

Тимофеев Н.П. Жизнедеятельность эктистероидсодержащих растений *Rhaponticum carthamoides* и *Serratula coronata* в условиях искусственного ценоза / Актуальные вопросы экологической физиологии растений в XXI веке. – Сыктывкар, Коми НЦ УрО РАН, 2001. – С. 340-342.

Vital activity ectysteroid-producing plants *Rhaponticum carthamoides* and *Serratula coronata* in conditions of an artificial coenosis

ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЭКТИСТЕРОИДСОДЕРЖАЩИХ РАСТЕНИЙ *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES* И *SERRATULA CORONATA* В УСЛОВИЯХ ИСКУССТВЕННОГО ЦЕНОЗА

Тимофеев Н.П.

КХ "БИО", Коряжма, Россия; e-mail: timfbio@atnet.ru

Rhaponticum carthamoides (Willd.) Iljin (леuzeя или маралий корень) является единственным представителем эктистероидсодержащих растений, освоенных в России для производства лекарственного сырья. Сегодня, когда возникла необходимость существенного расширения сырьевой базы для извлечения химически чистой субстанции (20-гидроксиэклизона), задача эта не может быть решена без расширения ассортимента возделываемых культур. Интродукционные исследования показывают, что на европейском Севере перспективна серпуха венценосная (*Serratula coronata* L.), которая, как и леuzeя, сочетает высокую концентрацию фитостероидов в биомассе со значительной урожайностью и технологичностью при возделывании.

Однако, как показывает опыт многих хозяйств, создание и эксплуатация промышленных плантаций этих культур является делом непростым. Появляется ряд серьезных проблем, обусловленных экологическими особенностями жизнедеятельности видов в ценозе. Прежде всего, это проблемы выживаемости и экологической устойчивости, получения качественных семян. Наши собственные многолетние наблюдения и анализ литературных источников позволяют вычленил следующие их составляющие:

1. В оптимальных условиях произрастания оба вида реализуют эволюционно обусловленный потенциал продуктивного долголетия (свыше 10 лет). В начальные периоды развития возможна массовая гибель пророст-

ков и ювенильных растений из-за неоптимального водно-воздушного режима микросреды обитания – вследствие как переувлажнения, так и пересыхания почвенного слоя. Мы рекомендуем только подзимний способ посева, когда физиологические процессы доразвития зародыша в семени происходят в зимние месяцы; с четырех-пятикратным запасом всхожих семян на единицу площади, т.е. 2-3 кг/га для левзеи и 0.5-0.7 кг/га для серпухи. Даже при самых ранних сроках посева весной (14 апреля) растения значительно отстают в развитии, посевы сильно изреживаются, а участки зарастают сорными травами.

При высоких нормах высева в последующие годы происходит стабилизация численности. Естественная плотность с IV года жизни составляет 24-27 тыс. особей на гектар для левзеи и 22-30 тыс. для серпухи. Искусственное увеличение площади питания серпухи с 0.38 до 0.84 м² привело к увеличению продуктивности в 1.9 раза, но не компенсировало недобор урожая с единицы площади из-за снижения плотности.

2. Правильный подбор участка для закладки агропопуляции предопределяет дальнейшую ее судьбу. Для левзеи необходимо выделять влагопроницаемые и хорошо аэрируемые в осенне-весенний период супесчаные и осушенные торфяные почвы. На суглинках она выживает только на склонах, при крупнозернистом механическом составе нижних горизонтов или нарезке мелкоритивных каналов через каждые 10-12 м. Нижняя граница влагообеспеченности, с которой начинается завядание молодых листьев на вегетативных побегах, близка к показателям наименьшей влагоемкости и разрыву капилляров пахотного слоя, составляя около 3% на суше от массы почвы (для большинства с/х культур она равна 11-15%). Верхний оптимум равен 26-28%.

Серпуха предпочитает почвы с более высокой влажностью (от 17 до 36%), базирующиеся на мелком гранулометрическом составе отложений (торфяно-болотные, суглинистые), но погибает на участках с застоем воды более десяти дней.

3. Диапазон активной жизнедеятельности левзеи ограничен температурой 2-3°C, а серпухи 7-8°C. В условиях европейского Северо-Востока прогревание почвы до 2°C на глубине узла кущения многолетних трав наступает примерно за месяц до полного стаяния снежного покрова. К началу момента вегетации почки возобновления левзеи увеличиваются в размерах 1.5-2.0 раза, еще находясь под снегом. И если при этом нижележащие горизонты почвы не успевают пропускать избыток влаги от тающих снегов, то растения погибают из-за перенасыщения корнеобитаемого слоя влагой. У серпухи вегетация начинается поздно, вслед за большинством многолетних трав (после ухода большей воды) и она не страдает от избытка влаги в почве.

4. Феноритмы развития двух культур разнесены во времени. Начало отрастания и зацветания серпухи происходит на две-три недели позже левзеи, а завершение вегетации на месяц раньше. В разные годы и на разных типах почвы до 85% генеративных побегов левзеи в календарные сроки 18-25 июня находятся в фазе цвете-

ния. В конце июня зацветают менее 1% побегов. Полноценная репродукция (с выходом семян 48-56% от массы соцветия) наблюдается в соцветиях, которые цвели на фоне положительного фотопериода. У зацветших при отрицательном фотопериоде семена не завязываются, или они низкого качества.

Начало цветения серпухи совпадает с завершением этой фазы у левзеи, а длится она в 2-3 раза дольше – из-за ветвления генеративного побега на боковые, которые постепенно переходят из фазы бугонизации в фазу цветения. Выполненные семена присуществуют в соцветиях главных и старших боковых побегов (выход 31-34%); в соцветиях побегов младших порядков они не обнаруживаются.

5. Характерным для левзеи является образование ассоциаций со злаковыми травами, из которых на супесчаных почвах доминирует пырей ползучий, сукцессионно меняющийся на ежу сборную и тимофеевку луговую. На суглинках доля участия последних в ценозе несколько раз выше, а на торфянистых почвах они в меньшинстве – здесь в разные годы содоминантами являются кипрей узколистный, пырей ползучий, осот розовый, лисохвост и мятлик луговой, крапива двудомная. Серпуха чаще всего произрастает совместно с кипреем (торфяники) и лисохвостом (суглинки).

6. Стратегия выживания видов направлена на установление режима замкнутости популяций, где важная роль принадлежит опадению надземной биомассы, а также корневым выделениям, содержащим комплекс физиологически активных веществ, в том числе фитозкдистероиды. Высокая концентрация аллелохимиков в почвенном пространстве ценоза (10⁻⁴М и менее в условном расчете на 20-гидроксизкдизон) тормозит внедрение и закрепление чуждых видов. Низкая концентрация, наоборот, стимулирует рост и развитие злостных сорняков. Последние, обладая более высокой энергией развития, в короткие сроки захватывают пространство ценоза и своими токсичными выделениями вызывают гибель особей культивируемых растений.

7. Реализация жизненной стратегии левзеи в наиболее полном объеме достигается при произрастании на супесчаных почвах, в режиме функционирования с накоплением мортмассы в подстилке и корневом опаде. Для серпухи, при маломощной корневой системе и более выраженной деструкции подстилки, она реализуется высоким уровнем накопления экдистероидов в массовых органах (0.35-1.15% против 0.12-0.57% у левзеи). Согласно детальным расчетам органическое вещество левзеи в зрелом генеративном возрасте на 70% сосредоточено в подземных органах, корневом опаде и подстилке. У серпухи суммарная величина в 3 раза меньше, а распределение обратное (65-75% находится в надземных органах). Абсолютное количество фитозкдистероидов, присутствующее в различных компонентах биосистемы, примерно одинаково для обоих видов (20-22 кг/га на VI-й год жизни) и соответствует формированию ингибирующей концентрации: 15 мг в верхнем слое почвы 10 см или 6 мг в слое 20 см.

VITAL ACTIVITY OF ECDYSTEROID-PRODUCING PLANTS *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES*
AND *SERRATULA CORONATA* IN CONDITIONS OF AN ARTIFICIAL COENOSIS

Timofeev N.P.

KX «БИО», Koryazhma, Russia, e-mail: timfbio@atnet.ru

According to the results of introduction, ecdysteroid-producing plants *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin and *Serratula coronata* L. are recommended for cultivation in conditions of the European Northeast of Russia. Both cultures combine high concentration of ecdysteroids in biomass with considerable productivity and processibility at cultivation. However, at creation and maintenance of industrial plantations of these plants there is a number of serious problems, which are stipulated by ecological features of vital activity of species in cenosis. First of all, there are problems of a survival rate and ecological sustainability, obtaining qualitative seeds. Here it is possible to choose the following components:

1. In optimal conditions plant grow over 10 years. In the initial stages of development, their frequent death caused by overmoistening and soil drying is possible. Therefore sowing seeds in advisable is exclusively advisable. Four or five time more seeds should be sown per acre, i.e. 2-3 kg/ha for *Rhaponticum* and 0.5-0.7 kg/ha for *Serratula*. By high norms of sowing, the number stabilizes the next year. Natural density is 24-27 thousand individuals per hectare for *Rhaponticum* and 22-30 thousand for *Serratula*.

2. The destiny of agropopulation is predetermined by wise choice of land. For *Rhaponticum* it is necessary to select soils well-aired in autumn and spring period, with humidity up to 26-28%. For *Serratula* soils with higher humidity (from 17 up to 36%) are demanded. Vital activity

of plants *Rhaponticum* starts by temperature 2-3°C. For *Serratula*, vegetation starts later (by temperature 7-8°C).

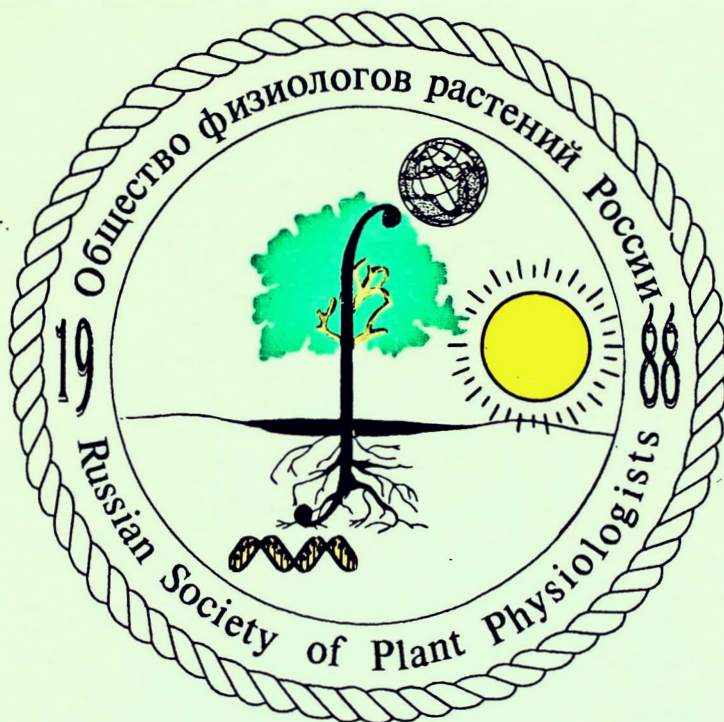
3. Valuable reproductive seeds of *Rhaponticum* are situated in inflorescences having bloomed during positive photoperiod. Plants which started to bloom by negative photoperiod produce bad-quality seeds or none at all. Full-life seeds of *Serratula* can not found in the inflorescences of younger orders.

4. The survival strategy of species is directed to the establishment of closed population regime. Important role there belongs to litter consisting of aboveground biomass, and to root excretions containing the complex of physiologically active substances, including phytoecdysteroids. Their high concentration in soil (10^{-4} M and less, calculated per 20-hydroxyecdysone) inhibits penetration and development of alien plants. Low concentration, on the contrary, stimulates growth and development of weeds.

5. According to the detailed calculation, 70% of organic matter of *Rhaponticum* concentrates in underground organs, dead roots and ground litter. *Serratula* shows thrice less total value and reverse distribution (65-75 % is in above-ground parts). Therefore, realization of survival strategy is implemented by high accumulation of ecdysteroids in mass organs (0.35-1.15% against 0.12-0.57% for *Rhaponticum*). The absolute level of phytoecdysteroids in various components of biosystem is almost identical for both species (20-22 kg/ha on the sixth year of life) and corresponds to inhibiting concentration: 15 mg in the upper soil layer (10 cm) or 6 mg in 20 cm-layer.

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ
В XXI ВЕКЕ

СЫКТЫВКАР, РЕСПУБЛИКА КОМИ, РОССИЯ
1-6 октября 2001 г.



INTERNATIONAL CONFERENCE

ECOLOGICAL PHYSIOLOGY OF PLANTS:
PROBLEMS AND POSSIBLE SOLUTIONS
IN THE XXI CENTURY

SYKTYVKAR, KOMI REPUBLIC, RUSSIA
1-6 October, 2001

Актуальные вопросы экологической физиологии растений в XXI веке: Тезисы докладов Международной конференции. (Сыктывкар, Республика Коми, Россия, 1-6 октября 2001 г.). — Сыктывкар, 2001.— 435 с. (Коми научный центр УрО РАН).

Представлены материалы Международной конференции по экологической физиологии растений. Конференция посвящена рассмотрению вопросов взаимодействия растений со средой на функциональном уровне, их устойчивости к экологическим факторам, прогнозирования динамики растительности в условиях глобального изменения климата и оценки состояния экосистем. Обсуждены проблемы структурно-функционального разнообразия и классификации растений, различные аспекты фиторемедиации.

Предназначена для физиологов, ботаников, экологов и биологов различного профиля.

Редакционная коллегия

Т.К. Головки (отв. редактор), Е.В. Гармаш (отв. секретарь)

Ecological Physiology of Plants: Problems and Possible Solutions in the XXI Century / Abstracts of the International Conference. (Syktyvkar, Komi Republic, Russia, October 1-6, 2001). — Syktyvkar, 2001.— 435 p. (Komi Science Centre Ural Division RAS).

Materials of the International Conference on Ecological Physiology are presented in the book. Conference was devoted to examination of functional mechanisms of plant-environment interactions, stress tolerance and the effects of global climate changes on vegetation. The problems of structural and functional diversity and functional classification of plants are observed. Different aspects of phytoremediation are discussed.

The book can be of interest for biologists, plant physiologists, ecologists and students.

Editors

Т.К. Golovko, E. V. Garmash