

УДК 581(58.009):633.2

doi:10.21685/2307-9150-2022-4-5

### Онтогенетические особенности и продуктивность *Symphytum officinale* L. в условиях Приангарья

В. В. Тунгрикова<sup>1</sup>, Е. Г. Худоногова<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Иркутский государственный аграрный университет имени А. А. Ежевского,  
п. Молодежный, Иркутская обл., Россия

<sup>1</sup>vtungrikova@bk.ru, <sup>2</sup>doky2015@yandex.ru

**Аннотация.** *Актуальность и цели.* *Symphytum officinale* L. – ценное кормовое и лекарственное растение. Корни и листья вида в народной медицине применяются в качестве противомикробного и противовоспалительного средства, препараты из корней растения обладают выраженными иммуностимулирующими свойствами. Основа интродукции – прохождение видом всех этапов жизненного цикла в условиях культуры, способность к образованию плодов и семян. *Материалы и методы.* Онтогенетические исследования были выполнены по методике Т. А. Работнова с дополнениями А. А. Уранова и Е. Л. Нухимовского. *Результаты.* *S. officinale* в условиях Приангарья проходит три периода онтогенеза: латентный, виргинильный, генеративный. Проростки появляются на 14–15 день. У ювенильных растений начинается формирование розетки листьев, у иммагурных – ветвление побегов, при этом количество листьев в розетке увеличивается в 2 раза. Молодые генеративные особи впервые зацветают на 1–2-й год жизни. В средневозрастном генеративном состоянии особи вступают на 3-й год, у растений наблюдается две генерации побегов. На 4-й год жизни растения переходят в старое генеративное состояние. В конце августа–сентябре у особей наблюдается партикуляция корневища. На следующий год от почек возобновления на корневище начинает отрастать большое количество новых репродуктивных побегов. *Выводы.* В условиях культуры Приангарья *S. officinale* успешно проходит все стадии развития, цветет, образует плоды и семена. Растение является перспективным видом для выращивания в условиях культуры Приангарья, обладает рядом преимуществ для кормопроизводства: быстрыми темпами роста и развития, за сезон вегетации у вида наблюдается две генерации побегов, растение обладает хорошей отавностью и способностью образовывать большое количество придаточных почек и побегов, отсутствием характерных признаков быстрого биологического старения, самоомоложением, вегетативным и семенным размножением, высокой продуктивностью стеблей, листьев и корней.

**Ключевые слова:** онтогенез, биологическая продуктивность, *Symphytum officinale*

**Финансирование:** работа выполнена в рамках темы научно-исследовательской работы «Биология, экология и адаптация полезных растений в условиях Восточной Сибири», № АААА-А19-119032090027-8.

**Для цитирования:** Тунгрикова В. В., Худоногова Е. Г. Онтогенетические особенности и продуктивность *Symphytum officinale* L. в условиях Приангарья // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2022. № 4. С. 46–54. doi:10.21685/2307-9150-2022-4-5

© Тунгрикова В. В., Худоногова Е. Г., 2022. Контент доступен по лицензии Creative Commons Attribution 4.0 License / This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 License.

## Ontogenetic features and productivity *Symphytum officinale* L. in the conditions of the Angara region

V.V. Tungrikova<sup>1</sup>, E.G. Khudonogova<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Irkutsk State Agrarian University named after A.A. Ezhevsky,  
Molodezhny village, Irkutsk region, Russia

<sup>1</sup>vtungrikova@bk.ru, <sup>2</sup>doky2015@yandex.ru

**Abstract.** *Background.* *Symphytum officinale* L. is a valuable forage and medicinal plant. The roots and leaves of the species are used in folk medicine as an antimicrobial and anti-inflammatory agent; preparations from the roots of the plant have pronounced immunostimulating properties. The basis of introduction is the passage of the species through all stages of the life cycle in the conditions of culture, the ability to form fruits and seeds. *Materials and methods.* Ontogenetic studies were carried out according to the methodology of T.A. Rabinova, with additions by A.A. Uranov and E.L. Nukhimovsky. *Results.* *S. officinale* in the conditions of the Angara region there are 3 periods of ontogenesis: latent, virginal, generative. Seedlings appear on the 14<sup>th</sup>-15<sup>th</sup> day. A rosette of leaves begins to form in juvenile plants. In immature individuals, branching of shoots begins, while the number of leaves in the rosette increases by 2 times. Young generative individuals bloom for the first time for 1-2 years of life. Individuals enter the middle-aged generative state for 3 years, two generations of shoots are observed in plants. At the 4<sup>th</sup> year of life, the plants pass into the old generative state. At the end of August-September, individuals have a partial rhizome. The following year, a large number of new reproductive shoots begin to grow from the renewal buds on the rhizome. *Conclusions.* In the conditions of the Angara culture, *S. officinale* successfully passes all stages of development, blooms, forms fruits and seeds. The plant is a promising species for cultivation in the conditions of culture of the Angara region. It has a number of advantages for feed production: with rapid growth and development, during the growing season, the species has two generations of shoots, the plant has good otavnost and the ability to form a large number of adventitious buds and shoots, the absence of characteristic signs of rapid biological aging, self-rejuvenation, vegetative and seed reproduction, high productivity of stems, leaves and roots.

**Keywords:** ontogenesis, biological productivity, *Symphytum officinale*

**Acknowledgments:** the work was performed within a research project "Biology, ecology and adaptation of useful plants in Eastern Siberia", No.AAAA-A19-119032090027-8.

**For citation:** Tungrikova V.V., Khudonogova E.G. Ontogenetic features and productivity *Symphytum officinale* L. in the conditions of the Angara region. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki = University proceedings. Volga region. Natural sciences.* 2022;(4):46–54. (In Russ.). doi:10.21685/2307-9150-2022-4-5

### Введение

*Symphytum officinale* L. (окопник лекарственный) – лекарственное, кормовое, декоративное и медоносное многолетнее растение семейства Boraginaceae, является восточноевропейским и западноазиатским видом, широко культивируется в разных регионах мира, произрастает на влажных лугах, по берегам водоемов в южных районах Европейской части страны, в южных районах Нечерноземья. В Сибири – инвазионный вид, встречается редко, описан на территории Бурятии и Читинской области, в Иркутской области обнаружен в Усольском районе (близ пос. Тальяны) [1].

Упоминания о лечебных свойствах растения встречаются во многих английских травниках и медицинских словарях XVI–XVII вв. Корни и листья

*S. officinale* в народной медицине применяются в качестве противомикробного и противовоспалительного средства. В Европейских странах и США корни *S. officinale* являются официальным сырьем, препараты из корней растения обладают выраженными иммуностимулирующими свойствами [2].

Согласно результатам исследований П. Ф. Медведева, А. И. Сметанниковой *S. officinale* является высоко урожайной силосной культурой, которую можно использовать для изготовления травяной муки, в свежем виде хорошо поедается овцами, козами и свиньями, в измельченном виде – птицами [2].

Адаптация и акклиматизация перспективных полезных растений в условиях культуры конкретного региона являются основными задачами для интродукторов и селекционеров. Исследования эколого-биологических, морфологических, онтогенетических, фармакологических и других особенностей полезных растений проводятся многими учеными России и зарубежья [3, 4].

Морфологические и кормовые свойства *S. officinale* ранее были описаны в работах И. В. Ларина в условиях Нечерноземья [5], П. Ф. Медведева на территории Европейской части СССР [2]. Онтогенез вида в условиях Восточной Сибири изучается впервые.

Цель исследования – изучение онтогенетических особенностей и биологической продуктивности сырья *S. officinale* в условиях культуры Приангарья.

#### **Объекты и методы исследования**

Объект исследования – *S. officinale*. Посев семян проводили на территории опытного поля Иркутского ГАУ с 2016 по 2022 г. широкорядным способом.

Онтогенетические состояния вида были определены с использованием методики Т. А. Работнова [6, 7] с дополнениями А. А. Уранова [8] и Е. Л. Нухимовского [9]. Для определения периодов онтогенеза *S. officinale* учитывали несколько морфологических признаков: высоту, размеры и количество листьев, наличие и формирование побегов, особенности корневой системы, формирование придаточных почек, генеративных побегов, плодов и семян, а также длительность нахождения вида в определенном возрастном состоянии. Особи, относящиеся к одному онтогенетическому состоянию, объединяли в одну группу [12–14].

Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена по методике Н. А. Плохинского [10] с использованием программы Excel.

#### **Результаты и обсуждения**

Интродукционные исследования перспективных культивируемых растений необходимо начинать с изучения их онтогенетических особенностей в природно-климатических условиях конкретного региона.

Климат Приангарья характеризуется как резко континентальный, средние температуры января колеблются от минус 18 °С до минус 35 °С. Продолжительность зимы от 180 до 200 дней. Мощность снежного покрова колеблется до 600 мм. Весна начинается в конце марта и продолжается около 35 дней. Снежный покров сходит в апреле. Продолжительность летнего периода составляет 90–110 дней. Средние температуры июля, самого теплого месяца года, колеблются в пределах +15–20 °С до +30 °С. Первая половина лета, как правило, жаркая и сухая. В конце июля и в августе часто отмечают

ся затяжные дожди (до 85 % годовой суммы осадков). Осенний период характеризуется резкими суточными колебаниями температур и ранними заморозками. Распределение осадков неравномерное, около 60 % их годовой суммы выпадает на летние месяцы, на весну приходится 12–15 %, на осень – 20 %, а зимой в виде снега выпадает только 10 %. Максимум осадков приходится на июль-август, минимум – на февраль-март. На равнинной территории в среднем за год выпадает 300–400 мм осадков, в горах – свыше 600 мм [11].

Важнейшей особенностью интродуцентов является их способность последовательного прохождения всех стадий онтогенетического развития, в не характерных для них природно-климатических условиях, заканчивающаяся образованием плодов и семян. Индикатором онтогенетических состояний являются морфологические признаки, неразрывно связанные с экологическими, биохимическими и другими особенностями видов [6, 7].

*S. officinale* в условиях Приангарья проходит три периода онтогенеза: латентный, виргинильный и генеративный. Результаты исследований онтогенетических особенностей *S. officinale* представлены на рис. 1.

Проростки с двумя семядольными листьями появляются на 14–15 день после посева семян, при этом формируется молодой побег и стержневой корешок (длиной около 17,5 мм).

У ювенильных особей начинает формироваться розетка листьев, молодой побег не ветвится, листья ланцетные (до 10–12 см длиной), стержневой корень увеличивается до 8–10 см. Длительность ювенильного состояния – 10–14 дней.

У имматурных особей начинается ветвление побегов, при этом количество листьев в розетке увеличивается в 2 раза (до 8–10), длина ланцетных листьев возрастает до 20–30 см. Длительность имматурного состояния составляет около 1 месяца.

Виргинильные особи – число ланцетных листьев в розетке увеличивается до 12–13 (длиной от 5 до 30 см, шириной – 3–4 см), формируется корневище (длиной до 13–15 см, диаметром 1–3 см). В пазухах листьев – по 3–4 придаточные почки. У особей *S. officinale* на ранних стадиях развития, вплоть до виргинильного состояния формируется розеточная стержнекорневая жизненная форма. Длительность особей в данном возрастном состоянии – 1 месяц и более.

Молодые генеративные особи – впервые зацветающие, зацветает *S. officinale* на 1–2 год жизни, у растений формируются 1–2 генеративных побега. В первый год жизни, к середине июня зацветают около 40 % особей, на второй в генеративное состояние вступают все остальные растения. Соцветие – двойной завиток длиной до 15 см, цветки грязно-лиловые, фиолетовые, розовые. Длина завитка цветка достигает 20 см. Во время цветения растения опыляют пчелы и шмели. Семена созревают не равномерно, от верхушки к основанию. Плод – орешек. Длина и толщина корневища увеличиваются (длина до 20–25 см, диаметр до 15 см), на корневище формируются многочисленные почки, от которых начинают отрастать побеги длиной до 30–40 см. Стадия молодого генеративного состояния длится около года.

В средневозрастном генеративном состоянии особи вступают на 3-й год жизни, количество генеративных побегов возрастает до 15–27, корневище начинает нарастать быстрыми темпами, длина корневища увеличивается до 30 см, диаметр – до 20 см. В средневозрастном генеративном состоянии у

растения наблюдается две генерации побегов. Первая генерация наблюдается от середины мая до середины июля, растение формирует соцветия и семена. Вторая генерация – с июля по август, а при благоприятных условиях – до сентября. В пазухах каждого листа и боковых побегов закладываются пазушные почки, дающие начало новым побегам, которые формируют вторую генерацию побегов. Длительность средневозрастного генеративного состояния составляет 3–4 года.



Рис. 1. Возрастные состояния *Symphytum officinale*:  
1 – проростки; 2 – ювенильные особи; 3 – виргинильные особи;  
4 – молодые генеративные особи; 5 – средневозрастные генеративные особи;  
6 – старые генеративные особи

У старых генеративных особей *S. officinale* на четвертый год жизни (в конце лета – начале осени) наблюдается процесс партикуляции – корневище делится на две части по центру. На следующий год от почек возобновления на корневище начинает отрастать большое количество новых репродуктивных побегов, очевидно у особей *S. officinale* четвертого года жизни начинается процесс самоомоложения. Длина корней достигает максимальных размеров (длиной до 1,5 м с диаметром до 40 см), масса корней – до 8 кг [15].

Таким образом, особи *S. officinale* в условиях Приангарья отличаются быстрыми темпами роста. Ранние стадии развития (всходы, ювенильные, иматурные, виргинильные) проходят за три месяца, значительный процент особей (около 40 %) вступают в молодое генеративное состояние в августе – начале сентября в первый год жизни. В средневозрастном генеративном состоянии находятся непродолжительное время – 3–4 года. Старое генеративное состояние сопровождается осенней партикуляцией корневища на 4-м году жизни и массовым отрастанием побегов от почек возобновления на следующий год.

Растения *S. officinale* в условиях Приангарья способны длительное время произрастать на одной территории и обладать высокой биологической продуктивностью, что необходимо для успешного ведения кормопроизводства [14–16]. Результаты исследований биологической продуктивности растений *S. officinale* двухлетнего и шестилетнего возраста приведены в табл. 1.

Таблица 1  
Биологическая продуктивность органов растений разного возраста

Возраст, лет	Масса растения (возд.-сух.), г	Масса вегетативных и генеративных органов (возд.-сух.), г					
		стебель		лист		соцветие	
		г	%	г	%	г	%
2	119,7 ± 2,5	25,7 ± 0,9	21,5 ± 0,8	60,0 ± 1,0	50,1 ± 0,8	34,0 ± 0,6	28,4 ± 0,5
6	1174,1 ± 3,0	362,0 ± 1,2	30,8 ± 0,1	722,0 ± 0,8	61,5 ± 0,1	90,1 ± 1,0	7,7 ± 0,1

У двулетних растений *S. officinale* преобладает масса листьев – 60 г, масса стеблей составляет 25,7 г, масса соцветий – 43 г. По сравнению с двулетними, у шестилетних растений масса стеблей увеличивается в 14 раз (до 362 г), листьев – более чем в 12 раз (до 722 г), масса соцветий возрастает более чем в 2 раза (до 90,1 г). Таким образом, *S. officinale* отличается высокой биологической продуктивностью как надземной массы (1174,1 г), так и корней (до 8 кг у генеративных растений [15]).

### Заключение

В условиях культуры Приангарья *S. officinale* успешно проходит все стадии развития, цветет, образует плоды и семена. В результате 7-летних исследований вид прошел семь возрастных состояний от проростков до старых генеративных особей.

*S. officinale* является перспективным видом для выращивания в условиях культуры Приангарья, обладает рядом преимуществ для кормопроизводства (быстрыми темпами роста и развития, за сезон вегетации у вида наблю-

дается две генерации побегов, растение обладает хорошей отавностью и способностью образовывать большое количество придаточных почек и побегов, отсутствием характерных признаков быстрого биологического старения, самоомоложением, вегетативным и семенным размножением, высокой продуктивностью стеблей (362 г), листьев (722 г), корней (до 8 кг) и может быть рекомендован в качестве лекарственного и кормового растения для птицеводства и свиноводства.

### Список литературы

1. Чепинога В. В. Конспект флоры Иркутской области (сосудистые растения). Иркутск : Изд-во Иркут. гос. ун-та, 2008. 327 с.
2. Медведев П. Ф., Сметанникова А. И. Кормовые растения Европейской части СССР : справочник. Л. : Колос. Ленингр. отд-ние, 1981. 336 с.
3. Le V., Ivanova S., Dyshlyuk L. [et al.]. Phytochemical analysis of *Symphytum officinale* root culture extract // *Applied Sciences (Switzerland)*. 2021. Т. 11, № 10.
4. Yunusova S. G., Yunusov M. S., Lyashenko S. S. [et al.]. Lipids and lipophilic constituents of Comfrey (*Symphytum officinale* L.) // *Seeds Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2017. Т. 50, № 11. P. 728–731.
5. Ларин И. В. Кормовые растения сенокосов и пастбищ. М.-Л. : Сельхозгиз, 1953. 701 с.
6. Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах. М.-Л., 1950. Вып. 6. 204 с.
7. Работнов Т. А. Определение возрастного состава популяций видов в сообществе. М.-Л. : Наука, 1964. 144 с.
8. Уранов А. А. Большой жизненный цикл и возрастной спектр ценопопуляций цветковых растений. Киев : Всесоюз. бот. об-во, 1973. 36 с.
9. Нухимовский Е. Л. Основы биоморфологии семенных растений: Габитус и формы роста в организации биоморф. М. : Оверлей, 2002. Т. 2. 859 с.
10. Имыкшенова В. В., Лукина И. А. Ценопопуляционная структура окопника лекарственного // *Актуальные вопросы аграрной науки*. 2013. № 6. С. 5–9.
11. Асташенков А. Ю., Черемушкина В. А., Курочкина Н. Ю. Особенности онтогенеза и побегообразования эндемика Центральной Азии *NERETA FORMOSA* KUDR. (LAMIACEAE) // *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки*. 2019. № 3. С. 24–33.
12. Лукина И. А., Тунгрикова В. В. Отавность окопника лекарственного *Symphytum officinale* L. в условиях Приангарья // *Вестник ИрГСХА*. 2016. № 73. С. 14–18.
13. Плохинский Н. А. Биометрия. М. : Изд-во Москов. ун-та, 1970. 368 с.
14. Беркин Н. С., Филиппова С. А., Бояркин В. М. [и др.]. Иркутская область (природные условия административных районов). Иркутск : Изд-во Иркут. ун-та, 1993. 304 с.
15. Тунгрикова В. В., Филиппова Т. А. Периоды и онтогенетические состояния популяции *Symphytum officinale* L. в условиях Приангарья // *Вестник Башкирского государственного аграрного университета*. 2019. № 1. С. 47–50.
16. Khudonogova E., Tretyakova S., Mikhlyeva A. [et al.]. Ecological features of useful plants in natural populations of the western Baikal region // *19th International scientific geoconference SGEM 2019*. 2019. P. 301–306.

### References

1. Chepinoga V.V. *Konspekt flory Irkutskoy oblasti (sosudistye rasteniya) = Synopsis of the flora of the Irkutsk region (vascular plants)*. Irkutsk: Izd-vo Irkut. gos. un-ta, 2008:327. (In Russ.)

2. Medvedev P.F., Smetannikova A.I. *Kormovye rasteniya Evropeyskoy chasti SSSR: spravochnik = Feed plants in the European part of the USSR: reference book*. Leningrad: Kolos. Leningr. otd-nie, 1981:336. (In Russ.)
3. Le V., Ivanova S., Dyshlyuk L. et al. Phytochemical analysis of *Symphytum officinale* root culture extract. *Applied Sciences (Switzerland)*. 2021;11(10).
4. Yunusova S.G., Yunusov M.S., Lyashenko S.S. et al. Lipids and lipophilic constituents of Comfrey (*Symphytum officinale* L.). *Seeds Pharmaceutical Chemistry Journal*. 2017;50(11):728–731.
5. Larin I.V. *Kormovye rasteniya senokosov i pastbishch = Fodder plants of hayfields and pastures*. Moscow-Leningrad: Sel'khozgiz, 1953:701. (In Russ.)
6. Rabotnov T.A. *Zhiznennyy tsikl mnogoletnikh travyanistykh rasteniy v lugovykh tsenozakh = Life cycle of perennial herbaceous plants in meadow cenoses*. Moscow-Leningrad, 1950;(6):204. (In Russ.)
7. Rabotnov T.A. *Opreделение vozrastnogo sostava populyatsiy vidov v soobshchestve = Determination of the age composition of population populations in the community*. Moscow-Leningrad: Nauka, 1964:144. (In Russ.)
8. Uranov A.A. *Bol'shoy zhiznennyy tsikl i vozrastnoy spektr tsenopopulyatsiy tsvetkovykh rasteniy = Determination of the age composition of population populations in the community*. Kiev: Vsesoyuz. bot. ob-vo, 1973:36. (In Russ.)
9. Nukhimovskiy E.L. *Osnovy biomorfologii semennykh rasteniy: Gabitus i formy rosta v organizatsii biomorf = Fundamentals of biomorphology of seminal plants: gabitus and growth forms in the organization of biomorph*. Moscow: Overley, 2002;2:859. (In Russ.)
10. Imykshenova V.V., Lukina I.A. Cenopopulation structure of comfrey officinalis. *Aktual'nye voprosy agrarnoy nauki = Actual issues of agrarian science*. 2013;(6):5–9. (In Russ.)
11. Astashenkov A.Yu., Cheremushkina V.A., Kurochkina N.Yu. Features of ontogenesis and shoot formation of the endemic of Central Asia *NEPETA FORMOSA* KUDR. (LAMIACEAE). *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy. Povolzhskiy region. Estestvennye nauki = University proceedings. Volga region. Natural sciences*. 2019;(3):24–33. (In Russ.)
12. Lukina I.A., Tungrikova V.V. The growth of comfrey *Symphytum officinale* L. in the conditions of the Angara region. *Vestnik IrGSKhA = Bulletin of Irkutsk State Agricultural Academy*. 2016;(73):14–18. (In Russ.)
13. Plokhinskiy N.A. *Biometriya = Biometrics*. Moscow: Izd-vo Moskov. un-ta, 1970:368. (In Russ.)
14. Berkin N.S., Filippova S.A., Boyarkina V.M. et al. *Irkutskaya oblast' (prirodnye usloviya administrativnykh rayonov) = Irkutsk region (natural conditions of administrative areas)*. Irkutsk: Izd-vo Irkut. un-ta, 1993:304. (In Russ.)
15. Tungrikova V.V., Filippova T.A. Periods and ontogenetic states of *Symphytum officinale* L. in the conditions of the Angara region. *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Bashkir State Agrarian University*. 2019;(1):47–50. (In Russ.)
16. Khudonogova E., Tretyakova S., Mikhlyaeva A. et al. Ecological features of useful plants in natural populations of the western Baikal region. *19th International scientific geoconference SGEM 2019*. 2019:301–306.

#### Информация об авторах / Information about the authors

**Валерия Владиславовна Тунгрикова**  
аспирант, Иркутский государственный  
аграрный университет имени  
А. А. Ежовского (Россия, Иркутская  
область, п. Молодежный)

**Valeriya V. Tungrikova**  
Postgraduate student, Irkutsk State  
Agrarian University named after  
A.A. Ezhevsky (Molodezhny village,  
Irkutsk region, Russia)

E-mail: vtungrikova@bk.ru



***Елена Геннадьевна Худоногова***

доктор биологических наук, доцент,  
заведующий кафедрой ботаники,  
плодоводства и ландшафтной  
архитектуры, Иркутский  
государственный аграрный  
университет имени А. А. Ежевского  
(Россия, Иркутская область,  
п. Молодежный)

E-mail: doky2015@yandex.ru

***Elena G. Khudonogova***

Doctor of biological sciences, associate  
professor, head of the sub-department  
of botany, fruit growing and landscape  
architecture, Irkutsk State Agrarian  
University named after A.A. Ezhevsky  
(Molodezhny village,  
Irkutsk region, Russia)

**Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflicts of interests.**

**Поступила в редакцию / Received 14.10.2022**

**Поступила после рецензирования и доработки / Revised 11.11.2022**

**Принята к публикации / Accepted 28.11.2022**