

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

УДК 633.31/37

doi: 10.30766/2072-9081.2018.67.6.96-101

Фотосинтетическая деятельность лядвенца рогатого (*Lotus corniculatus* L.) в зависимости от агротехнических приемов в Среднем Предуралье

Ж.С. Нелюбина, Н.И. Касаткина

Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – структурное подразделение ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», п. Первомайский, Завьяловский р-он, Удмуртская Республика, Российская Федерация

В связи с актуальностью задач по ресурсо- и энергосбережению, особое значение в полевом кормопроизводстве Среднего Предуралья должно уделяться многолетним травам. Лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.) представляет интерес как многолетнее бобовое растение, способное произрастать на кислых малоплодородных почвах (рН – 4,2-4,5), обладающее высокой зимостойкостью и засухоустойчивостью. В 2011-2017 гг. проведены исследования по изучению фотосинтетической деятельности лядвенца рогатого и формированию его урожайности в зависимости от различных покровных культур, способов посева и норм высева. Кормовая продуктивность в зависимости от изучаемых приемов в среднем за четыре года пользования (по трем закладкам) варьировала от 4,47 до 5,21 т/га сухого вещества. Наибольшую площадь листьев к фазе цветения (41,3-46,2 тыс. м²/га) сформировал лядвенец, посеянный без покрова, а также под покров яровой пшеницы и овса с нормой высева при широкорядном посеве – 6 млн. шт., при обычном рядовом – 8 млн шт. всх. семян/га. Посев лядвенца без покрова и под покров яровой пшеницы способствовал интенсивному развитию фотосинтетического потенциала – 3,62-3,78 млн м² × сут/га. Однако увеличение площади листьев в варианте с посевом лядвенца без покрова способствовало снижению чистой продуктивности фотосинтеза (ЧПФ) до 3,9 г/м². Наиболее высокую ЧПФ (5,1-5,6 г/м² в сутки), а также сбор сухой массы в первом укосе (1,75-1,84 т/га) обеспечивал лядвенец, посеянный под покров яровой пшеницы и овса с нормой высева 7 млн шт. всх. семян/га широкорядным способом, и с нормой 9-10 млн шт. всх. семян/га обычным рядовым способом. Анализ полученных данных показал, что в выделившихся вариантах сложилась оптимальная структура посевов с такими показателями: густота стеблестоя лядвенца – 745-803 шт./м², высота растений – 37-39 см, их облиственность – 46-47%.

Ключевые слова: лядвенец рогатый, приемы посева, показатели фотосинтеза, структура посевов, сбор сухого вещества

Одной из перспективных кормовых культур в условиях Среднего Предуралья является лядвенец рогатый (*Lotus corniculatus* L.). Это многолетняя бобовая культура, отличающаяся длительной кормовой продуктивностью (до 10-12 лет), зимостойкостью, засухоустойчивостью. Лядвенец способен фиксировать азот на кислых почвах – с рН – 4,2-4,5 [1, 2, 3]. Трава лядвенца хорошо поедается животными, а сено из него по качеству превосходит сено из клевера и люцерны [1, 4]. Лядвенец рогатый характеризуется высокой облиственностью. Листья составляют 56-66% урожая в фазе бутонизации и 38-47% – в начале цветения. При благоприятных погодных условиях его облиственность может достигать 75% [2, 5].

В результате многолетних исследований А.Н. Кшникаткиной [5, 6] и В.Н. Образцова [2] установлено, что лядвенец рогатый обладает достаточно высокой экологической пластичностью, отличается от традиционных культур

интенсивным развитием фотосинтетического потенциала.

Продуктивность растений на 80-90% создается в результате фотосинтеза, который зависит от размеров поверхности листьев, густоты стояния растений, их высоты и других факторов, таких как свет, влажность, уровень питания и фитосанитарная обстановка в посевах. Поэтому процессы питания растений, в частности водное и минеральное, эффективны лишь тогда, когда они обеспечивают и поддерживают оптимальную деятельность фотосинтетического аппарата. Создание посевов с хорошей архитектурой, способных наиболее интенсивно использовать энергию ФАР, является основным способом повышения эффективности растениеводства [7, 8]. В связи с вышеизложенным, изучение влияния агротехнических приемов на фотосинтетическую деятельность и формирование кормовой продуктивности лядвенца рогатого является актуальным.

Цель исследований – выявить влияние различных покровных культур, способов посева и норм высева на фотосинтетическую деятельность лядвенца рогатого и формирование урожайности сухой массы. Для ее достижения решали следующие задачи: определить показатели фотосинтеза – площадь листьев, фотосинтетический потенциал, чистую продуктивность; определить урожайность сухой массы лядвенца рогатого; установить густоту стеблестоя, высоту и облиственность лядвенца рогатого.

Материал и методы. Исследования по изучению кормовой продуктивности лядвенца рогатого проводили в экспериментальном севообороте Удмуртского НИИСХ в 2010-2017 гг.: первая закладка опыта – в 2010 г., вторая – в 2011 г., третья – в 2013 г. Опыт трехфакторный, заложен в четырехкратной повторности, методом расщепленных делянок. Первый фактор – покровные культуры (яровая пшеница, ячмень, овес, убираемые на зерно, горохоовсяная смесь, возделываемая на зеленый корм). Второй фактор – способ посева: широкорядный (30 см) и обычный рядовой (15 см). Третий фактор – норма высева семян лядвенца (для широкорядного посева – 5, 6, 7 млн шт./га; для обычного рядового посева – 8, 9, 10 млн шт./га). За контрольный вариант взят посев лядвенца без покрова с нормой высева при широкорядном способе 5 млн шт./га, обычном рядовом – 8 млн шт./га. Нормы высева зерновых культур были снижены на 30% по сравнению с рекомендуемыми для условий Среднего Предуралья. Технология возделывания лядвенца Солнышко на корм в опыте построена на основе рекомендаций оригинатора сорта [9].

Исследование фотосинтетической деятельности лядвенца рогатого провели на посевах 2 и 4 года пользования в первом укосе во второй и третьей закладках (2013 и 2015 гг.). Площадь листьев определяли методом высевок, фотосинтетический потенциал и чистую продуктивность фотосинтеза – расчетным методом [8]. Показатели структуры урожайности лядвенца – согласно [10], статистическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа [11].

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая с содержанием гумуса 1,9-2,0%, $pH_{\text{ккл}}$ – 4,8-5,9, подвижного фосфора – 201-430 мг/кг, обменного калия – 160-315 мг/кг почвы.

Результаты и их обсуждение. К основным показателям фотосинтеза относят: размер

ассимиляционного аппарата, фотосинтетический потенциал, чистая продуктивность фотосинтеза. Оптимальное соотношение данных элементов в главной степени определяет урожайность сельскохозяйственных культур [7, 12].

Наращение листовой поверхности и величина ассимиляционного аппарата культурных растений зависит от создаваемых агротехнических условий [13, 14]. Известны различные мнения исследователей по вопросу об оптимальной площади листовой поверхности культурных растений. Так, А.Н. Бегишев [13] считает, что листовая поверхность должна составлять около 100 тыс. м²/га, а по мнению А.А. Ничипоровича [8] – до 50 тыс. м²/га. При этом важно, чтобы площадь листьев быстро формировалась и длительно функционировала, т.е. имела высокий фотосинтетический потенциал [15].

В наших исследованиях площадь листьев лядвенца рогатого в фазе бутонизации составила 19,2-23,9 тыс. м²/га. К фазе цветения листовая поверхность увеличилась практически вдвое – до 36,4-46,2 тыс. м²/га. Наибольшим этот показатель был у лядвенца, посеянного без покрова, а также под покров яровой пшеницы и овса (41,4-45,0 тыс. м²/га) с нормой высева при широкорядном посеве – 6 млн шт., при обычном рядовом – 8 млн шт. всх. семян/га (46,2 и 41,3 тыс. м²/га соответственно). При разных способах посева площадь листьев существенно не изменялась (табл. 1).

Недостаточно иметь только большую суммарную площадь листовой поверхности. Важным показателем является фотосинтетический потенциал (ФП), характеризующий продолжительность работы травостоя за период вегетации растений. По мнению ряда учёных [2, 7, 8], оптимальным считается ФП не менее 2,0 млн м² × сут/га. Фотосинтетический потенциал травостоя лядвенца рогатого был высоким, и в зависимости от покровной культуры составил 3,23-3,78 млн м² × сут/га, при этом наибольший (3,62-3,78 млн м² × сут/га) – в беспокровном его посеве и посеве под покров яровой пшеницы. Посев с нормой высева 6 млн шт. всх. семян/га широкорядным способом способствовал формированию ФП на уровне 3,82 млн м² × сут/га, с нормой 10 млн всх. семян/га обычным рядовым способом – 3,56 млн м² × сут/га, что на 0,1-0,63 млн. м² × сут/га больше, чем в контрольных вариантах (НСР₀₅ – 0,04 млн м² × сут/га).

Таблица 1

Фотосинтетическая деятельность лядвенца рогатого 2 и 4 г.п. в первом укосе в зависимости от покровной культуры, способа посева и нормы высева (среднее за 2013, 2015 гг., по двум закладкам)

Прием	Вариант	Площадь листьев, тыс. м ² /га		Фотосинтетический потенциал, млн м ² × сут/га	Чистая продуктивность фотосинтеза, г/м ²
		бутонизация	цветение		
Покровная культура	Без покрова (к)	23,7	45,0	3,78	3,9
	Яровая пшеница	21,6	43,9	3,62	4,8
	Ячмень	22,2	36,7	3,24	4,8
	Овес	19,8	41,4	3,36	5,6
	Горохоовсяная смесь на з/к	22,1	36,7	3,23	5,1
НСР ₀₅ главных эффектов		1,7	3,7	0,29	0,3
Способ посева	Широкоярядный	21,4	40,9	3,43	4,8
	Обычный рядовой (к)	22,4	40,5	3,47	4,9
НСР ₀₅ главных эффектов		0,3	Fф<Fт	Fф<Fт	Fф<Fт
Норма высева, млн шт./га	5 (к)	21,7	36,4	3,19	4,6
	6	23,3	46,2	3,82	4,4
	7	19,2	40,0	3,26	5,4
	8 (к)	21,6	41,3	3,46	4,4
	9	21,7	39,5	3,39	5,2
	10	23,9	40,8	3,56	5,1
НСР ₀₅ главных эффектов		0,3	0,6	0,04	0,1

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) является важным показателем интенсивности процесса фотосинтеза, характеризующим увеличение сухой биомассы в единицу времени на единицу площади листьев. Величина ЧПФ определяется различиями в фотосинтетическом аппарате и в обеспеченности листьев светом. Наиболее часто встречающаяся в научной литературе величина ЧПФ – 4-6 г/м² в сутки [5, 6, 7]. Однако лядвенец рогатый образует много стеблей, что может вызывать затенение нижних листьев и снижать продуктивность фотосинтеза [1, 9, 13]. Так, в наших исследованиях данный показатель составил 3,9-5,6 г/м² в сутки. Необходимо отметить относительно низкое значение ЧПФ (3,9 г/м²) в варианте с посевом лядвенца без покрова, чему способствовало увеличение площади листьев и соответственно затенение их нижнего яруса. Лучшая архитектура растений лядвенца, посеянного под покров овса, обеспечивала наиболее высокую ЧПФ – 5,6 г/м² в сутки, что на 1,7 г/м² в сутки больше, чем в контрольном беспокровном посеве (НСР₀₅ – 0,3 г/м² в сутки). Также чистая продуктивность фотосинтеза была высокой (5,1-5,4 г/м² в сутки) в травостое лядвенца, посеянного с нормой 7 млн шт. всх. семян/га широкоярядным способом, и с нормой 9-10 млн. шт. всх. семян/га обычным рядовым.

Наращение сухой массы происходило аналогично изменению показателя ЧПФ. Ежегодно лядвенец рогатый формировал два укоса. Кормовая продуктивность в зависимости от изучаемых приемов в среднем за четыре года пользования (2011-2017 гг. по трем закладкам) варьировала от 4,47 до 5,21 т/га сухого вещества.

В годы изучения фотосинтетической деятельности лядвенца рогатого наибольшую урожайность сухой массы в первом укосе сформировал травостой, посеянный под покров яровой пшеницы и овса (1,78-1,84 т/га). Относительно низкой была продуктивность в варианте с беспокровным посевом (1,47 т/га). При посеве лядвенца с нормой 7 млн шт. всх. семян/га широкоярядным способом, а также 9 и 10 млн шт. всх. семян/га обычным рядовым урожайность составила 1,75-1,80 т/га, что на 0,27-0,33 т/га выше (НСР – 0,05 т/га), чем в контрольных вариантах (табл. 2).

Фотосинтетическая деятельность тесно связана с такими показателями структуры посевов, как густота стояния растений, их высота и облиственность [2, 5, 8]. В наших исследованиях лядвенец рогатый формировал густоту стеблестоя в первом укосе 700-838 шт./м². При этом большее количество стеблей отмечали в травостое лядвенца, посеянного без по-

крова (838 шт./м²), обычным рядовым способом (792 шт./м²) с нормой высева 9 млн шт. всх. семян/га (803 шт./м²). Увеличение густоты стеблестоя в варианте с посевом лядвенца

без покрова до 838 шт./м² способствовало затенению посевов и снижению продуктивности фотосинтеза, что отрицательно сказалось на урожайности сухой массы.

Таблица 2

Урожайность лядвенца рогатого 2 и 4 г.п. в первом укосе и элементы ее структуры (среднее за 2013, 2015 гг., по двум закладкам)

Прием	Вариант	Урожайность сухой массы, т/га	Густота стеблестоя, шт./м ²	Высота, см	Облиственность, %
Покровная культура	Без покрова (к)	1,47	838	37	46
	Яровая пшеница	1,78	802	38	46
	Ячмень	1,55	700	39	47
	Овес	1,84	782	37	46
	Горохоовсяная смесь на з/к	1,61	759	38	46
НСР ₀₅ главных эффектов		0,13	65	1	Fф<Fт
Способ посева	Широкорядный	1,62	760	38	47
	Обычный рядовой (к)	1,68	792	38	46
НСР ₀₅ главных эффектов		Fф<Fт	35	Fф<Fт	Fф<Fт
Норма высева, млн шт./га	5 (к)	1,42	708	37	47
	6	1,69	769	37	47
	7	1,75	780	38	47
	8 (к)	1,49	761	39	46
	9	1,76	803	38	46
	10	1,80	745	39	46
НСР ₀₅ главных эффектов		0,05	30	1	Fф<Fт

Высота лядвенца в первом укосе достигала 37-39 см. Отмечали увеличение высоты растений лядвенца, посеянного под покров ячменя (39 см), рядовым способом с нормой высева 8 и 10 млн шт. всх. семян/га (39 см). При широкорядном посеве данный показатель был больше (38 см) в варианте с нормой высева 7 млн шт. всх. семян/га. Увеличение высоты растений лядвенца положительно повлияло на формирование его кормовой продуктивности.

Облиственность лядвенца в фазе начала цветения в первом укосе была достаточно высокой – 46-47%. Изменения облиственности растений по вариантам опыта были несущественными и не оказывали влияния на фотосинтетическую деятельность лядвенца и его урожайность сухой массы.

Выводы. В результате наших исследований выявлено, что кормовая продуктивность лядвенца рогатого в условиях Среднего Предуралья была на уровне 4,47 до 5,21 т/га сухого вещества. Наиболее интенсивно процесс фотосинтеза и накопление сухого вещества лядвенца рогатого происходили в травостоях,

посеянных под покров яровой пшеницы и овса с нормой высева 7 млн шт. всх. семян/га широкорядным способом, а также с нормой высева 9-10 млн шт. всх. семян/га обычным рядовым. В данных вариантах площадь листьев к моменту первого укоса составила 39,5-43,9 тыс. м²/га, фотосинтетический потенциал – 3,26-3,62 млн м² × сут/га, чистая продуктивность фотосинтеза – 4,8-5,6 г/м². Рекомендуемые агротехнические приемы способствовали формированию оптимальной структуры посевов, что положительно повлияло на сбор сухого вещества (1,75-1,84 т/га в первом укосе): густота стеблестоя лядвенца 745-803 шт./м², высота растений – 37-39 см, их облиственность – 46-47%.

Список литературы

1. Киселев Н.П., Кормициков А.Д., Никифорова Е.В. Вятские клевера. Киров: Вятка, 1995. 276 с.
2. Образцов В.Н., Щедрина Д.И. Лядвенец рогатый в черноземной лесостепи: монография / под ред. В.А. Федотова. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012. 233 с.
3. Pelikán J. Yield evaluation of varieties from the world collection of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) // Plant Soil Environ. 2012. № 48. P. 265-270.

4. Naydenova Y., Kyuchukova A., Pavlov D. Plant cell walls fiber components analysis and digestibility of birds-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) in the vegetation // *Agricultural Science and Technology, International Journal Published by Faculty of Agriculture, Trakia University, Stara Zagora, Bulgaria*, 2013. № 5. 2. P. 164-167.

5. Аленин П.Г., Кшникаткина А.Н. Продукционный потенциал зерновых, зернобобовых, кормовых, лекарственных культур и совершенствование технологии их возделывания в лесостепи Среднего Поволжья: монография. Пенза, 2012. 264 с.

6. Кшникаткина А.Н., Аленин П.Г. Семенная продуктивность нетрадиционных кормовых культур в зависимости от приемов возделывания // *Нива Поволжья*. 2012. № 1. С. 33-38.

7. Бакалдин А.Я. Некоторые вопросы биологии и физиологии растений // *Сб. научных трудов*. Вып. 26. Саратов, 1973. С.58-59.

8. Ничипорович А.А., Строганова Л.Е., Чмора С.Н., Власова М.Н. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М.: Изд-во АН СССР, 1961. 135 с.

9. Тумасова М.И., Грипась М.Н., Устюжанин И.А. Технология возделывания лядвенца рога-

того на корм и семена. Киров: Зональный НИИСХ Северо-Востока им. Н.В. Рудницкого, 2004. 49 с.

10. Новоселов Ю.К. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. М.: Россельхозакадемия, 1997. 156 с.

11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. 5-е изд., доп. и перераб. М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.

12. Важов В.М. Отдельные показатели фотосинтеза полевых культур в Бийской лесостепи // *Успехи современного естествознания*. 2012. № 11. С. 92-95.

13. Бегишев А.Н. Работа листьев разных с.-х. растений в полевых условиях: Труды института физиологии растений им. К.А. Тимирязева. Т.8. Вып.1. М., 1953. С. 229-230.

14. Касаткина Н.И. Особенности фотосинтетической деятельности клевера лугового тетраплоидного в условиях Среднего Предуралья // *Известия Оренбургского ГАУ*. 2017. № 3 (65). С. 58-60.

15. Рулева О.В., Овечко Н.Н. Роль фотосинтетического потенциала при выявлении закономерностей функционирования биопродуктивности агробиоценозов // *Российская сельскохозяйственная наука*. 2016. № 6. С. 28-31.

Сведения об авторах:

Нелюбина Жанна Сергеевна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник,
Касаткина Надежда Ивановна, кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник

Удмуртский научно-исследовательский институт сельского хозяйства – структурное подразделение ФГБУН «Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук», ул. Ленина, 1, с. Первомайский, Завьяловский р-он, Удмуртская Республика, Российская Федерация, 427007, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2018. Vol. 67, no. 6, pp. 96-101.

doi: 10.30766/2072-9081.2018.67.6. 96-101

Photosynthetic activity of a birds-foot trefoil depending on agronomic techniques of the Middle Urals

Zh.S. Nelyubina, N.I. Kasatkina

Udmurt Research of Agriculture – Structural subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Pervomaisky village, Zavyalovsky district, Izhevsk, Udmurt Republic, Russian Federation

Due to the significance of the tasks of resource and energy saving, particular importance in field feed production of the Middle Urals should be given to perennial grasses. A birds-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) is of interest as a perennial legume plant that can grow on acidic infertile soils (pH 4.2-4.5) which has high winter hardiness and drought resistance. In 2011-2017 the study of the photosynthetic activity of birds-foot trefoil and the formation of its yield in dependence to different cover crops, methods of sowing and seeding rates, was carried out. Depending on studied methods the fodder productivity varied from 4.47 to 5.21 t / ha dry matter for four years of use on the average. By the flowering phase the largest leaf area (41.3-46.2 thousand m²/ha) was formed by a bird's-foot trefoil sown without a cover and under the cover of spring wheat and oats with the sowing rate of 6 million pcs. for wide-row sowing and 8 million pcs. of germinating seeds/ha for the ordinary row sowing. Sowing of the bird's-foot trefoil without cover and under the cover of spring wheat promoted the intensive development of photosynthetic potential – 3.62-3.78 million m² per day/ha. However, an increase in the leaf area in the variant with sowing a birds-foot trefoil without a cover contributed to a decrease in the net photosynthesis productivity to 3.9 g/m². The highest net photosynthesis productivity (5.1-5.6 g / m² per day), as well as the collection of dry mass in the first mowing (1.75-1.84 t / ha) was provided by a birds-foot trefoil sown under the cover of spring wheat and oats with a sowing rate of 7 million pcs. of germinating seed / ha in a wide-row sowing, and with a norm of 9-10 million pcs. of germinating seeds /

ha in the ordinary row sowing. The analysis of the obtained data showed that the optimal structure of crops emerged in segregated variants with such indicators: the stalk density of bird's-foot trefoil is 745-803 pcs. / m², the plants height is 37-39 cm, the foliage is 46-47%.

Key words: *bird's-foot trefoil, methods of sowing, photosynthesis indicators, structure of crops, yield of dry matter*

References

1. Kiselev N.P., Kormshchikov A.D., Nikiforova E.V. *Vyatskie klevyera*. [Vyatka clover]. Kirov: Vyatka, 1995. 276 p.
2. Obraztsov V.N., Shchedrina D.I. *Lyadvenets rogaytyy v chernozemnoy lesostepi: monografiya*. [Bird's-foot trefoil in the Chernozem forest-steppe: the Monograph]. Pod red. V. A. Fedotova. Voronezh: FGBOU VPO Voronezhskiy GAU, 2012. 233 p.
3. Pelikán J. Yield evaluation of varieties from the world collection of bird's-foot trefoil (*Lotus corniculatus* L.). Plant Soil Environ. 2012. no. 48. pp. 265-270.
4. Naydenova Y., Kyuchukova A., Pavlov D. Plant cell walls fiber components analysis and digestibility of birdsfoot trefoil (*Lotus corniculatus* L.) in the vegetation. Agricultural Science and Technology, International Journal Published by Faculty of Agriculture, Trakia University, Stara Zagora, Bulgaria, 2013. no. 5, 2. pp. 164-167.
5. Alenin P.G., Kshnikatkina A.N. *Produktivnyy potentsial zernovykh, zernobobovykh, kormovykh, lekarstvennykh kul'tur i sovershenstvovanie tekhnologii ikh vozdeleyvaniya v lesostepi Srednego Povolzh'ya: monografiya*. [Production potential of cereals, legumes, fodder, medicinal crops and improvement of cultivation technology in forest-steppe of Middle Volga region: the Monograph]. Penza, 2012. 264 p.
6. Kshnikatkina A.N., Alenin P.G. *Semennaya produktivnost' netraditsionnykh kormovykh kul'tur v zavisimosti ot priemov vozdeleyvaniya*. [Seed production of non-traditional fodder crops depending on methods of cultivation]. Niva Povolzh'ya. 2012, no. 1. pp. 33-38.
7. Bakaldin A.Ya. *Nekotorye voprosy biologii i fiziologii rasteniy*. [Some questions of biology and physiology of plants]. Sb. nauchnykh trudov. Vol. 26. Saratov, 1973. pp. 58-59.
8. Nichiporovich A.A., Stroganova L.E., Chmora S.N., Vlasova M.N. *Fotosinteticheskaya deyatelnost' rasteniy v posevakh*. [Photosynthetic activity of plants in crops]. Moscow: Izd-vo AN SSSR, 1961. 135 p.
9. Tumasova M.I., Gripas' M.N., Ustyuzhanin I.A. *Tekhnologiya vozdeleyvaniya lyadventsa rogatogo na korm i semena*. [Technology of cultivation of bird's-foot trefoil for feed and seeds]. Kirov: Zonal'nyy NIISKh Severo-Vostoka im. N.V. Rudnitskogo, 2004. 49 p.
10. Novoselov Yu.K. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu polevykh opytov s kormovymi kul'turami*. [Methodical instructions on carrying out field experiments with fodder crops]. Moscow: Rossel'khoz-akademiya, 1997. 156 p.
11. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta. 5-e izd., dop. i pererab.* [Technique of field experience. 5th ed., augmented and revised]. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
12. Vazhov V.M. *Otdel'nye pokazateli fotosinteticheskoy deyatelnosti rasteniy v polevykh kul'tur v Byiskoy lesostepi*. [Separate indicators of photosynthesis of field crops in Biysk forest-steppe]. Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya. 2012. no. 11. pp. 92-95.
13. Begishev A.N. *Rabota list'ev raznykh s.-kh. rasteniy v polevykh usloviyakh*. [Work of leaves of different agricultural plants in the field]. Trudy instituta fiziologii rasteniy im. K.A. Timiryazeva. Vol. 8. Iss.1. Moscow, 1953. pp. 229-230.
14. Kasatkina N.I. *Osobennosti fotosinteticheskoy deyatelnosti klevyera lugovogo tetraploidnogo v usloviyakh Srednego Predural'ya*. [Features of the photosynthetic activity of the red clover tetraploid in the Middle Urals]. Iz-vestiya Orenburgskogo GAU. 2017. no. 3 (65). pp. 58-60.
15. Ruleva O.V., Ovechko N.N. *Rol' fotosinteticheskogo potentsiala pri vyyavlenii zakonomernostey funktsionirovaniya bioproduktivnosti agrobiotsenozov*. [The role of photosynthetic potential in identifying patterns of functioning of bioproductivity of agrobiocenoses]. Rossiyskaya sel'skokhozyaystvennaya nauka. 2016. no. 6. pp. 28-31.

Information about the authors:

Zh.S. Nelyubina, PhD in Agriculture, leading researcher,
N.I. Kasatkina, PhD in Agriculture, leading researcher

Udmurt Research of Agriculture – Structural subdivision of the Federal State Budgetary Institution of Science Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, 1, Lenin St., Pervomaisky village, Zavyalovsky district, Udmurt Republic, Russian Federation, 427007, e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru