

Growth and accumulation of ecdysteroids in above-ground organs of *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin depending on age and environmental conditions.

Тимофеев Н.П. Рост и накопление экдистероидов в надземных органах *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin в зависимости от возраста и условий внешней среды / Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сборник научных трудов. – Москва, РАЕН, 2002, Вып. 6. – С. 94-107.

РОСТ И НАКОПЛЕНИЕ ЭКДИСТЕРОИДОВ В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ *RHAPONTICUM CARTHAMOIDES* (WILLD.) ILJIN В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ВОЗРАСТА И УСЛОВИЙ ВНЕШНЕЙ СРЕДЫ

Тимофеев Н. П.

КХ «БИО», г. Коряжма, Россия

Фитоэкдистероиды, представляющие собой группу близких по строению полигидроксилированных стероидов (Балтаев, 2000), сегодня определяют прогресс во многих областях биологии и медицины. Они используются при трансплантации человеческих органов и кожи (Tsuji и др., 1999), в качестве мощных инструментов генной терапии (Albanese и др., 2000; Saez и др., 2000), в создании экологически чистых инсектицидов (Tarlochan и др., 1998); занимают важное место в спортивной, космической и военной медицине (Сейфулла, 1994).

Rhaponticum carthamoides (Willd.) Iljin (левзея или рапонтикум сафлоровидный) является представителем экдистероидсодержащих растений, для которого освоена технология возобновляемого лекарственного сырья из надземной биомассы. Высушенная листовая часть его является основой производства новых высокоактивных фармпрепаратов «Биоинфузин» и «БЦЛ-Фито» (Ивановский, 2000; Тимофеев, 2000а) и перспективна для использования в качестве биологически активных добавок (Тимофеев, 2001).

Мажорным фитоэкдистероидом у большинства видов, в т. ч. и рапонтикума, является 20-гидроксизекдизон (20Е), присутствующий в органах растения в виде различных конъюгатов с другими продуктами вторичного метаболизма (Dinan и др., 2001). Содержание 20Е у рапонтикума составляет около 98% от суммы экдистероидов (Шаталова и др., 1998).

Экдистероиды в пределах растения распределены неравномерно (Лафон, 1998). Кроме того, динамика их содержания у каждого вида индивидуальна и меняется в зависимости от вегетационного сезона и периода развития в онтогенезе (Dinan и др., 2001а). Поэтому важно знать, как реализуются потенциальные возможности накопления дей-

ствующих веществ в хозяйственно значимых элементах биомассы при различных условиях роста, т. е. в меняющихся параметрах температуры, почвенной и относительной влажности воздуха, освещения.

Ранее нами было показано, что в качестве лекарственного сырья у рапontiкума может быть использована не вся надземная масса, а лишь определенные ее фракции и элементы (Тимофеев, 1997). Также было установлено, что в структуре биомассы основная доля 20Е сосредоточена в вегетативных побегах, где наибольший вклад в общий выход вносят развернутые взрослые листья (Тимофеев и др., 1998). В данной работе нами ставилась задача: определить влияние условий внешней среды на рост вегетативных побегов и накопление в них 20Е, выявить динамику содержания 20Е в онтогенезе и вегетационном периоде

Материал и методика

Природно-климатические условия. Район исследований расположен на юго-востоке Архангельской области, на географической широте 62°. Территория относится к среднетаежной зоне Европейской таежной провинции и характеризуется умеренно-прохладным летом и умеренно-прохладной зимой. Продолжительность вегетационного периода 165–186 дней, в т. ч. безморозного – 105 дней (77–139). Средняя температура самого теплого месяца июля +17,4 °С. Сумма тепла выше 0° составляет 2044°, 10° С – 1577°, 15° – 911° С.

Устойчивый снежный покров появляется 11–16 ноября и лежит до 17–19 апреля. Дата 29 апреля (переход температуры воздуха через +5 °С) является началом вегетации большинства многолетних культур. В течение весеннего периода вегетации (апрель–май) часты возвраты холодов с ночными и утренними заморозками интенсивностью –2...–5 °С. Продолжительность светлого времени суток в начале вегетации равна 16 часам, к середине июня она постепенно увеличивается до 20 часов.

За год выпадает 495–538 мм осадков, в т. ч. за теплый период 367–387 мм. Зональный коэффициент увлажнения (отношение количества осадков к испарению) близок к 1,5. Запасы продуктивной влаги в слое почвы 0–20 см под озимыми культурами за теплый период держатся в пределах 37–44 мм, а в слое 0–50 см 55–70 мм, что достаточно для роста и развития большинства многолетних культур, в т. ч. и рапontiкума (Ларин, 1982). Относительная влажность воздуха в дневное время составляет 62–74%, снижаясь к полудню до 54–57%. Ее дефицит достигает своего максимума в период от середины июня до третьей декады июля.

Материал. В качестве объекта исследования использовались растения рапонтикума сафлоровидного, выращиваемые на производственной площади в период 1990–1999 гг. Плотность их на IV–X годы жизни составляла 23–27 тысяч особей на гектар. Закладка плантации производилась семенами, полученными из отдела Ботанический сад Коми НЦ УрО РАН (г. Сыктывкар). Почва на участке высококультуренная дерново-среднеподзолистая, супесчаного механического состава. Содержание гумуса равна 1,5 %. Обеспеченность фосфором и калием составляет 25 и 10 мг/100 г почвы соответственно. Реакция среды близка к нейтральной (рН солевая 6,9), сумма поглощенных оснований 6,0 мг-экв, степень насыщенности ими 93,8 %. Ежегодно на участок вносились минеральные удобрения в дозе (NPK)₉₀.

Метрические измерения. Линейные измерения длины побегов производили от уровня почвы до конца листовой пластинки (в выпрямленном виде). Скорость роста рассчитывали, как отношение средней арифметической прироста от 12–15 особей к интервалу измерений.

Температуру и влажность воздуха в дневное время измеряли цифровым прибором PDT 300. Минимальные и максимальные суточные пики температуры фиксировались запоминающим устройством термометра с точностью 0,1° С. Освещенность измеряли цифровым люксметром ELVOS LM 1010 (диапазон измерений 0–200 тыс. лк). Влажность почвы определялась методом ускоренной сушки при 130° С.

Определение 20Е. Растительный материал для химанализов отбирался от 200–250 растений, методом ручного обрыва листовых пластинок у взрослых развернутых листьев вегетативных побегов в ходе отчуждения урожая на производственные цели. Сушка проводилась в тени, на стеллажах с ячеистой сетью, при температуре 20–25°С, относительной влажности воздуха 30–40 % и естественном воздухообмене. Остаточная влажность после высушивания (гигровлага), определенная при 130° С, составляла 10–12 %.

Образцы формировали из воздушно-сухого сырья методом квартования. Предварительная изоляция 20Е из растений включала стандартные процедуры по экстракции, осаждению и очистке от сопутствующих веществ (Пунегов и др., 1999; Dinan и др., 2001b). Содержание 20Е в растительных образцах определяли методом обращенно-фазовой ВЭЖХ в лаборатории биохимии и биотехнологии растений Коми НЦ УрО РАН. Оборудование: колонка Диасорб C₁₆T/130 (150 x 4 мм), 5 мкм (ЗАО «БиоХимМак», Россия); элюент вода-ацетонитрил-тетрогидрофуран (100:16:4), скорость элюирования 0,7 мл/мин, насос HPP 4001 (ЧСФСР); детектор UV-VIS LCD 2536 (ЧСФСР), $\lambda = 254$ нм. В работе

приводятся средние арифметические значения двух-трех биологических и трех аналитических повторностей.

Результаты и их обсуждение

Характер ростовых процессов

Рапонтикум сафлоровидный входит в группу растений, побеги которых в первый год развития формируют вегетативную розетку, отмирающую поздней осенью. Терминальная почка на второй год продолжает развитие, формируя новую розетку листьев. Если генеративная часть побега не сформирована в виде удлиненного стебля, заканчивающегося соцветием, в последующие годы весь незаконченный цикл повторяется снова и так до тех пор, пока полициклический побег не закончит свое развитие (Положий и Некратова, 1986). Генеративные органы малозначимы в качестве источника лекарственного сырья, кроме того, они являются причиной резкого сокращения длительности жизни растения (Тимофеев, 2000б).

Холодостойкость. Сравнительные данные по началу и скорости отрастания в ранневесенний период позволяют характеризовать устойчивость растений к низким температурам (табл. 1). Вид начинает вегетацию при температуре 0...2 градуса тепла (Ларин, 1982). В наших условиях рапонтикум начинал отрастать 17–23 апреля, через несколько дней после схода снежного покрова. Примерно в эти же сроки начинают вегетацию борщевик Сосновского, щавель гибридный (шпинат английский х щавель тянь-шаньский) и окопник шершавый.

По наибольшей высоте побегов в ранневесенний период развития (на 1 июня) рапонтикум опережает все другие культуры, кроме борщевика. В июне, когда накопление суммы тепла выше 10° С значительно опережает таковое при 5° С (темпы прироста 4,7 раза против 2,5), у рапонтикума более стабильный рост в сравнении с другими культурами. Изменения темпов роста как реакция на увеличение среднесуточной температуры составили: у окопника и злаковых трав в 3,0–3,5 раза, у клевера красного – 4,0–4,8 раза выше.

Заморозки интенсивностью –3...–5° С рапонтикум выдерживает без видимых последствий. При более низких температурах (–8...–10°) С наблюдается небольшое повреждение апикальной зоны роста листьев размером 1,5×2,0 см. Через 4–5 дней поврежденные участки листовых пластинок полностью восстанавливаются, заменяясь новообразованной тканью.

Таблица 1

**Сравнительные характеристики отрастания
многолетних культур III года жизни в агроценозе**

Дата, период	Сумма температур		Культуры							
	>5°C	>10°C	Борщевик	Рапontiкум	Окопник	Козлятник	Щавель	Злаки (пырей)	Клевер красный	
									ранний	поздний
Высота травостоя, см										
01.06	130	30	100	53	40	32	30	15	10	8
21.06	320	140	155	75	90	80	42	52	43	30
Сравнительный прирост с начала вегетации относительно рапontiкума, %										
до 01.06	–	–	189	100	76	102	56	48	31	25
01-21.06	–	–	250	100	227	218	55	168	150	100
Изменение темпов роста за период лето/весна, в количество раз										
–	2,5	4,7	1,3	1,0	3,0	2,1	1,0	3,5	4,8	4,0

Среднесуточный рост. Рост оказывает решающее влияние на распределение и перераспределение образующихся при фотосинтезе и метаболизме органических веществ, в т. ч. экдистероидов. В виду высокой чувствительности ростовых процессов к колебаниям напряженности внешних элементов погоды знание их представляет большую ценность для практического использования в растениеводстве. Основными факторами, влияющими на скорость роста, являются в первую очередь температура, и затем влажность. При оптимальной влажности и температуры скорость роста в ночное время у многолетних культур мало отличается от дневного (Шевелуха, 1992).

Сравнение скорости роста у трех холодостойких розеточных культур – рапонтикума, борщевика и щавеля показывает, что наиболее оптимальная для роста вегетативных побегов температура лежит в пределах 20–25° С (табл. 2). Средняя скорость роста у рапонтикума в этот период (III декада мая) составила 5,1 см/сутки. С прохождением сроков вегетации в июне месяце при тех же температурных условиях она снизилась более чем в 10 раз. Аналогичные данные по динамике роста

вегетативных побегов были получены и для условий Белоруссии – на IV году жизни линейный прирост во второй декаде мая составлял 4,4 см/сут, который снижался в первой декаде июня до 0,8 см/сут (Борейша и др., 1985).

Таблица 2

Реакция среднесуточного роста розеточных растений на факторы внешней среды, см/сутки (VI год жизни)

Показатели	Температура дневная, ° С							
	15-18	3-5*	7-10	20-25	7-10	15-18	20-25	20-25
Календарные даты	24.04	14.05	18.05	28.05	06.06	12.06	18.06	23.06
Интервал изменений, дней	7	20	4	10	9	6	6	5
Срок вегетации растений, дней	7	27	31	41	50	56	62	67
1. Борщевик Сосновского	3,0	0,6	1,4	6,4	3,8	2,5	1,1	0,4
2. Рапontiкум сафлоровидный	2,1	0,5	1,7	5,1	1,5	0,5	0,4	0,1
3. Щавель гибридный	1,3	0,3	1,0	2,5	0,9	0,0	0,0	0,0

Примечание: * – многократные заморозки от –2 до –6, снег (в течение 5 дней).

В начале вегетации, при дневной температуре 15–18° С (ночная 2–7° С) прирост был более значительным – 2,1 см/сут, а при 7–10° С – 1,7 см/сут. Рост растений не прекращался даже в период с сильными и многократными заморозками интенсивностью –2...–6° С и составлял 0,5 см/сут. Последняя величина близка к показателям роста во второй–третьей декаде июня, когда температура находилась в оптимальных для роста параметрах. Если в первом случае рост ограничивала низкая температура, то во втором случае, вероятнее всего, ограничивающим фактором служит снижение влажности воздуха в полдень с 56–78 % до 42–58 %. Подтверждением такого вывода может служить и такой факт, что морфологические параметры проростков рапontiкума в условиях переменных температур от 2 до 18–20° С незначительно различаются, чем выращиваемые при постоянной температуре 18–20° (Лешанкина, 1995).

Динамика 20Е во время развития растений

В онтогенезе. В оптимальных условиях онтогенез вида длится свыше 10 лет, из которых в первые три года особи находятся в виргинильном возрасте. В генеративный период они вступают на IV год жизни, где достигают наибольшей мощности развития на VI–VII год (Тимофеев, 2000б). Особи в этом возрасте содержат по 52–61 вегетативных побега, размеры которых достигают 102–123 см по высоте и 28–38 см по ширине листовой пластинки.

В оптимальных условиях возделывания концентрация 20Е в растениях рапontiкума ежегодно повышается (рис 1.) Выход на устойчивый уровень для взрослых листовых органов достигается на IV–VI год жизни (0,27–0,29%), для семян с VI года (0,57%).

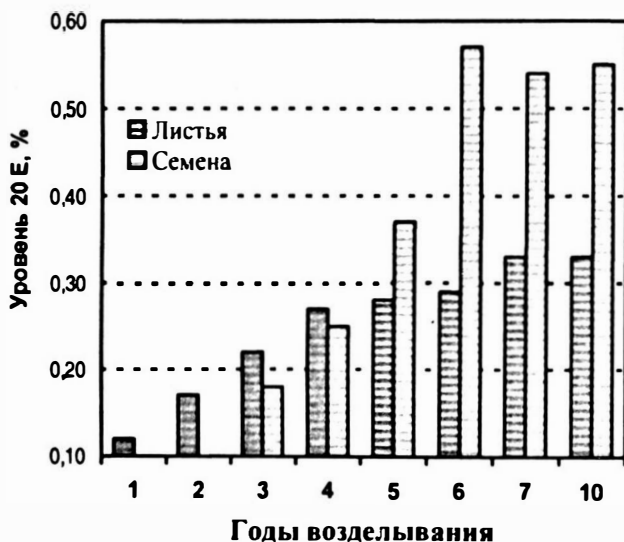


Рис. 1. Динамика 20Е в онтогенезе *Rhaponticum carthamoides* (надземные органы)

В вегетационном периоде. Известно, что экдистероиды после синтеза перераспределяются в пределах целого растения по органам. Наблюдается их обогащение в тканях, необходимых для выживания или следующей генерации, при этом абсолютная концентрация в течение вегетационного сезона подвержена изменению (Dinan и др., 2001с). Динамика экдистероидов у *Ajuga reptans* в листьях розетки на северной границе ее ареала характеризовалась более высокой их концентрацией в ранние фазы вегетации (Алексеева и др., 1998). Для растений рода

Silene было отмечено постепенное снижение 20Е до минимального уровня в конце вегетации (Zibareva, 2000).

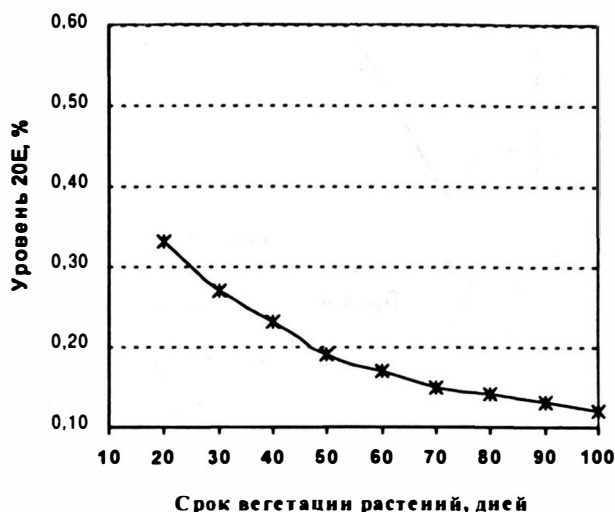


Рис. 2. Динамика 20Е за вегетационный период у взрослых генеративных растений *Rhaponticum carthamoides* (развернутые листья)

Для растений рапontiкума нами ранее было установлено, что оптимальным сроком заготовки является период интенсивных ростовых процессов, приходящийся на 30–60-е дни вегетации (Тимофеев и др., 1998). На 20-й день вегетации в агроценозе средний уровень 20Е во взрослых развернутых листьях растений составила 0,33 % (рис. 2). В начале оптимальных сроков массовой заготовки (40 дней вегетации) она была на уровне 0,23 % и постепенно снижалась к концу заготовительного сезона (60 дней вегетации) до 0,17%. После этого срока падение концентрации составило, как 0,01 % на каждые 10 дней вегетации.

Динамика 20Е в зависимости от внешних условий

Освещенность. В полевых условиях освещенность в безоблачный день (13 часов) составляет 140–156 тыс. лк (рис. 3). В дни с небольшой облачностью она снижается до 110–120 тыс. лк, со средней — до 70–80 тыс. лк. В 8 утра и 19 вечера в ясный день освещенность была на уровне 90 тыс. лк. В самое темное время суток, в полночь, она падала до 32–35 лк, в час ночи — до 10–12 лк (этого показателя оказалось достаточным, чтобы читать книгу). Измерение освещенности в этот же период в средних широтах (55°) показало, что максималь-

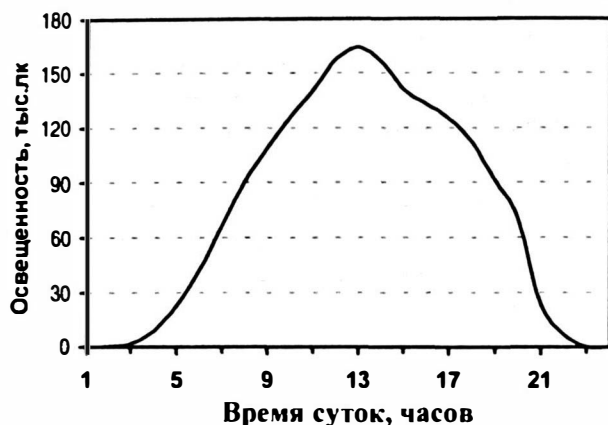


Рис. 3. Световой режим в условиях европейского Севера (62° с. ш., май)

ные ее уровни не выше, чем в высоких широтах, а фотопериод короче на несколько часов.

Розетка вегетативных побегов рапонтикума, состоящая из взрослых развернутых листьев, расположена веерообразно в несколько ярусов по вертикальному профилю растения. Диаметр розетки верхнего яруса составляет 90–100×100–110 см при схеме размещения особей 62–53×70 см. Вегетативные побеги соседних растений взаимно проникают в друг друга, поэтому уровень освещенности в травостое резко падает, начиная с высоты 100 см. Развитые генеративные побеги длиной 120–150 см мало затевают вегетативные, так как они единичны, а листья в верхней третьей части стебля у них редки и малоразвиты (2–3 см по длине).

Уровень 20Е в вертикальном профиле травостоя имеет два пика, на высоте 10–15 и 150 см от уровня почвы (рис. 4). Освещенность в первом случае составляет 1–2, а во втором 154 тыс. лк. Очевидно, что в данном случае мы можем утверждать, что освещенность не является фактором, влияющим на уровень содержания 20Е. Пики скорее всего связаны с присутствием относительно молодых, развивающихся листьев и семян, являющихся акцепторами 20Е.

Так как рапонтикум относится к группе растений, хорошо адаптированной к изменению ФАР (Головки и др., 1996), а обогащенность спектра освещения красным светом способствует накоплению экдистероидов в листьях (Карначук и др., 1987), можно утверждать, что фактор освещенности благоприятен для возделывания вида в условиях Севера.

Температура и влажность. Обмен экдистероидов – процесс динамичный и непрерывный. В целом для лекарственных растений спра-

ведливо, что стрессовые ситуации кратковременной длительности приводят к накоплению вторичных метаболитов. Накопление биологически активных веществ в растительном сырье зависит от интенсивности роста в предуборочный период и воздействия ростоингибирующими факторами (Шаин и др., 2001).

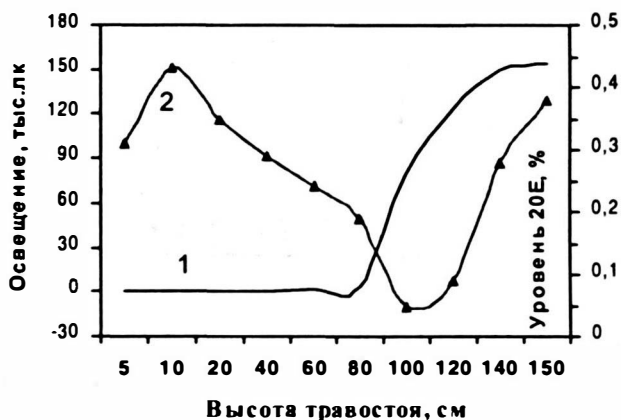


Рис. 4. Освещенность (1) и содержание 20E (2) в травостое *Rhaponticum carthamoides*

Ведущими факторами среды, ограничивающими рост, являются температура и относительная влажность воздуха (Шевелуха, 1992). Рапонтikum экологически хорошо приспособлен к временной почвенной и атмосферной засухе (Постников, 1995). Устойчивость растений к засухе с возрастом за счет развитой корневой системы повышается (Флоря, 1990).

В реальных полевых условиях на первом этапе развития ингибирующим рост фактором является низкая температура — заморозки интенсивностью до -6°C способствовали повышению концентрации 20E в листовых пластинках с 0,30 до 0,34 % (табл. 3). Понижение ночных температур до $-9,8^{\circ}\text{C}$ не вызвало ограничения прироста массы листовой пластинки по сравнению с предыдущей ситуацией, однако уровень концентрации 20E повысился в 1,4 раза и достиг 0,43 % против 0,31 %.

Действие другого стрессового фактора, дефицита влагообеспеченности, не приводит к повышению содержания 20E в лекарственном сырье. Концентрация 20E начинает падать, когда снижение влажности воздуха одновременно сопровождается уменьшением содержания влаги в почве. Сильный стресс, вызванный засушливыми условиями погоды, очень резко снижает уровень 20E (до 0,11 %). Примечательно, что в условиях культуры тканей, когда дефицит влаги отсутствует, биосин-

тез 20Е у *Polypodium vulgare* многократно стимулируется под воздействием горячей воды 45° С (Reixach и др., 1999).

Таблица 3

Зависимость содержания 20Е во взрослых листьях *Rhaponiticum carthamoides* от условий внешней среды (VII год жизни)

Показатели	Срок вегетации растений, дней							
	10-12		22-30		37-41		57	77
Условия внешней среды:								
– температура воздуха, °С	12-22	-6...+5	3-18	-9...+15*	12-30	16-30	25-31**	18-28
– влажность воздуха, %	56-78		52-73		46-58		24-26	29-32
– влажность почвы, %	17,3	16,4	14,7	12,8	12,7	9,4	2,5-3,0	6,3
Сухое вещество:								
– корневой системы, %	24-26		25-27		25-28		56,2	32,6
– листовой пластинки, %	16,8	17,0	17,4	18,0	18,3	19,6	37,9	24,7
Листовая Пластинка:								
– масса, г	0,12	0,14	0,32	0,37	0,49	0,60	1,43	2,51
– концентрация 20Е, %	0,30	0,34	0,31	0,43	0,33	0,28	0,11	0,19

Примечание: * – многократные заморозки с интенсивностью до –9,8°С;

** – засуха, с температурой до 48–52° С на поверхности оголенной почвы.

Внешним признаком начала воздействия засушливых условий на растения рапонтника является потеря тургора молодыми листьями вегетативных побегов (взрослые листья еще не имеют признаков увядания). Нижняя граница влагообеспеченности, с которой зафиксировано увядание взрослых листьев, близка к показателям наименьшей влагоемкости и разрыву капилляров пахотного слоя, составляя 2,5–3% на супеси от массы почвы. Для большинства других сельскохозяйственных культур она равна 11–15% (Кулаковская, 1990). Анализ корневой системы показал, что содержание 20Е в мелких корневых волосках в это время был также равен 0,11%, что может свидетельствовать о процессах оттока экистероидов из надземной в подземную сферу и сброса их избытка в почву.

Выводы

Экистероидсодержащее растение *Rhaponiticum carthamoides* (Willd.) Ijij характеризуется широким диапазоном приспособительных ростовых реакций в ответ на условия внешней среды, интенсивным ростом

надземной биомассы за короткий промежуток времени. Он холодоустойчив, для быстрого развития нуждается в достаточной обеспеченности почвенной и атмосферной влагой. На содержание 20Е в лекарственном сырье оказывают влияние возраст, стрессовые факторы. Температура и влажность являются важнейшими факторами, регулирующими концентрацию 20Е в вегетативных органах растения во время вегетации.

Условия прохладного климата действуют положительно на накопление 20Е в надземных органах, а жаркий и сухой климат наоборот, способствует оттоку экдистероидов из надземных органов. На европейском Севере, в период оптимальных сроков массовой заготовки лекарственного сырья, содержание экдистероидов во взрослых развернутых листьях составляет 0,17–0,23 %. Резкое падение уровня концентрации 20Е наблюдается при одновременном снижении влажности воздуха и почвенной влаги (менее 29–32 и 6,3 % соответственно).

Литература

1. Алексеева Л. И., Тетерюк Л. В., Володин В. В., Колегова Н. А. Динамика содержания экдистероидов у *Ajuga reptans* L. на северной границе ее ареала (Республика Коми) // Растительные ресурсы, 1998. Вып. 4. — С. 56–62.
2. Балтаев У. А. Фитоэкдистероиды: структура, источники и пути биосинтеза в растениях // Биоорганическая химия, 2000, № 26 (12). — С. 892–925.
3. Борейша М. С., Семенов Б. Я., Чекалинская И. И. Маралий корень (рапонтикум сафлоровидный). — Минск: Ураджай, 1985. — 40 с.
4. Володин В. В. Экдистероиды в интактных растениях и клеточных культурах. Автореф. дис...докт. биол. наук. — М.: 1999. — 49 с.
5. Головкин Т. К., Гармаш Е. В., Куренкова С. В., Табаленкова Г. Н., Фролов Ю. М. Рапонтик сафлоровидный в культуре на Европейском Севере-Востоке (эколого-физиологические исследования) / Коми научный центр УрО РАН. — Сыктывкар, 1996. — 140 с.
6. Ивановский А. А. Влияние биоинфузина на некоторые показатели иммунитета // Ветеринария, 2000; № 9 С. 43–46.
7. Карначук Р. А., Протасова Н. Н., Добровольский М. В. и др. Физиологическая адаптация листа левзеи к спектральному составу света // Физиология растений, 1987. — Т. 34. Вып. 1. — С. 51.
8. Кулаковская Т. Н. Оптимизация агрохимической системы почвенного питания растений. — М.: Агропромиздат, 1990. — 219 с.
9. Ларин Л. Г. Агрометеорологическое обоснование возделывания рапонтика сафлоровидного в Нечерноземной зоне РСФСР: Автореф. дис...канд. геогр. наук. — М., 1982.
10. Лафон Р. Фитоэкдистероиды и мировая флора: Разнообразие, распространение, биосинтез и эволюция // Физиология растений, 1998, № 3. — С. 326–346.

11. Лещанкина В. В. Влияние температурных условий на изменчивость левзеи сафлоровидной // Индуцированная изменчивость и адаптация растений. – Саранск, 1995. – С. 39–42.
12. Положий А. В., Некратова Н. А. Рапонтик сафлоровидный – *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin // Биологические особенности растений, нуждающихся в охране. – Новосибирск, 1986. – С. 198–226.
13. Постников Б. А. Маралий корень и основы введения его в культуру. – Новосибирск, СО РАСХН, 1995. – 276 с.
14. Пунегов В. В, Мишуров В. П., Никитина Е. Н. Способ получения экистероидов растения рода *Serratula* а–экидизона, б–экидизона и инокостерона: Заявка № 97121539/14 (022939), МКИ⁶ 6С07 J 75/00, А 61 К 35/78, 31/575, решение о выдаче патента от 26. 04. 99 г.
15. Сейфулла Р. Д. Применение лекарственных средств здоровым человеком // Экспериментальная и клиническая фармакология. – 1994. № 4. – С. 3–6.
16. Тимофеев Н. П. Технология и экономика возделывания *Rhaponticum carthamoides* в качестве сырьевого источника 20–гидроксиэкидизона // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их практического использования. – Пушкино, 1997. Т. 5. – С. 880–882.
17. Тимофеев Н. П., Володин В. В., Ю. М. Фролов. Распределение 20-гидроксиэкидизона в структуре биомассы надземной части *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin // Растительные ресурсы. – 1998. Т. 38. Вып. 3. – С. 63–69.
18. Тимофеев Н. П. Разработка новых фармпрепаратов из левзеи сафлоровидной («Биоинфузин» и «БЦЛ–ФИТО») // Инновационные технологии и продукты. Сб. трудов. Вып. 4. – Новосибирск, НТФ «АРИС», 2000а. – С. 26–36.
19. Тимофеев Н. П. Биологические основы введения в культуру *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljin в подзоне средней тайги европейского Северо-Востока России: Автореф. дис. . . канд. биол. наук. – Сыктывкар, 2000б. – 27 с.
20. Тимофеев Н. П. Левзея сафлоровидная: Проблемы интродукции и перспективы использования в качестве биологически активных добавок // Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты. Сб. трудов. Вып. 5. – М.: РАЕН, 2001. – С. 108–134.
21. Флоря В. Н. Биологические основы интродукции растений в ССР Молдова: Автореферат дис...докт. биол. наук. – Кишинев, 1990. – 39 с.
22. Шаин С. С., Маланкина Е. Л., Дмитриева В. Л., Дмитриева Л. Б., Курапов П. Б. Концептуальные основы повышения качества сырья эфиромасличных растений // Актуальные проблемы инноваций с нетрадиционными растительными ресурсами и создания функциональных продуктов. – Материалы I-й Российской научно-практической конференции. – М., 2001.

23. Шаталова Т. А., Оганесян Э. Т., Пшуков Ю. Г. Способ получения фитоэкдизонов: Патент 2112540. Оpubл. 10. 06. 1998. Заявка 96103063/14 от 16. 02. 1996. А61К38/22, А61К35/78.

24. Шевелуха В. С. Рост растений и его регуляция в онтогенезе. – М.: Колос, 1992. – 594 с.

25. Albanese C., Reutens A., Bouzahzan B., Fu M., Damico M., Link T., Nicholson R., Depinho R., Pestell R. Sustained mammary gland-directed, ponasterone A-inducible expression in transgenic mice // *Faseb J.*, 2000; 14: 877–884.

26. Dinan L., Savchenko T., and Whiting P. On the distribution of phytoecdysteroids in plants // *Cell Mol Life Sci*, July 1, 2001a; 58(8): 1121–32.

27. Dinan L., Harmatha J., Lafont R. Chromatographic procedures for the isolation of plant steroids. – *J. Chromatography A*, 2001b, Nov 23; 935(1–2): 105–23.

28. Dinan L. Phytoecdysteroids: biological aspects // *Phytochemistry*, 2001; 57: 325–339.

29. Tarlochan S., Glenn R., Dat P. New insecticides with ecdysteroidal and juvenile hormone activity // *Annu. Rev. Entomol.*, 1998; 43: 545–569.

30. Tsuji et al. Blood flow amount-improving agent comprising steroid derivative and cosmetic using same. – US Patent 5,976,515. – November 2, 1999.

31. Saez, E., Nelson, M. C., Eshelman, B., Banayo, E., Koder, A., Cho, G. J., Evans, R. M. Identification of ligands and coligands for the ecdysone-regulated gene switch // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 2000; 97: 14512–14517.

32. Reixach N., Lafont R., Camps F., Casas J. Biotransformations of putative phytoecdysteroid biosynthetic precursors in tissue cultures of *Polypodium vulgare* // *Eur. J. Biochem.*, 1999; 266: 608–615.

33. Zibareva L. Distribution and levels of phytoecdysteroids in plants of the genus *Silene* during development // *Archives of Insect Biochemistry and Physiology*, 2000, Jan; 43(1): 1–8.

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК
МЕЖДУНАРОДНАЯ АКАДЕМИЯ
АВТОРОВ НАУЧНЫХ ОТКРЫТИЙ И ИЗОБРЕТЕНИЙ
ОТДЕЛЕНИЯ РАЕН И МААНОИ
«НЕТРАДИЦИОННЫЕ ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ,
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ПРОДУКТЫ»**

**НЕТРАДИЦИОННЫЕ
ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ,
ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ
И ПРОДУКТЫ**

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Выпуск 6

Москва 2002

УДК 664+641.56(082(470))
ББК 20.18+34.7+65.304.25

39 с. — 380 с.

Нетрадиционные природные ресурсы, инновационные технологии и продукты: Сборник научных трудов. Вып. 6.—М.: РАЕН, 2002.— 380 с.



ISBN 5-94515-006-1

Спонсоры издания сборника:

ОАО «ДИОД» (г. Москва)

ООО Концерн «Отечественные инновационные технологии»
(г. Жердевка, Тамбовской обл.)

ООО Научно-технологическая фирма «АРИС» (г. Новосибирск)

Информационный спонсор

Центральная научная сельскохозяйственная библиотека РАСХН
(г. Москва)

ISBN 5-94515-006-1

© Отделение РАЕН «Нетрадиционные
природные ресурсы, инновационные
технологии и продукты»

Тимофеев Н. П. Рост и накопление экдистероидов в надземных органах RHAPONTICUM CARTHAMOIDES (WILLD.) ILJIN в зависимости от возраста и условий внешней среды	94
Коденцова В. М., Вржесинская О. А., Бекетова Н. А., Голубев Ф. В., Горбунов Ю. Н. Витаминная ценность дикорастущих луков	107
Тимофеев Н. П. Протеиновая ценность новых культур в условиях европейского Севера	115
Зевахина Ю. А., Офицеров Е. Н. Пектиновые вещества GALEGA ORIENTALIS	139
Гюнтер Е. А., Оводов Ю. С. Пектиновые полисахариды культур клеток SILENE VULGARIS	147
Мироненко Н. Н. Особенности аминокислотного состава белка зерна тритикале	157
Зеленков В. Н., Колбасина Э. И. Содержание макро- и микро-элементов в растениях актинидии	164
Зеленков В. Н., Колбасина Э. И. Содержание макро- и микро-элементов в лимоннике китайском SCHISANDRA CHINENSIS (TURCZ) BAILL	173
Вайкшнорайте М. А., Канева А. М., Карманов А. П., Борисенков М. Ф. Адсорбция половых гормонов на лигнине	176
Червинец В. М., Бондаренко В. М., Виноградов В. Ф., Чернин В. В., Базлов С. Н., Комаров Б. А., Албулов А. И., Смоленская Л. П. Антибактериальная и антиадгезивная активность хитозана	181
Толпыгина И. Н., Антипова Л. В., Батищев В. В. Функциональные продукты на основе рыбы и морской капусты	187

Клинические аспекты использования в медицине инновационных технологий и функциональных продуктов на основе природных компонентов

Дубровский А. К. Инновационные технологии в комплексном лечении хронического осложненного холецистита	195
Беляев С. Д., Хетагурова Л. Г. Результаты квантовой хронотерапии больных гипертонической болезнью I стадии в амбулаторных условиях	198