

РОСТ, РАЗВИТИЕ И БИОСИНТЕЗ ЭКИДИСТЕРОИДОВ В НАДЗЕМНЫХ ОРГАНАХ ЛЕВЗЕИ САФЛОРОВИДНОЙ ПРИ ВНЕСЕНИИ ОРГАНИЧЕСКИХ УДОБРЕНИЙ

Н.П. Тимофеев¹, В.В. Пунегов², Р.Л. Сычев²

¹КХ БИО; Коряжма, Россия, timlbio@atnct.ru

²Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

Левзея сафлоровидная или *Rhaponticum carthamoides* синтезирует фитостероиды (ФЭС), используемые в медицине, спорте, биотехнологии, отраслях сельского хозяйства. Проблема познания факторов, регулирующих продуктивность и биосинтез ФЭС, актуальна, но мало исследована. Цели и задачи наших исследований – изучить действие органических удобрений на развитие, продуктивность и накопление ФЭС в листьях *R. carthamoides*, культивируемых в подзоне средней тайги Европейского Севера (62°с.ш.).

Методика. Объект – растения 4, 17-19 лет жизни (молодые генеративные и субсенильные). Почва – супесь. В модельных опытах осенью 2005 г. под перекопку почвы вносили навоз в дозе 150 т/га, затем на делянки ранней весной пересаживали 2-летние растения. В полевых опытах использовали активный ил (АИ) 3-летней выдержки из буртов в дозе 450-500 т/га, разбрасывая в ноябре 2005 г. по мерзлой почве тракторами С-100, слоем 5-6 см в виде мульчи. Содержание доступного азота в удобрениях в 8-10 раз выше почвенного фона, калия в 3-5 раз. Последствие прослеживали на 3-й год (2008 г). В третьем варианте вносили АИ

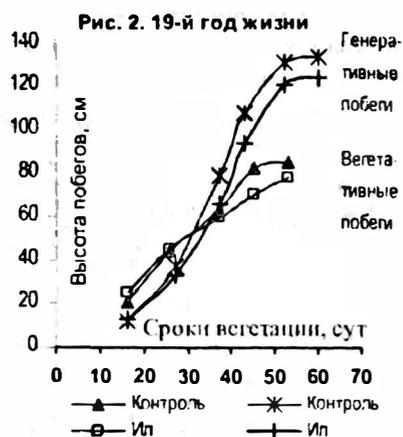
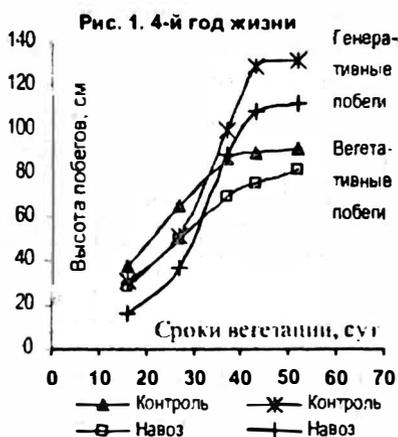
в дозе 80 т/га рано весной в апреле на 4-летних растениях, который впитывался в почву с тающим снегом. ФЭС определяли методом ВЭЖХ-анализа.

Таблица 1. Химсостав листьев *R. carthamoides* при внесении удобрений, %

Виды удобрений	Зольность	Калий		Фосфор		Сумма ФЭС	
		концентрация	доля в золе	концентрация	доля в золе	отрас-танне	бутони-зация
Контроль	11.5	2.2	19.0	0.35	3.0	0.48	0.47
АИ	12.8	4.3	35.4	0.48	8.2	0.21	0.13
Навоз (К-ль/опыт)	15.9	6.0	37.7	0.83	5.3	0.37/0.29	0.24/0.19

Результаты. Зольность растений (табл. 1), выращенных с использованием органики, повышена в 1.1-1.4 раза (12.8-15.8 против 1.5 %). Среди отдельных элементов калия выносятся больше в 2.0-2.7, фосфора в 1.4-2.3 раза. Массовая доля калия в золе возросло до 33-38 % (против 19 % в контроле), фосфора до 5-8 % (против 3 %). Таким образом, при внесении органики происходит усиленное поглощение легкодоступных элементов корневой системой.

Рост. Во всех вариантах на 3-й год после внесения органики наблюдается ингибирование роста побегов, вегетативных и генеративных (рис. 1-2). При использовании АИ в качестве мульчи вегетация начинается на 4-7 дней раньше, поэтому высота вегетативных побегов в первые 3 недели (до июня) выше контроля на 3-5 см.



После отцветания в июле высота побегов в контроле не прирастает из-за отмирания взрослых розеточных листьев. С удобрениями рост линейный во все годы, листья интенсивной темно-зеленой окраски из-за избытка минерального азота. Например, в опыте с АИ (1-й год внесения) листья на 26.05 длиной 32 см против 30 см в контроле, на 20.06 – 75 см против 83 см. В опыте с навозом (2-й год) высота генеративных побегов на фазу бутонизации (12.06) 75.3 см против 80.3 см, а время цветения (26.06) 93.0 см (контроль 81.4 см). Часть побегов удлиняется до 153-159 см (в контроле 115.3 см), но отмирает в июле, не достигнув фазы цветения.

Развитие. Побегов *R. carthamoides* являются дигипоциклическими; они формируются в процессе отмирания розеточных листьев старших побегов. Общее их число после мульчирования незначительно отличается от контроля, но на 3-й год резко снижается в 1.9 раза – 13.8 против 25.6 шт (табл. 2). Это можно объяснить ингибированием заложения и развития новых почек возобновления в предыдущие 2 года. Масса листьев различается незначительно (2.3 и 2.6 г), но численность их мала (49.7 шт против 71.2). У генеративных побегов резко возрастает доля недоразвитых (66-69 против 15-31 % в контроле). Стебель тонкий и удлиненный; соцветия мелкие (2.1-2.8 против 4.7-5.4 г), которые не зацветают или формируют щуплые семена. Из-за снижения способности к репродукции (ср. масса генеративных

побегов 8.0 г против 21.6 г) структура надземной части на 92.6 % состоит из розеточных листьев вегетативных побегов (в контроле 79-83 %). Величина продуктивности в 1.7 раза ниже контроля (111.5 против 188.3-193.8 г).

Таблица 2. Влияние удобрений на развитие побегов *R. carthamoides*

Последствие по годам	Побеги всего, шт	Генеративные		Соцветия		Семена	
		число, шт	неразвитые, %	масса, г	семеина, %	число, шт	масса, мг
<u>Контроль</u>							
2007 (2-й год)	19.5	1.3	15.4	5.4	43.4	104.2	13.7
2008 (3-й год)	25.6	1.2	31.4	4.7	14.6	15.0	10.4
<u>Активный ил</u>							
2007 (2-й год)	22.2	2.2	69.2	2.8	10.7	11.8	11.3
2008 (3-й год)	13.8	0.5	66.0	2.1	4.2	–	7.5

Содержание ФЭС. В первый месяц вегетации, в условия повышенной влажности корнеобитаемого слоя почвы, прямое действие средних доз органики (80 т/га АИ по тающему снегу) выразилось в снижении накопления ФЭС в 1.2 раза (0.19 против 0.24 % во время бутонизации у 4-х летних). На 3-й год последствия (внесение навоза в почву), во время отрастания снижение примерно такое же (табл. 1). Высокие дозы органики (400-500 т/га АИ) сильнее подавляли накопление ФЭС: в 2.3 раза во время отрастания (0.21 и 0.48 %), в 3.6 раза во время бутонизации (0.13 и 0.47 %). С учетом валовой продукции разница в биосинтезе ФЭС достигает 4-6 раз.

Выводы. Внесение органических удобрений, содержащих большие количества легкодоступных форм элементов питания, отрицательно влияет на жизнедеятельность *R. carthamoides*. Ингибируется закладка полициклических почек возобновления и кушение, снижается способность к репродукции. Продуктивность, биосинтез и накопление ФЭС подавлено.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке гранта Администрации Архангельской области и РФФИ (№ 08-04-98840).