering (IICE), National Research University Moscow State University of Civil Engineering

E-mail: arstan.suliev@mail.ru

Contribution of the author: Spirin V.S., Suliev A.S. – research, processing results, writing the article, Dudareva M.O. – scientific supervision, editing the article.

The authors declare that there is no conflict of interest.