



ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛЕВЗЕИ САФЛОРОВИДНОЙ В РАЗНЫЕ ГОДЫ ПОЛЬЗОВАНИЯ

Д. А. МАТОЛИНЕЦ,

аспирант, Пермская государственная сельскохозяйственная академия,

младший научный сотрудник, Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,

В. А. ВОЛОШИН,

доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник,

Пермский научно-исследовательский институт сельского хозяйства

(614532, Пермский р-н, с. Лобаново, ул. Культуры, д. 12; тел.: 8 (342) 297-63-82; e-mail: pniish@rambler.ru)

Ключевые слова: левзея сафлоровидная, фотосинтетическая деятельность, чистая продуктивность фотосинтеза, площадь листьев.

В данной статье описываются результаты исследований по фотосинтетической деятельности левзеи сафлоровидной – новой перспективной культуры в Пермском крае на травостоях третьего и пятого годов пользования (2013 и 2015 гг. соответственно). Левзея сафлоровидная – ценное полезное растение с разнообразным применением – в медицине, кормопроизводстве, пчеловодстве, в пищевой промышленности, ландшафтном дизайне. Она обладает высокими кормовыми и иммуностимулирующими свойствами. Исследования проводились на опытном поле Пермского НИИСХ – травостое, созданном в 2010 г. в опыте с минеральными удобрениями на варианте с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$. Фотосинтез – основной процесс питания растений, и именно он прежде всего и решающим образом определяет и возможность получения, и размеры урожая. Максимальную площадь листовой поверхности левзея сафлоровидная формировала в начале цветения. На третий год пользования она составила 139,8 тыс. $m^2/га$, на пятый год – 181 тыс. $m^2/га$. Фотосинтетический потенциал увеличивался от отрастания до цветения и достигал показателей в III г. п. 501,6–1398,0 тыс. m^2 сутки/га, в V г. п. – 808,0–1448,0 тыс. m^2 сутки/га. Величина чистой продуктивности фотосинтеза в I укосе снижалась по мере роста и развития растений с 4,27 до 2,81 $г/м^2$ и с 3,72 до 0,99 $г/м^2$ в сутки на третий и пятый год пользования. Накопление сухой массы в третий год составляло от 107,18 до 772,41 $г/м^2$, в пятый год пользования – от 150,38 до 526,72 $г/м^2$.

PHOTOSYNTHETIC ACTIVITY OF RHAPONTICUM CARTAMOIDES IN VARIOUS YEARS OF USE

D. A. MATOLINETS,

graduate student, Perm State Agricultural Academy,

junior research worker, Perm Scientific Research Institute of Agriculture,

V. A. VOLOSHIN,

doctor of agricultural science, senior research worker,

Perm Scientific Research Institute of Agriculture

(12 Culture Str., 614532, Perm region, Lobanovo; tel.: + 7 (342) 297-63-82; e-mail: pniish@rambler.ru)

Keywords: *Rhaponticum carthamoides*, photosynthetic activity, net productivity of photosynthesis, leaf area.

This article describes the results of studies on the photosynthetic activity of *Rhaponticum carthamoides* – the new perspective culture in the Perm region in the herbage of the third and fifth years of use (2013 and 2015 respectively). *Rhaponticum carthamoides* – valuable useful plants with a variety of application – in medicine, fodder production, beekeeping, food industry, landscaping. It has a high forage and immunostimulatory properties. Researches were conducted on the experimental field of herbage of Perm Scientific Research Institute of Agriculture, created in 2010 in experiments with mineral fertilizers on a variant with entering $N_{60}P_{60}K_{60}$. Photosynthesis – the main process of plant nutrition, and it is primarily and decisively determines the possibility of obtaining, and the size of the crop. The maximum leaf area of *Rhaponticum carthamoides* formed at the beginning of flowering. In the third year of use it has made 139.8 thousand m^2/ha , in the fifth year – 181 thousand m^2/ha . The photosynthetic potential increased from emergence to flowering, and reached the indicators in the III year of use 501.6–1398.0 thousand m^2 per day/ha, in the V year of use 808.0–1448.0 thousand m^2 per day/ha. Value of the net photosynthetic productivity in I hay crop reduced the growth and development of plants from 4.27 to 2.81 $г/м^2$ and 3.72 to 0.99 $г/м^2$ per day, respectively on the third and fifth year of use. The accumulation of dry mass in third year ranged from 107.18 to 772.41 $г/м^2$, in the fifth year of use – from 150.38 to 526.72 $г/м^2$.

Положительная рецензия представлена В. А. Фигуриным, доктором сельскохозяйственных наук, заведующим отделом кормопроизводства
Научно-исследовательского института сельского хозяйства Северо-Востока.



Одним из важнейших факторов продуктивного долголетия коров является кормление. С повышением продуктивности животных прежде всего возрастают требования к полноценности рационов кормления по всем питательным и биологически активным веществам. Нарушения в обмене веществ у животных в процессе производства часто остаются незамеченными и становятся очевидными лишь при выраженных, часто необратимых патологических изменениях. Именно в эти моменты целесообразно применение иммуномодулирующих и иммуностимулирующих средств, цель которых – восстановление подавленной функции иммунной системы при иммунодефицитных состояниях животных, повышение общей резистентности организма и обеспечение высокого иммунного статуса [1].

В настоящее время разработано большое количество средств профилактики и лечения животных. Однако во все способы лечения входят антибиотики, специфические биологически активные вещества (гормоны, просталгины и др.), что не всегда безопасно как для животных, так и через их продукцию для человека [2]. Поэтому поиск и освоение в современных условиях культур, сочетающих в себе высокие кормовые и иммуномодулирующие свойства, весьма актуален. Одной из таких культур является левзея сафлоровидная, которая в Пермском крае ранее не возделывалась, и научных исследований по ней не проводилось.

Левзея сафлоровидная – *Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Ijzin (сем. Астровые – *Asteraceae*) – ценное полезное растение с разнообразным применением – в медицине, кормопроизводстве, пчеловодстве, пищевой промышленности, ландшафтном дизайне [3–6]. На пастбищах левзея хорошо поедается крупным рогатым скотом, овцами, лошадьми и дикими животными. Зеленая масса является хорошим сырьем для

приготовления силоса, сенажа, травяной муки [7, 8]. В фазе бутонизации – начала цветения содержание протеина в ней такое же, как и в бобовых травах [9, 10].

Урожай рассматривается как конечный результат сложной фотосинтетической деятельности растений, которая начинается с процесса фотосинтеза и через последующую цепь процессов превращения веществ и энергии реализуется в реальных урожаях [11].

Цель и методика исследований. Цель нашего исследования – определение фотосинтетической деятельности левзеи сафлоровидной разных лет пользования.

Исследования проводились на опытном поле Пермского НИИСХ с 2010 г. в опыте с минеральными удобрениями на варианте с внесением $N_{60}P_{60}K_{60}$. Почва участка дерново-мелкоподзолистая тяжелосуглинистая со следующими агрохимическими показателями: гумус – 2,35 %, рН – 4,98, Нг – 3,15 мг/экв. на 100 г почвы, содержание подвижных форм фосфора и калия 272,5 и 168 мг/кг почвы соответственно. Общая площадь делянки – 48 м², учетная – 25 м². Повторность четырехкратная. Расположение делянок систематическое. Определение фотосинтетической деятельности проводили через каждые 10 дней с момента формирования розетки листьев. Учет урожайности зеленой массы проводили в фазу полной бутонизации – начала цветения.

Результаты исследований. В статье приводятся результаты исследований фотосинтетической деятельности левзеи сафлоровидной до I укоса, поскольку основной урожай приходится на этот период, на травостоях III и V годов пользования (2013 и 2015 гг. соответственно).

В условиях зимы 2012–2013 гг. и 2014–2015 гг. отмечена отличная перезимовка левзеи сафлоровидной в местных условиях, как и в первые годы пользования [12]. Растения левзеи сафлоровидной на третий

Таблица 1
Показатели фотосинтетической деятельности левзеи сафлоровидной разных лет жизни

Определения	Площадь листьев, тыс. м ²		ФСП, тыс. м ² сутки/га		ЧПФ, г/м ² в сутки		Сухая масса, г/м ²	
	III г. п. (2013)	V г. п. (2015)	III г. п.	V г. п.	III г. п.	V г. п.	III г. п.	V г. п.
1	41,8	80,8	501,6	808,0	4,27	3,72	107,18	150,38
2	139,8	90,1	1398,0	991,1	2,81	2,08	362,22	345,86
3	126,0	181,0	1386,0	1448,0	2,81	0,99	772,41	526,72

Table 1
Indicators of photosynthetic activity of *Rhaponticum carthamoides* of different years of life

Definition	The area of leaves, thousand m ²		Photosynthetic potential, thousand m ² day/ha		Net photosynthesis productivity, g/m ² per day		Dry weight, g/m ²	
	III year of use (2013)	V year of use (2015)	III year of use	V year of use	III year of use	V year of use	III year of use	V year of use
1	41.8	80.8	501.6	808.0	4.27	3.72	107.18	150.38
2	139.8	90.1	1398.0	991.1	2.81	2.08	362.22	345.86
3	126.0	181.0	1386.0	1448.0	2.81	0.99	772.41	526.72



год пользования начали отрастать 29 апреля, на пятый год – на 5 дней раньше. Сначала сформировалась розетка листьев, а спустя несколько дней тронулись в рост стебли. В оба года наблюдений к началу июня (2 и 4 июня) растения достигли укосной спелости, и их высота составляла 99 см и 104 см соответственно.

На III год пользования за 21 день вегетации от начала отрастания весной среднесуточный прирост листовой поверхности составил 1900 м²/га, а общая площадь листьев достигла 41,8 тыс. м²/га.

А. А. Ничипорович (1961) считал полноценными посевы с площадью листьев 40–50 тыс. м²/га. Максимального значения (139,8 тыс. м²/га) на III г. п. площадь листовой поверхности достигла через месяц от начала отрастания, но интенсивность среднесуточного прироста снизилась до 980 м²/га. К цветению площадь листьев уменьшилась до 126 тыс. м²/га по причине мощного развития травостоя, затенения и частичного отмирания первых листьев розетки.

На V год пользования лезвья росла более интенсивно – за первые 10 дней вегетации площадь листьев достигла 80,8 тыс. м²/га. Интенсивность ее формирования была выше, чем на III г. п. – 8080 м²/га в сутки. Ко второму определению площадь листьев увеличилась до 90,1 тыс. м²/га, интенсивность среднесуточного прироста составляла 9911 м²/га. Максимальной площади листьев лезвья сафлоровидная достигла на момент начала цветения – 181,0 тыс. м²/га, что на 55 тыс. м²/га больше, чем в III г. п.

Лезвья сафлоровидная весной очень быстро (10–20 дней) формирует мощный листовой аппарат. При этом разница в площади ассимилирующей поверхности между травостоями V и III г. п. говорит о том, что она продолжает развиваться.

Фотосинтетический потенциал характеризует продолжительность работы фотосинтетического аппарата и использование солнечной радиации. В наших исследованиях фотосинтетический потенциал увеличивался от отрастания до цветения и достигал показателей в III г. п. соответственно 501,6–1398,0 тыс. м² сутки/га, в V г. п. – 808,0–1448,0 тыс. м² сутки/га. Наибольших значений фотосинтетический потенциал достигал в фазу бутонизации – начала цветения как в 2013 г., так и в 2015 г.

Снижение площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала ко второму определению на V г. п. по сравнению с III г. п. объясняется неравномерным ходом среднесуточных температур и величиной ЗПВ (24,93–31 мм) в слое 0–20 см в этот период.

Чистая продуктивность фотосинтеза не остается постоянной в течение всего периода вегетации. В III г. п. эта величина снизилась с начала вегетации с 4,27 г/м² в сутки до 2,81 г/м² и оставалась на одном уровне до фазы начала цветения. В 2015 г. на начало вегетации чистая продуктивность при большей площади листьев и высоком накоплении сухой массы была ниже, чем в III г. п. и составляла 3,72 г/м²/сутки, далее снижалась (табл. 1) и к учету урожайности достигала 0,99 г/м²/сутки.

На начало вегетации в 2013 г. (III г. п.) за 21 день лезвья накопила 107,18 г/м² сухого вещества, в то время как в 2015 г. (V г. п.) за 10 дней – 150,38 г/м². Это можно объяснить тем, что увеличение листовой поверхности улучшает процесс фотосинтеза и способствует накоплению большего количества сухого вещества, это является основополагающим фактором увеличения урожая. Наибольший прирост сухой массы лезвья имеет в период бутонизации – цветения: в 2013 г. – 772,41 г/м², в 2015 г. – 526,72 г/м². На наш взгляд, накопление сухой массы в значительной степени определялось условиями увлажнения в период формирования травостоя.

Выводы.

1. По результатам исследований можно сделать вывод, что условия Пермского края весьма благоприятны для произрастания и активной фотосинтетической деятельности лезвья сафлоровидной.
2. Лезвья сафлоровидная очень быстро формирует площадь листовой поверхности. Уже к фазе начала бутонизации она достигает 41,8 и 80,8 тыс. м²/га, а к началу цветения эти показатели составляют 126 и 181 тыс. м²/га соответственно на III и V г. п.
3. Величина чистой продуктивности фотосинтеза травостоя III и V г. п. в I укосе снижается по мере роста и развития растений с 4,27 до 2,81 г/м² и с 3,72 до 0,99 г/м² в сутки соответственно.
4. Максимальное количество сухой массы лезвья сафлоровидная формирует к началу цветения – 772,41 и 526,0 г/м² в III и V г. п.

Литература

1. Расторгуева С. Л. Гематологический и иммунологический статус сухостойных коров после применения биологически активных веществ // Пермский аграрный вестник. 2013. № 3. С. 34–37.
2. Бакланов Ю. Чем заменить антибиотики // Сельская жизнь. 2014. № 18.
3. Некратова А. Н., Некратова Н. А. Возделывание марального корня (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Pjn) как кормового растения в условиях Томской области // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2014. № 7. С. 57–60.
4. Некратова А. Н., Некратова Н. А. Выращивание марального корня как ценного лекарственного растения в условиях Томской области // Особо охраняемые природные территории : материалы заоч. Междунар. науч.-практ. конф. Воронеж, 2014. С. 179–181.

5. Печенкина Ю. Ю., Волошин В. А. Левзея сафлоровидная: новый подход к кормовым культурам // Край земли Пермский. 2010. № 12.
6. Путилова Д. А., Печенкина Ю. Ю., Волошин В. А. Урожайность кормовой массы левзеи сафлоровидной в первые годы пользования // Материалы LXXII Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых, аспирантов, студентов. Пермь, 2013. Ч. 1. С. 51–57.
7. Аришин А. А. Экдистероиды растительного происхождения в рационах свинок // Достижения науки и техники АПК. 2011. № 2. С. 37–39.
8. Тимофеев Н. П. Рост и биосинтез экдистероидов у левзеи сафлоровидной под влиянием эдафических факторов // Сельскохозяйственная биология. 2010. № 5. С. 98–104.
9. Кондратьев Е. К., Ротару В. С. Новые интенсивные кормовые культуры и их значение для животноводства. М. : ВНИИТЭИСХ, 1979. С. 41–42.
10. Сапрыкин В. С. Маралий корень – перспективное лекарственное растение для использования в кормопроизводстве // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2010. № 6. С. 104–106.
11. Ничипорович А. А., Строгова Л. Е., Чмора С. Н., Власова М. П. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М. : Изд-во АН СССР, 1961. 133 с.
12. Печенкина Ю. Ю., Волошин В. А. Фотосинтетическая деятельность левзеи сафлоровидной в Предуралье // Достижения науки и техники АПК. 2013. № 5. С. 44–46.

References

1. Rastorgueva S. L. Hematological and immunological status of dry cows after application of biologically active substances // Perm Agrarian Bulletin. 2013. № 3. P. 34–37.
2. Baklanov Yu. What can replace antibiotics // Rural life. 2014. № 18.
3. Nekratova A. N., Nekratova N. A. The cultivation of maral root (*Rhaponticum carthamoides* (Willd.) Iljn) as host plant in the conditions of Tomsk region // Bulletin of Krasnoyarsk State Agrarian University. 2014. № 7. P. 57–60.
4. Nekratova A. N., Nekratova N. A. The cultivation of maral root as a valuable medicinal plant in the conditions of Tomsk region // Protected areas : materials of international correspondence scientif. and pract. conf. Voronezh, 2014. P. 179–181.
5. Pechenkina Yu. Yu., Voloshin V. A. *Rhaponticum carthamoides*: a new approach to forage crops // Perm region land. 2010. № 12.
6. Putilova D. A., Pechenkina Yu. Yu., Voloshin V. A. Yield of forage mass *Rhaponticum carthamoides* in the first years of use // Materials of All-Russian LXXII scientif. and pract. conf. of young scientists, postgraduates and students. Perm, 2013. Part 1. P. 51–57.
7. Arishin A. A. Ecdysteroids of plant origin in the diets of pigs // Achievements of science and technology of AIC. 2011. № 2. P. 37–39.
8. Timofeev N. P. Growth and biosynthesis of ecdysteroids in *Rhaponticum carthamoides* under the influence of edaphic factors // Agricultural biology. 2010. № 5. P. 98–104.
9. Kondratiev E. K., Rotaru V. S. New intensive forage crops and their importance for livestock. M. : All-Union Scientific Research Institute of Information and Techno-economic Research on Agriculture, 1979. P. 41–42.
10. Saprykin V. S. Maral root – a promising herb for use in feed production // Siberian Bulletin of Agricultural Science. 2010. № 6. P. 104–106.
11. Nichiporovich A. A., Strogova L. E., Chmora S. N., Vlasova M. P. Photosynthetic activity of plants in crops. M. : Publ. house of Academy of Sciences of USSR, 1961. 133 p.
12. Pechenkina Yu. Yu., Voloshin V. A. Photosynthetic activity of *Rhaponticum carthamoides* in the Before-Urals // Achievements of science and technology of AIC. 2013. № 5. P. 44–46.