

БОТАНИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ

BOTANICAL RESEARCHES

УДК 582.661.15(470.47)

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ОНТОМОРФОГЕНЕЗА ПОЛЫНИ САНТОНИЙСКОЙ (ARTEMISIA SANTONICA L.)

Татьяна Евгеньевна Зенкина, начальник отдела экологии, ООО «Волгограднефтепроект», Российская Федерация, 400078, г. Волгоград, просп. Ленина, 94А, tatyanaez@mail.ru

Вадим Александрович Сагалаев, профессор, доктор биологических наук, заведующий кафедрой, Волгоградский государственный университет, Российская Федерация, 400062, г. Волгоград, просп. Университетский, 100, alex_sag@mail.ru

Приводятся сведения об особенностях биологии развития и деталях онтогенеза *Artemisia santonica*. Характеризуется аллелопатическая активность вида, его фармакологическая, фитомелиоративная и кормовая ценность. Описываются местообитания *Artemisia santonica*, её жизненная форма, морфологические особенности растения. Приводятся описания двух морфологических форм синфлоресценций, отличающихся поникающими и вверх торчащими корзинками. Обсуждаются результаты исследования онтоморфогенеза *Artemisia santonica*. Описываются закономерности жизненного цикла, включающего три онтогенетических периода (прегенеративный, генеративный, постгенеративный) и восемь возрастных состояний. Рассматриваются морфологические особенности каждого возрастного состояния, а также характеризуется продолжительность жизни и календарный возраст каждого онтогенетического периода. Характеризуется явление партикуляции и его роль в жизненном цикле. Приводятся описания явлений сенильной и нормальной партикуляции. Оцениваются значение и варианты вегетативного размножения вида, такие как укоренение плагиотропных одревесневших побегов и образование корневых отпрысков.

Ключевые слова: *Artemisia santonica*, жизненный цикл, возрастные состояния, онтогенетические периоды, онтоморфогенез, сенильная партикуляция, нормальная партикуляция, диморфизм корзинок, вегетативное размножение, корневые отпрыски

ONTOMORPHOGENESIS FEATURES OF ARTEMISIA SANTONICA L.

Zenkina Tatiana Ye., Head of Ecology Department, LLC “Volgogradnefteproekt”, 94A Lenin Ave., Volgograd, 400078, Russian Federation, tatyanaez@mail.ru

Sagalaev Vadim A., Sc.D. (Biology), Professor, Head of Chair, Volgograd State University, 100 University Ave., Volgograd, 4000062, Russian Federation, alex_sag@mail.ru

The information about biology of growth and ontogenesis of *Artemisia santonica* is presented. The allelopathic activity of the species, its pharmacological, phytomeliorative and feeding value are characterised. The ecotope of *Artemisia santonica*, its life-form, morphological peculiarities are described. The description of 2 morphological sinflorescencia forms are made, which are different by anthode. The results of research of ontomorphogenesis are provided. The rules of life cycle including 3 ontogenetical periods (pregenerative, generative, postgenerative) and 8 age conditions are described. The morphological peculiarities of each age condition are examined and the lifetime and chronologic age of each age condition are characterised. Particulation and its role in life cycle are characterised. The description of normal and senile particulation are made. The importance and forms of vegetative multiplication, such as roothing of plagiotropic lignified bines and formation of root stalks are discussed.

Keywords: *Artemisia santonica*, life cycle, age conditions, ontogenetical periods, ontomorphogenesis, senile particulation, normal particulation, dimorphism of anthode, vegetative multiplication, root stalks

Полынь сантонийская (*Artemisia santonica* L.) является характерным компонентом галофильно-луговостепной растительности на солонцеватых и солончаковатых почвах в долинах рек, по окраинам озер, лиманов, приморских лугов юга Восточной Европы [8–10]. В условиях Прикаспия она входит в состав сообществ, формирующихся на солонцеватых и солончаковатых почвах в низовьях рек и в равнинных депрессиях [22]. Растение содержит комплекс сесквитерпеновых лактонов (сантонин, артемин, тауремизин) и представляет значительный интерес с фармакологической точки зрения [5; 15; 25; 26]. Вид используется в фитомелиоративных целях, а также как кормовое растение [7]. Надземные и подземные органы *A. santonica* выделяют водорастворимые и газообразные физиологические вещества фенольной природы, обладающие аллелопатической активностью [16; 17].

Сведения об особенностях биологии развития, в частности, о деталях онтогенеза полыни сантонийской в литературе отсутствуют.

Материалы методы исследований

Работы проводились на территории Волгоградской области (Красноармейский р-н г. Волгоград) и Республики Калмыкия (Черноземельский р-н) в полевые сезоны 2009–2012 гг. по классической методике изучения онтогенетической структуры популяций растений [13; 18; 23; 24].

A. santonica обитает на увлажнённых и засоленных окраинах солончаков, а также по склонам небольших возвышенностей Кумо-Маньчской впадины.

A. santonica относится к группе стержнепридаточнокорневых прямостоячих корнеотпрысковых полукустарничков с базисимподиальным возобновлением и моно-, дициклическими ортотропными удлинёнными монокарпическими побегами [4].

Общее соцветие – широкая развесистая метелка из корзинок, в корзинке развивается 3–4 цветка [19; 20]; корзинки на коротких ножках, поникающие [21]. В изученных ценопопуляциях *A. santonica* наблюдалось наличие двух морфологических форм, отличающихся поникающими и вверх торчащими корзинками синфлоресценции (рис. 1). Это явление подтверждается и наблюдениями Б.А. Келлера, который описывал две формы у *A. salina* Willd.: var. *nutans* Kell – ветви соцветия и цветоножки поникающие; var. *erecta* Kell. – корзинки и верхушки ветвей общего соцветия обращены вверх [6]. Согласно современным представлениям, растение, произрастающее на солончаковых лугах юго-востока европейской России, следует именовать *A. santonica* L. (*A. salina* auct. non Willd.) [11].

Листья *A. santonica* в очертаниях продолговатые или узкопродолговатые, с 3–7 первичными сегментами [21].

Особенности морфологии *A. santonica* представлены на рисунке 1.

Результаты исследований и их обсуждение

Изученный жизненный цикл *A. santonica* включает три онтогенетических периода (прегенеративный, генеративный, постгенеративный) и восемь возрастных состояний: проростки (*p*), ювенильные (*j*), имматурные (*im*), виргинильные (*v*), молодые генеративные (*g*₁), средневозрастные генеративные (*g*₂), старые генеративные (*g*₃), сенильные (*s*) (рис. 2).

Проростки (*p*) представлены травянистым побегом, не превышающим 5 см, с фрагментами семядолей. *Ювенильное состояние* (*j*) характеризуется наличием одревесневшей части у основания побега, размер растения составляет 5–10 см. *Имматурное состояние* (*im*) отличается большей степенью ветвления и размером особи, который может достигать 15 см. Размер растения в *виргинильном состоянии* (*v*) изменяется в пределах 15–20 см, одревеснение достигает четвертой части побега. *Молодое генеративное состояние* (*g*₁) обладает морфологическим сходством с виргинильным состоянием, но отличается наличием соцветий. *Средневозрастные генеративные растения* (*g*₂) характеризуются наличием нескольких цветущих побегов, у основания развита система одревесневших побегов прошлых лет. *Старым генера-*

тивным особям (g_3) свойственно явление партикуляции, приводящее к частичному распаду растения. У растений в *сенильном состоянии* (s) преобладают процессы отмирания, генеративные и вегетативные побеги практически полностью отсутствуют.

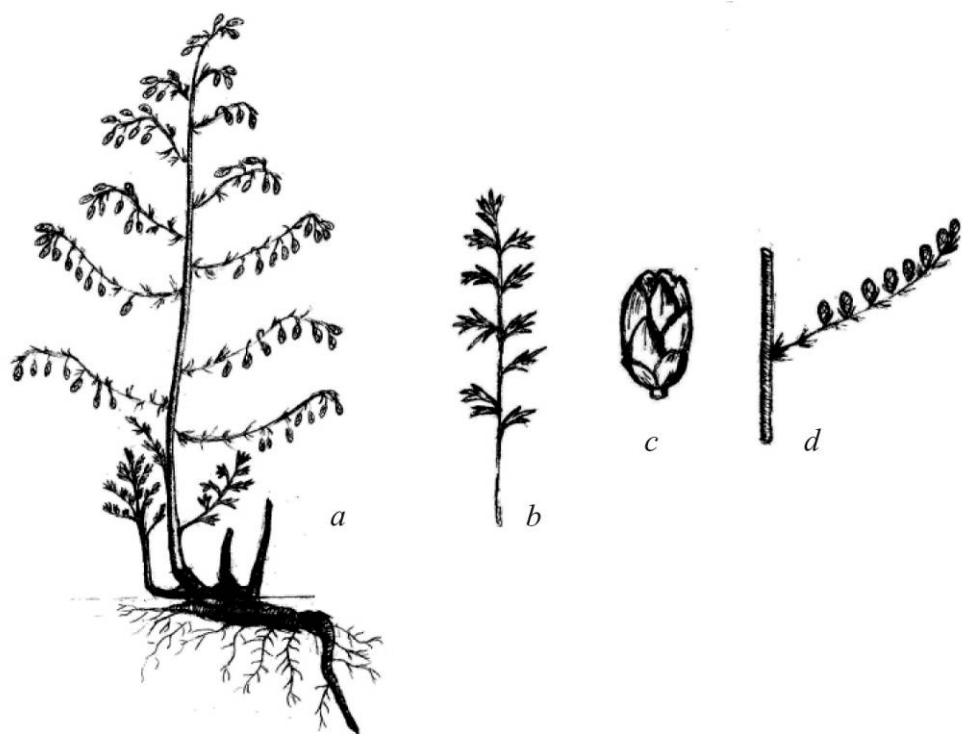


Рис. 1. Особенности морфологического строения *A. santonica*:
a – особь в молодом генеративном состоянии (g_1); b – прикорневой лист; c – корзинка;
d – фрагмент ветви с прямостоячими корзинками var. *erecta* Kell

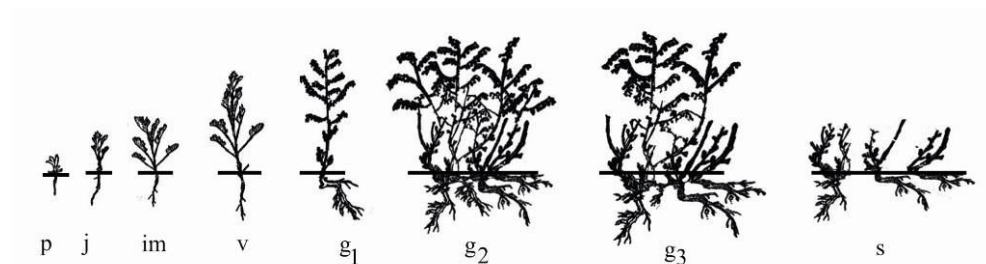


Рис. 2. Возрастные (онтогенетические) состояния *A. santonica*: p – проросток;
 j – ювенильное; im – имматурное; v – виргинильное; g_1 – молодое генеративное;
 g_2 – средневозрастное генеративное; g_3 – старое генеративное; s – сенильное

Продолжительность жизни особей прегенеративного периода (p, j, im, v) составляет четыре года. Длительность генеративного периода – шесть и более лет. Постгенеративный период может продолжаться один-два и более лет. Общая продолжительность жизненного цикла *A. santonica* может быть оценена ориентировочно в десять и более лет.

В старом генеративном возрастном состоянии (g_3) у *A. santonica* наблюдались явления сенильной и нормальной партикуляции. Сенильная партикуляция происхо-

дит при старении растения и приводит к образованию самостоятельных недолгоживущих сенильных особей [14]. Нормальная партикуляция, согласно ряду авторов [12; 14], является одной из форм вегетативного размножения, выполняет функцию механизма приспособления к условиям среды обитания и приводит к некоторому омоложению растения. В ходе полевых работ также были отмечены особи, размножающиеся вегетативным способом за счёт укоренения стелящихся одревесневших побегов. Укоренившиеся стелющиеся побеги способны к последующему расчленению и образованию отдельных особей. При наличии свободного пространства вокруг генеративного растения (g_1 – g_3) отмечалось размножение корневыми отпрысками, которые формировали новые молодые особи, связанные с материнским растением (рис. 3).

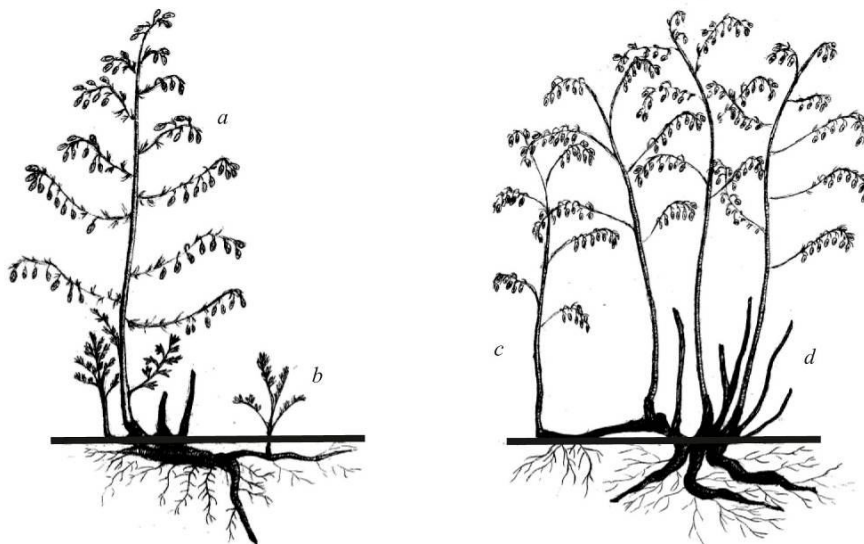


Рис. 3. Варианты вегетативного размножения *A. santonica*:
a – особь в молодом генеративном состоянии (g_1); b – корневой отпрыск;
c – укоренившийся стелящийся одревесневший побег;
d – особь в средневозрастном генеративном состоянии (g_2)

Сходные процессы вегетативного размножения у *A. santonica* наблюдала З.Г. Беспалова (как *Artemisia salina* Kell. s. l.) [1–3]. В связи с наличием аллелопатических свойств у *A. santonica* [16; 17] семенное размножение наблюдалось преимущественно по краю ценопопуляции или на склонах катены. По-видимому, именно в условиях дренажа, обуславливающего вымывание из почвы выделяемых растением фенольных соединений, семена прорастают с наибольшей степенью вероятности.

Выводы:

1. Жизненный цикл полыни *A. santonica* включает три онтогенетических периода и восемь возрастных состояний.
2. У полыни сантонийской наблюдается явление партикуляции, представленное двумя вариантами: сенильной партикуляцией, ведущей к распаду и гибели особи, и нормальной партикуляцией, приводящей к вегетативному размножению. Кроме того, отмечены случаи вегетативного размножения с помощью укореняющихся плагиотропных одревесневших побегов и за счёт корневых отпрысков.
3. В изученных ценопопуляциях *A. santonica* зафиксировано наличие двух морфологических форм – типичной с поникающими корзинками var. *nutans* Kell. и формой с сидячими корзинками, направленными вверх, var. *erecta* Kell.
4. Общая длительность жизненного цикла полыни сантонийской может быть оценена приблизительно в 10–15 лет.

Список литературы

1. **Беспалова З. Г.** К биологии размножения полыней *Artemisia salina* Kell. s. l., *Artemisia taurica* Willd. и кермека *Limonium meyeri* (Bolss.) Ktzc. в ногойской степи / З. Г. Беспалова // Ботанический журнал. – 1956. – Т. 41, № 11. – С. 1623–1629.
2. **Беспалова З. Г.** К биологии полукустарников-эдификаторов фитоценозов ногойских пустынных степей и сухих степей Центрального Казахстана / З. Г. Беспалова // Ботанический журнал. – 1960. – Т. 45, № 10. – С. 1462–1475.
3. **Беспалова З. Г.** О жизненной форме «полукустарничек» / З. Г. Беспалова // Проблемы современной ботаники : в 2 т. / Е. М. Лавренко. – Москва – Ленинград : Наука, 1965. – Т. 2. – С. 65–69.
4. **Безр А. С.** Сравнительное биоморфологическое исследование восточноевропейских представителей рода *Artemisia* L. (Asteraceae Dumort.) : дис. ... канд. биол. наук / А. С. Безр. – Москва, 2005. – 424 с.
5. **Водорезова Л. А.** Фармакогностическое изучение полыни сантониковой : автореф. дис. ... канд. фарм. наук / Л. А. Водорезова. – Пятигорск : Пятигорская гос. фарм. акад., 2006. – 23 с.
6. **Келлер Б. А.** *Artemisia maritima* L. s. l. – Полынь приморская / Б. А. Келлер, Н. Ф. Комаров // Флора Юго-Востока Европейской части СССР / под общ. ред. Б. А. Федченко. – Москва – Ленинград : Изд-во АН СССР, 1936. – Вып. 6. – С. 354–356.
7. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР : в 3 т. / И. В. Ларин и др. – Москва – Ленинград : Сельхозгиз, 1956. – Т. 3. – 879 с.
8. **Лавренко Е. М.** Степи / Е. М. Лавренко, Г. И. Билык // Растительность европейской части СССР / С. А. Грибова, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. – Ленинград : Наука, 1980. – С. 203–272.
9. **Лавренко Е. М.** Средиземные пустыни / Е. М. Лавренко // Растительность европейской части СССР / С. А. Грибова, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. – Ленинград : Наука, 1980. – С. 298–299.
10. **Липатов В. В.** Субаридные и аридные поймы / В. В. Липатов // Растительность европейской части СССР / С. А. Грибова, Т. И. Исаченко, Е. М. Лавренко. – Ленинград : Наука, 1980. – С. 258–271.
11. **Леонова Т. Г.** Род Полынь – *Artemisia* L. / Т. Г. Леонова // Флора европейской части СССР / отв. ред. и ред. тома Н. Н. Цвелёв. – Санкт-Петербург : Наука, 1994. – Т. 7. – С. 150–174.
12. **Новиков Г. Н.** О формах размножения пустынных полукустарничков / Г. Н. Новиков // Советская ботаника. – 1943. – № 2. – С. 30–37.
13. **Работнов Т. А.** Вопросы изучения состава популяций для целей фитоценологии / Т. А. Работнов // Проблемы ботаники. – 1950. – Вып. 1. – С. 465–483.
14. **Работнов Т. А.** Некоторые вопросы изучения ценологических популяций / Т. А. Работнов // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение «Биология». – 1969. – Т. 74, вып. 1. – С. 141–149.
15. Растительные ресурсы СССР: Цветковые растения, их химический состав, использование. Сем. Asteraceae (Compositae) / отв. ред. П. Д. Соколов. – Санкт-Петербург : Наука, 1993. – 352 с.
16. **Симагина Н. О.** Аллелопатические свойства гликогалофита *Artemisia santonica* L. / Н. О. Симагина // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2006. – Т. 19 (58), № 4. – С. 177–185.
17. **Симагина Н. О.** Фенольные соединения *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Vieb., проявляющие аллелопатическую активность / Н. О. Симагина, Н. В. Глумова // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия «Биология, химия». – 2008. – Т. 21 (60), № 2. – С. 113–120.
18. **Уранов А. А.** Возрастной спектр фитоценопопуляций как функция времени и энергии волновых процессов / А. А. Уранов // Биологические науки. – 1975. – № 2. – С. 7–34.
19. **Филатова Н. С.** Систематические заметки о полынях Казахстана / Н. С. Филатова // Ботанические материалы Гербария Института ботаники АН КазССР. – Алма-Ата, 1964. – Вып. 2. – С. 58–70.
20. **Филатова Н. С.** Род Полынь – *Artemisia* L. / Н. С. Филатова // Флора Казахстана / гл. ред. Н. В. Павлов. – Алма-Ата : Наука, 1966. – Т. 9. Compositae. – С. 76–140.
21. **Филатова Н. С.** Полыни СССР (*Artemisia* L. Asteraceae) из подрода *Seriphidium* (Bess.) Peterm. / Н. С. Филатова // Новости систематики высших растений. – 1984. – Т. 21. – С. 155–185.

22. Храмцов В. Н. Растительность солончаков / В. Н. Храмцов // Ботаническая география Казахстана и Средней Азии (в пределах пустынной области) / под ред. Е. И. Рачковской, Е. А. Волковой, В. Н. Храмцова. – Санкт-Петербург: [б.и.], 2003. – С. 112–118.
23. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура) / Л. Б. Заугольнова, Л. А. Жукова и др.; отв. ред. А. А. Уранов, Т. И. Серебрякова. – Москва: Наука, 1976. – 217 с.
24. Ценопопуляции растений (очерки популяционной биологии) / Л. Б. Заугольнова, Л. А. Жукова, А. С. Комаров и др. – Москва: Наука, 1988. – 184 с.
25. Arantes F. P. Synthesis and cytotoxic activity of α -santonin derivatives / F. P. Arantes, L. C. Barbosa, E. S. Alvarenga, A. J. Demuner, D. P. Bezerra, J. R. Ferreira, L. V. Costa-Lotufu, C. Pessoa, M. O. Moraes // European Journal of Medicinal Chemistry. – 2009. – Vol. 44, issue 9. – P. 3739–3745.
26. Arantes F. P. Induction of G2/M arrest, caspase activation and apoptosis by α -santonin derivatives in HL-60 cells / F. P. Arantes, L. A. Barbosa, S. E. Alvarenga, J. A. Demuner, D. P. Bezerra, J. R. Ferreira, L. V. Costa-Lotufu, C. Pessoa, M. O. Moraes // Toxicology in vitro. – 2013. – Vol. 27, issue 5. – P. 1458–1466.

References

1. Bepalova Z. G. K biologii razmnozheniya polyney Artemisia salina Kell. s. l., Artemisia taurica Willd. i kermeka Limonium meyeri (Bolss.) Ktzc. v nogayskoy stepi [The biology of reproduction wormwoods Artemisia salina Kell. s. l., Artemisia taurica Willd. and kermeka Limonium Meyer (Boiss.) Ktze in the Nogai steppe]. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical Journal], 1956, vol. 41, no. 11, pp. 1623–1629. (in Rus).
2. Bepalova Z. G. K biologii polukustarnikov-edifikatorov fitotsenozov nogayskikh pustynnykh stepey i sukhikh stepey Tsentralnogo Kazakhstana [The biology of dwarf shrubs, plant communities edificators Nogai steppe desert and dry steppe of Central Kazakhstan]. *Botanicheskiy zhurnal* [Botanical Journal], 1960, vol. 45, no. 10, pp. 1462–1475. (in Rus).
3. Bepalova Z. G. O zhiznennoy forme “polukustarnichesk” [About life form “half-shrub”]. *Lavrenko Ye. M. Problemy sovremennoy botaniki: in 2 vol.* [Problems of Modern Botany: in 2 vol.]. Moscow, Leningrad, Nauka, 1965, vol. 2, pp. 65–69. (in Rus).
4. Beer A. S. *Sravnitelnoe biomorfologicheskoe issledovanie vostochnoevropeyskikh predstaviteley roda Artemisia L. (Asteraceae Dumort.)* [Biomorphological comparative study of Eastern European members of the genus Artemisia L. (Asteraceae Dumort.)]. Moscow, 2005, 424 p. (in Rus).
5. Vodrezova L. A. *Farmakognosticheskoe izuchenie polyni santonikovoy* [Pharmacognostic study wormwood santonikovoy]. Pyatigorsk, Pyatigorsk State Pharmaceutical Academy Publ., 2006, 23 p. (in Rus).
6. Keller B. A., Komarov N. F. Artemisia maritima L. s. l. – Polyn primorskaya [Artemisia maritima L. s. l. – Wormwood seaside]. *Fedchenko B. A. (Ed.). Flora Yugo-Vostoka Yevropeyskoy chasti SSSR* [Flora of South-East European part of the USSR]. Moscow, Leningrad, Publ. Academy of Science of the USSR, 1936, issue 6, pp. 354–356. (in Rus).
7. Larin I. V. et al. *Kormovye rasteniya senokosov i pastbishch SSSR: in 3 vol.* [Forage plants hayfields and pastures of the USSR: in 3 vol.]. Moscow, Leningrad, Selkhozgiz, 1956, vol. 3, 879 p. (in Rus).
8. Lavrenko Ye. M., Bilyk G. I. Stepi [Barrens]. *Gribova S. A., Isachenko T. I., Lavrenko Ye. M. Rastitelnost evropeyskoy chasti SSSR* [Vegetation of the European part of the URSS]. Leningrad, Nauka, 1980, pp. 203–272. (in Rus).
9. Lavrenko Ye. M. Sredizemnye pustyni [Mediterranean desert]. *Gribova S. A., Isachenko T. I., Lavrenko Ye. M. Rastitelnost evropeyskoy chasti SSSR* [Vegetation of the European part of the URSS]. Leningrad, Nauka, 1980, pp. 298–299. (in Rus).
10. Lipatov V. V. Subaridnye i aridnye poymy [Sub-arid and arid floodplain]. *Gribova S. A., Isachenko T. I., Lavrenko Ye. M. Rastitelnost evropeyskoy chasti SSSR* [Vegetation of the European part of the URSS]. Leningrad, Nauka, 1980, pp. 258–271. (in Rus).
11. Leonova T. G. Rod Polyn – Artemisia L. [*Genus wormwood – Artemisia L.*]. *Tsvelev N. N. (exe. Ed.). Flora Evropeyskoy chasti SSSR* [Vegetation of the European part of the URSS]. Saint Petersburg, Nauka, 1994, vol. 7, pp. 150–174. (in Rus).
12. Novikov G. N. O formakh razmnozheniya pustynnykh polukustarnichkov [About the forms of reproduction desert semishrubs]. *Sovetskaya botanika* [Soviet Botanist], 1943, no. 2, pp. 30–37. (in Rus).

13. Rabotnov T. A. Voprosy izucheniya sostava populyatsiy dlya tseley fitotsenologii [Problems in the study of populations for phytocenology]. *Problemy botaniki* [Problems of Botany], 1950, issue 1, pp. 465–483. (in Rus).
14. Rabotnov T. A. Nekotorye voprosy izucheniya tsenoticheskikh populyatsiy [Aspects of the study populations coenotical]. *Byulleten Moskovskogo obshchestva ispytateley prirody. Otdelenie "Biologiya"* [Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Department of Biology], 1969, vol. 74, issue 1, pp. 141–149. (in Rus).
15. Sokolov P. D. (ex. ed.). *Rastitelnye resursy SSSR: Tsvetkovye rasteniya, ikh khimicheskij sostav, ispolzovanie. Semeystvo Asteraceae (Compositae)* [Plant Resources of the USSR: Flowering plants, their chemical composition and utilization. Asteraceae (Compositae)]. Saint Petersburg, Nauka, 1993, 352 p. (in Rus).
16. Simagina N. O. Allelopaticheskie svoystva glikogalofita *Artemisia santonica* L. [Allelopathic properties *Artemisia santonica* L.]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Seriya "Biologiya, khimiya"* [Memoirs of Tauride National University them. Vernadsky a series of "Biology, chemistry"], 2006, vol. 19 (58), no. 4, pp. 177–185. (in Rus).
17. Simagina N. O., Glumova N. V. Fenolnye soedineniya *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., proyavlyayushchie allelopaticheskuyu aktivnost [Phenolic compounds of *Artemisia santonica* L., *Halocnemum strobilaceum* (Pall.) Bieb., exhibiting allelopathic activity]. *Uchenye zapiski Tavricheskogo natsionalnogo universiteta im. V. I. Vernadskogo. Seriya "Biologiya, khimiya"* [Memoirs of Tauride National University them. Vernadsky a series of "Biology, chemistry"], 2008, vol. 21 (60), no. 2, pp. 113–120. (in Rus).
18. Uranov A. A. Vozrastnoy spektr fitosenopopulyatsiy kak funktsiya vremeni i energii volnovykh protsessov [Age spectrum of cenopopulations as a function of time and energy of wave processes]. *Biologicheskie nauki* [Biological Sciences], 1975, no. 2, pp. 7–34. (in Rus).
19. Filatova N. S. Sistematicheskie zametki o polynyakh Kazakhstana [Systematic notes on wormwoods Kazakhstan]. *Botanicheskie materialy Gerbariya Instituta botaniki Akademii nauk Kazakhskoy SSR* [Botanical Herbarium materials, Institute of Botany, Academy of Sciences of the Kazakh SSR]. Alma-Ata, 1964, issue 2, pp. 58–70. (in Rus).
20. Filatova N. S. Rod Polyn – *Artemisia* L. [Genus wormwood – *Artemisia* L.]. *Pavlov N. V. (ed. in chief). Flora Kazakhstana* [Flora of Kazakhstan]. Alma-Ata, Nauka, 1966, vol. 9. Compositae, pp. 76–140. (in Rus).
21. Filatova N. S. Polyni SSSR (*Artemisia* L. Asteraceae) iz podroda *Seriphidium* (Bess.) Peterm. [USSR Wormwood (*Artemisia* L. Asteraceae) from the subgenus *Seriphidium* (Bess.)]. *Novosti sistematiki vysshikh rasteniy* [News Systematics of Higher Plants], 1984, vol. 21, pp. 155–185. (in Rus).
22. Khramtsov V. N. Rastitelnost solonchakov [Vegetation saline]. *Rachkovskaya Ye. I., Volkova Ye. A., Khramtsov V. N. (eds.). Botanicheskaya geografiya Kazakhstana i Sredney Azii (v predelakh pustynnoy oblasti)* [Botanical geography of Kazakhstan and Central Asia (within the desert region)]. Saint Petersburg, 2003, pp. 112–118. (in Rus).
23. Zaugolnova L. B., Zhukova L. A. et al.; Uranov A. A., Serebryakova T. I. (ex. eds.). *Tsenopulyatsii rasteniy (osnovnye ponyatiya i struktura)* [Coenopopulations of plants (basic concepts and structure)]. Moscow, Nauka, 1976, 217 p. (in Rus).
24. Zaugolnova L. B., Zhukova L. A., Komarov A. S. et al. *Tsenopulyatsii rasteniy (ocherki populyatsionnoy biologii)* [Coenopopulations of plants (basic concepts and structure)]. Moscow, Nauka, 1988, 184 p. (in Rus).
25. Arantes F. P., Barbosa L. C., Alvarenga E. S., Demuner A. J., Bezerra D. P., Ferreira J. R., Costa-Lotufo L. V., Pessoa C., Moraes M. O. Synthesis and cytotoxic activity of α -santonin derivatives. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 2009, vol. 44, issue 9, pp. 3739–3745.
26. Arantes F. P., Barbosa L. A., Alvarenga S. E., Demuner J. A., Bezerra D. P., Ferreira J. R., Costa-Lotufo L. V., Pessoa C., Moraes M. O. Induction of G2/M arrest, caspase activation and apoptosis by α -santonin derivatives in HL-60 cells. *Toxicology in vitro*, 2013, vol. 27, issue 5, pp. 1458–1466.