**ФОРМИРОВАНИЕ СУХОЙ МАССЫ АГРОФИТОЦЕНОЗАМИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ
НА ОСНОВЕ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО ТЕТРАПЛОИДНОГО**

*Ж.С. Нелюбина¹, канд. с.-х. наук; Н.И. Касаткина¹, канд. с.-х. наук;
И. Ш. Фатыхов², доктор с.-х. наук, профессор*

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Удмуртский Федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук»,
г. Ижевск, Россия, тел.: 8 (3412)629-698; e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

²Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ижевская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Ижевск, Россия, тел.: 8 (3412) 59-88-16; e-mail: agro@izhgsha.ru

В полевом кормопроизводстве Среднего Предуралья основной кормовой культурой остается клевер луговой, который используется как в одновидовых, так и в поливидовых посевах. Особую ценность представляет клевер луговой тетраплоидного типа, так как он более урожайный, зимостойкий, устойчивый к болезням, обеспечивающий выход корма с высоким содержанием сырого протеина. Определение площади листьев, фотосинтетической активности, динамики накопления сухого вещества клевера лугового тетраплоидного в агрофитоценозах мало исследованы, но имеют практический интерес. В 2013-2017 гг. в Удмуртском НИИСХ УдмФИЦ УрО РАН на дерново-подзолистых почвах были изучены особенности формирования сухой массы агрофитоценозов многолетних трав на основе клевера лугового Кудесник. Для создания поливидовых агроценозов использовали тимopheевку луговую, люцерну изменчивую, люцerneц рогатый, козлятник восточный. Площадь листьев изменялась в зависимости от состава агрофитоценоза от 34,4 тыс. м²/га в фазе ветвления до 107,2 тыс. м²/га в фазе бутонизации. Основной вклад в формирование ассимиляционной поверхности травосмесей вносил клевер луговой – 66,7-92,4 %. Фотосинтетический потенциал был наибольшим – 948-1034 тыс. м² х сут. /га в травосмесях клевер + тимopheевка, клевер + люцерна и в одновидовом посеве клевера. Определение динамики накопления сухого вещества показало, что в период «ветвление-бутонизация» происходил наибольший прирост сухого вещества. Сбор сухого вещества в эту фазу составил 525-647 г/м², при этом в смешанных посевах данный показатель был существенно выше, чем в одновидовом посеве клевера. К фазе цветения произошло снижение сухого вещества до 474-618 г/м². Урожайность сухой массы агрофитоценозов на 67-76 % формировалась за счет первого укоса. Наиболее продуктивной (4,7 т/га) в первом укосе была травосмесь клевера с тимopheевкой.

Ключевые слова: клевер тетраплоидный, травосмеси, площадь листьев, динамика накопления сухого вещества, урожайность.

Введение

Одним из важнейших источников дешевого и, в то же время, качественного корма являются многолетние травы. В условиях Среднего Предуралья основной многолетней бобовой культурой на полях остается клевер луговой, который возделывается как в чистом виде, так и в смешанных посевах. В настоящее время селекционные центры страны занимаются селекцией тетраплоидных сортов клевера лугового. Такие сорта, полученные на основе полиплоидии, отличаются существенными морфологическими и физиологическими признаками, что дает им преимущество в урожайности надземной биомассы, устойчивости к болезням, длительности продуктивного использования [1-3]. Клевер луговой возделывается как в чистом виде, так и в смешанных

посевах. Поливидовые посевы получают все большее распространение благодаря ряду положительных моментов: возрастает кормовая продуктивность, устойчивость к неблагоприятным условиям среды, сбалансированность получаемого корма по питательным веществам [4-9]. Благодаря совместному росту компонентов в пространстве листья по своей вертикальной архитектонике расположены более равномерно и ярусно, что позволяет им эффективно улавливать солнечные лучи, формируя ассимилянты, трансформируемые в органическую массу урожая [4, 10-12].

В начальный период роста накопление надземной массы идет медленно, затем она постепенно увеличивается. Прирост биомассы повышается со второй фазы развития растений (выход в трубку, бутонизация) [13-

14]. При наступлении фазы цветения процесс образования листьев замедляется, и все пластические вещества направляются на формирование генеративных органов. Снижение площади листьев от фазы бутонизации к фазе цветения у клевера красного отмечено в исследованиях К. Ф. Гузь [1]. Исследованиями Ж.С. Нелюбиной, И. Ш. Фатыхова, Н. И. Касаткиной [15] установлено, что наиболее интенсивное накопление сухого вещества многолетними травами происходит в фазе бутонизации, при наступлении фазы цветения продуктивность фотосинтеза падает либо остается на прежнем уровне. Е. Ф. Каракчиева, А. Ю. Лобанов [6] отмечают, что многолетние бобово-злаковые агроценозы при уборке в фазу бутонизации-начала цветения бобовых компонентов обеспечивают высокий сбор сухого вещества и качество корма.

Цель исследований – выявить особенности формирования сухой массы первого укоса агрофитоценозов многолетних трав с участием клевера лугового тетраплоидного Кудесник. В задачи входило: определение площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала, динамики накопления сухого вещества, урожайности сухой массы в зависимости от состава агрофитоценозов.

Методы и материалы

Полевые эксперименты проводили в 2013-2017 гг. на опытном поле Удмуртского НИИСХ УдмФИЦ УрО РАН в соответствии с «Методическими указаниями по проведению полевых опытов с кормовыми культурами» [16]. В качестве контроля взят одновидовой посев клевера лугового сорта Кудесник. Для создания поливидовых агроценозов использовали тимopheевку луговую Ленинградская 204, люцерну изменчивую Сарга, лядвенец рогатый Солнышко, козлятник восточный Ялгинский. Первая закладка опыта была проведена в 2013 г., вторая в 2014 г. под покров яровой пшеницы (норма высева – 4 млн. шт. всх. семян/га) сеялкой СН-16, способ посева обычный рядовой, нормы высева многолетних трав в чистом виде и в смеси рекомендованные для Нечерноземной зоны. Динамику накопления сухого вещества определяли три раза: в фазе ветвления, бутонизации, начала цветения весовым методом. Площадь листьев определяли методом высечек. Уборку зеленой массы провели сплошным укосом в фазе «бутонизация-начало цветения» основного компонента. Статистическая обработка полученных экспериментальных данных проводилась в программе Microsoft Excel 97 по алгоритмам дисперсионного анализа, изложенного Б.А. Доспеховым [17].

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая, кислотность pH_{kcl}

5,9; содержание гумуса 2,0 %; подвижного фосфора 430 мг/кг; калия 218 мг/кг. Метеорологические условия вегетационных периодов в годы проведения исследований были различными. Условия вегетационного периода 2014, 2015 и 2017 гг. сложились более прохладными и влажными, по сравнению со среднесуточными данными (ГТК – 1,38-1,97). Вегетационный период 2016 г. характеризовался высокой среднесуточной температурой и дефицитом атмосферных осадков (ГТК – 0,67). Условия для перезимовки растений многолетних трав в эти годы были благоприятными.

Результаты

Накопление сухого вещества у растений зависит от интенсивности фотосинтеза, а также размера листьев. На каждом квадратном метре должно быть четыре квадратных метра биомассы, при этом почва затенена на 100 %, а КПД фотосинтеза максимальный [18-20]. Оптимальная площадь листьев различна для растений с разным расположением листьев. А.А. Ничипорович [21] считал, что листовая поверхность клевера должна составлять до 50 тыс. $m^2/га$. По мнению А.А. Жученко [22], увеличение листовой поверхности до 50-80 тыс. $m^2/га$ позволяет значительно увеличить продуктивность агроэкосистемы. В наших исследованиях площадь листьев изменялась в зависимости от состава агрофитоценоза от 34,4 тыс. $m^2/га$ в фазе ветвления до 107,2 тыс. $m^2/га$ в фазе бутонизации (табл. 1). В фазе ветвления площадь листьев по агрофитоценозам не отличалась – 42,4-46,2 тыс. $m^2/га$ (НСР₀₅ – 8,6 тыс. $m^2/га$), кроме смеси клевера с лядвенцем. При этом основной вклад в формирование ассимиляционной поверхности травосмесей вносил клевер луговой, площадь его листьев составила 27,1-33,5 тыс. $m^2/га$ или 66,7-88,9 %. К фазе бутонизации площадь листьев возросла на 27,9-31,2 тыс. $m^2/га$. Наибольшим данный показатель был в двойных агрофитоценозах клевера с тимopheевкой, люцерной и лядвенцем, а также в одновидовом посеве клевера Кудесник – 88,1-107,2 тыс. $m^2/га$ при НСР₀₅ – 22,9 тыс. $m^2/га$. Доля листовой поверхности клевера в смешанных посевах достигла в фазе бутонизации 68,1-92,4 %, что указывает на высокую ценотическую активность клевера лугового тетраплоидного, о чем есть подтверждения в исследованиях других авторов [1, 14, 20].

Важным показателем является фотосинтетический потенциал (ФП), характеризующий продолжительность работы травостоя за период вегетации растений. По мнению ряда ученых [21, 23, 24], оптимальным считается ФП не менее 2000 тыс. $m^2 \times сут./га$ в пересчете на 100 дней вегетации. В

наших исследованиях фотосинтетический потенциал за период вегетации 43-52 дня был наибольшим – 948-1034 тыс. м² х сут./га (НСР – 163 тыс. м² х сут./га) в травосмесях клевер + тимopheевка, клевер + люцерна, а также в одновидовом посеве клевера. Относительно низким данный показатель был в

тройной смеси клевера, лядвенца и тимopheевки, что связано с наименьшей площадью листьев. В результате проведенного корреляционного анализа была выявлена прямая сильная зависимость ($r = 0,93$) фотосинтетического потенциала от площади листьев в фазе бутонизации.

Таблица 1

Площадь листьев и фотосинтетический потенциал агрофитоценозов многолетних трав (среднее за 2015-2017 гг.)

Вариант	Площадь листьев, тыс. м ² /га				ФП, тыс. м ² × сут./га
	ветвление	в т.ч. клевер	бутонизация	в т.ч. клевер	
Клевер луговой (к)	44,0	44,0	100,4	100,4	984
Клевер луговой + тимopheевка луговая	44,3	30,4	107,2	91,8	1034
Клевер луговой + люцерна изменчивая	38,1	27,1	100,0	82,0	948
Клевер луговой + лядвенец рогатый	34,4	30,6	88,1	81,4	805
Клевер луговой + козлятник восточный	45,2	33,5	76,7	52,2	842
Клевер луговой + люцерна изменчивая + тимopheевка луговая	46,2	30,8	74,1	57,9	824
Клевер луговой + лядвенец рогатый + тимopheевка луговая	42,4	28,5	73,6	57,9	797
НСР ₀₅	8,6		22,9		163

Определение динамики накопления сухого вещества показало, что в фазе ветвления агрофитоценозы сформировали 266-342 г/м² сухой биомассы, при этом наибольший сбор обеспечила травосмесь клевер + люцерна + тимopheевка. Продуктивность агрофитоценозов клевер + тимopheевка, клевер + лядвенец + тимopheевка была на 26-52 г/м² выше (НСР₀₅ – 13 г/м²), чем у одновидового посева клевера Кудесник (табл. 2).

Основное формирование сухой массы в агрофитоценозах происходило в период «ветвление-бутонизация». Так, в течение фазы ветвления прирост сухого вещества составил 240-376 г/м², или в 1,7-2,4 раза. В фазе бутонизации был отмечен максимальный сбор сухого вещества – 525-647 г/м². Урожайность сухой надземной биомассы практически всех изучаемых травосмесей (за исключением агроценоза клевер + лядвенец) была существенно (на 39-104 г/м² при НСР₀₅ – 15 г/м²) выше одновидового посева клевера. К фазе цветения сбор сухого вещества снизился и составил 474-618 г/м². К этому периоду отмечено дальнейшее увеличение сбора сухого вещества только травосмеси клевер + лядвенец. У остальных изучаемых агрофитоценозов выявлено снижение сбора сухого вещества на 15-173 г/м² или на 2,4-26,7 %. При этом, больший отток сухого вещества произошел в агрофитоценозах с участием люцерны и козлятника,

меньше – с участием тимopheевки. В эту фазу урожайность сухой надземной массы была на уровне, либо достоверно выше контрольного варианта. Все исследуемые агрофитоценозы ежегодно обеспечивали два укоса. Исключением стал 2016 год с засушливыми вегетационными условиями (ГТК – 0,67), когда только два агроценоза (клевер + люцерна и клевер + люцерна + тимopheевка), сформированные с участием засухоустойчивой люцерны, обеспечили второй укос. Урожайность сухой массы на 67-76 % формировалась за счет первого укоса, при этом наиболее продуктивной (4,7 т/га) в первом укосе была травосмесь клевера с тимopheевкой. Остальные смешанные агрофитоценозы обеспечили сбор сухого вещества 3,6-4,2 т/га на уровне или ниже одновидового посева клевера (НСР₀₅ – 0,2 т/га). Урожайность второго укоса составила 1,5-2,1 т/га. В это время наибольшую продуктивность (2,0-2,1 т/га) обеспечивали травосмеси с люцерной, прибавка к контрольному варианту составила 0,4-0,5 т/га (НСР₀₅ – 0,1 т/га). В среднем за три года пользования в сумме за два укоса кормовая продуктивность клевера лугового тетраплоидного Кудесник составила 5,7 т/га. Существенное увеличение урожайности сухой массы на 0,5-0,6 т/га (НСР₀₅ – 0,2 т/га) получено в травосмесях клевер + тимopheевка и клевер + люцерна + тимopheевка. Агрофитоценозы

клевер + люцерна, клевер + лядвенец, клевер + лядвенец + тимopheевка обеспечивали

сбор сухой массы на уровне одновидового посева клевера.

Таблица 2

*Динамика накопления сухой массы в агрофитоценозах и их урожайность
(среднее за 2014-2017 гг.)*

Вариант	Динамика накопления сухой массы 1 укоса, г/м ²			Урожайность сухой массы, т/га		
	ветвление	бутониза- ция	цветение (1 укос)	1 укос	2 укос	сумма
Клевер луговой (к)	266	543	486	4,1	1,6	5,7
Клевер луговой + тимopheевка луговая	318	633	618	4,7	1,5	6,2
Клевер луговой + люцерна изменчивая	271	647	474	4,0	2,0	6,0
Клевер луговой + лядвенец рогатый	203	525	526	3,8	1,7	5,5
Клевер луговой + козлятник восточный	271	588	486	3,6	1,7	5,3
Клевер луговой + люцерна изменчивая + тимopheевка луговая	342	582	531	4,2	2,1	6,3
Клевер луговой + лядвенец рогатый + тимopheевка луговая	292	597	563	4,0	1,7	5,7
НСР ₀₅	13	15	18	0,2	0,1	0,2

Заключение

Площадь листьев в одновидовых и смешанных агрофитоценозах в фазе ветвления достигала 34,4-46,2 тыс. м²/га, в фазе бутонизации – 73,6-107,2 тыс. м²/га, увеличилась в 1,7-2,4 раза. При этом основной вклад в формирование ассимиляционной поверхности травосмесей вносил клевер луговой, 66,7-92,4 % составляли его листья. Фотосинтетический потенциал был наибольшим – 948-1034 тыс. м² х сут./га в травосмесях клевер + тимopheевка, клевер + люцерна, а также в одновидовом посеве

клевера. Аналогично изменению площади листьев основное формирование сухой массы (525-647 г/м²) в агрофитоценозах происходило в период «ветвление-бутонизация». Урожайность сухой массы на 67-76 % формировалась за счет первого укоса, при этом наиболее продуктивной (4,7 т/га) была травосмесь клевера с тимopheевкой. Урожайные данные этого агрофитоценоза подтверждены показателями фотосинтеза – наибольшей площадью листьев (107,2 тыс. м²/га) и фотосинтетическим потенциалом (1034 тыс. м² х сут./га).

Литература

1. Гузь К.Ф. Особенности роста и развития клевера красного в процессе онтогенеза растений. Аграрный вестник Урала, 2013, № 1 (107), с. 8-9.
2. Новосёлов М.Ю., Дробышева Л.В., Матвеева О.С., Зятчина Г.П., Одноровова А.А., Засименко Е.М. Современные подходы в селекции клевера лугового для кормопроизводства России. Земледелие, 2014, № 2, с. 43-46.
3. Сысуев В.А., Фигурин В.А. Адаптивная стратегия устойчивой продуктивности многолетних трав на Северо-Востоке Европейской части России. Достижения науки и техники АПК, 2016, т. 30, № 12, с. 79-82.
4. Фигурин В.А. Выращивание многолетних трав на корм: монография. Киров: Зональный НИИСХ СВ им. Н.В. Рудницкого, 2013, 188 с.
5. Желтопузов В.Н., Великдань Н.Т. Продуктивность и качество корма бобово-злаковых травостоев. Сборник научных трудов ВНИИОК. Ставрополь: ВНИИОК, 2015, с. 121-127.
6. Каракчиева Е.Ф., Лобанов А.Ю. Создание травосмесей для повышения продуктивности и питательной ценности в полеводческом кормопроизводстве в условиях республики Коми. Аграрная наука Евро-Северо-Востока, 2017, № 4 (59), с. 30-32.
7. Frame J., Harkess R.D. The productivity of four forage legumes sown alone and with each of five companion grasses. Grass and forage Science, sept. 1987, v. 42, i. 3, p. 213-223.
8. Byron S., Kenneth J., Moore J., Ronald G., Edward C., Brummer B. Legume-Grass Mixtures Improve Forage Yield, Quality, and Seasonal Distribution. Agronomy Journal Abstract – FORAGES, 2000, i. 92, v.1, p. 24-29.

9. 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*, 2013, № 5, p. 164-167.
10. Митчелл Р. Экологические основы сравнительного изучения первичной продукции. Москва: ВО Агропромиздат, 1987, с. 12-18.
11. Vong H.Q., Murata Y. Studies on the physiological characteristics of Co and C. crop species. The effects of air temperature and solar radiation on the dry matter production of some crops. *Jap. J. Crop Sci.*, 1978, v. 47 (1), p. 90-100.
12. Dąbrowski P., Pawluśkiewicz B., Kalaji H.M., Baczewska A.H. The effect of light availability on leaf area index, biomass production and plant species composition of park grasslands in Warsaw. *Plant Soil Environ.*, 2013, № 59, p. 543-548.
13. Карлова И.В., Васин В.Г., Васин А.В. Формирование поливидового агрофитоценоза многолетних трав при применении стимуляторов роста. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*, 2019, № 1, с. 3-10.
14. Nadeem Sh., Steinshamn H., Sikkeland E. H., Gustavsson A. M., Bakken A. K. Variation in rate of phenological development and morphology between red clover varieties: Implications for clover proportion and feed quality in mixed swards. *Grass and forage Science*, Sept. 2019, v. 74, i. 3, p. 403-414.
15. Нелюбина Ж.С., Фатыхов И.Ш., Касаткина Н.И. Агрофитоценозы многолетних бобовых и мятликовых трав в Среднем Предуралье: монография. Ижевск: ФГБОУ ВПО Ижевская ГСХА; ФГБНУ Удмуртский НИИСХ, 2014, 145 с.
16. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами. Сост. Ю.К. Новоселов, В.Н. Киреев, Г.П. Кутузов [и др.]. Москва: РАСХН, 1997, 155 с.
17. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. Москва: Колос, 1985, 416 с.
18. Гудковская Н. Б. Влияние сроков посева на динамику накопления сухого вещества у растений амаранта в левобережной лесостепи Украины. *Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии*, 2018, № 3, с. 72-77.
19. Grigor'ev K. Photosynthetic activity of sweet clover of the second year of life. *Plant and Cell Physiology (Plant Cell Physiol)*, 2018, p. 76-78.
20. Joggi D. Hofer U., Nösberger J. Leaf area index, canopy structure and photosynthesis of red clover (*Trifolium pratense* L.). *Plant, Cell and Environment*, Nov. 1983, v. 6, i. 8, p. 611-616.
21. Ничипорович А.А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. Москва: Издательство АН СССР, 1961, 193 с.
22. Жученко А. А. Фундаментальные и прикладные научные приоритеты адаптивной интенсификации растениеводства в XXI веке. Саратов, 2000, 276 с.
23. Образцов В.Н., Щедрина Д.И. Лядвенец рогатый в черноземной лесостепи: монография. Под ред. В.А. Федотова. Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ, 2012, 33 с.
24. Кшникаткина А.Н., Аленин П.Г. Семенная продуктивность нетрадиционных кормовых культур в зависимости от приемов возделывания. *Нива Поволжья*, 2012, № 1, с. 33-38.

UDC 633.2.031/033

DOI 10.36461/NP.2020.56.3.005

FORMATION OF DRY MASS BY AGROPHYTOCENOSIS OF PERENNIAL GRASSES BASED ON TETRAPLOID RED CLOVER

Zh.S. Neliubina¹, Candidate of Agricultural Sciences;

N.I. Kasatkina¹, Candidate of Agricultural Sciences;

I. Sh. Fatykhov², Doctor of Agricultural Sciences, Professor

¹Federal State-Funded Institution of Science Udmurt Federal Research Center
of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Russia, Izhevsk, *tel.:* 8 (3412)629-698;
e-mail: ugniish-nauka@yandex.ru

² Federal State-Funded Educational Institution of Higher Education Izhevsk State Agricultural
Academy, Russia, Izhevsk, *tel.:* 8 (3412) 59-88-16; *e-mail:* agro@izhgsha.ru

In the field fodder production of the Middle Urals, red clover remains the main fodder crop, which is used both in single-species and polyspecies crops. The tetraploid type red clover is of particular value, as it is more productive, winter-hardy, disease-resistant, providing a feed yield with a high crude protein content. Determination of leaf area, photosynthetic activity, dynamics of accumulation

of dry matter of red tetraploid clover in agrophytocenoses has been little studied, but of practical interest. In 2013-2017 In the Udmurt Research Institute of Agriculture, on sod-podzolic soils, formation specifics of dry mass of agrophytocenoses of perennial grasses based on Kudesnik red clover were studied. To create polyspecies agrocenoses, we used timothy grass, alfalfa, Lotus corniculatus, and Eastern galega. The leaf area varied depending on the composition of the agrophytocenosis from 34.4 thousand m²/ha in the branch stage to 107.2 thousand m²/ha in the flower bud stage. The main contribution to the formation of the assimilation surface of grass mixtures was made by red clover (66.7-92.4%). The photosynthetic potential was the highest (948-1034 thousand m² x day/ha) in grass mixtures clover + timothy grass, clover + alfalfa and in single-species sowing of clover. Determination of the dynamics of the accumulation of dry matter showed that in the branch-bud period there was the greatest increase in dry matter. The yield of dry matter in this stage was 525-647 g/m², while in mixed crops this indicator was significantly higher than in single-species clover crops. By the flowering stage, the dry matter decreased to 474-618 g/m². The yield of dry matter of agrophytocenoses was 67-76% formed due to the first mow. The most productive (4.7 t/ha) in the first mow was a mixture of clover with timothy grass.

Key words: tetraploid clover, grass mixtures, leaf area, dynamics of dry matter accumulation, yield.

Reference

1. Guz K.F. Specifics of growth and development of red clover in the process of plant ontogenesis. Agrarian Bulletin of the Urals, 2013, No. 1 (107), p. 8-9.
2. Novoselov M.Yu., Drobysheva L.V., Matveeva O.S., Ziatchina G.P., Odnovorova A.A., Zasi-menko E.M. Modern approaches in breeding red clover for fodder production in Russia. Agriculture, 2014, No. 2, p. 43-46.
3. Sysuev V.A., Figurin V.A. Adaptive strategy of sustainable productivity of perennial grasses in the North-East of the European part of Russia. Achievements of science and technology in the agro-industrial complex, 2016, vol. 30, no. 12, p. 79-82.
4. Figurin V.A. Cultivation of perennial grasses for feed: monograph. Kirov: Zonal Research Institute of Agriculture by N.V. Rudnitsky, 2013, 188 p.
5. Zheltopuzov V.N., Velikdan N.T. Productivity and quality of fodder of leguminous and cereal stands. Collection of scientific works of All-Russian Scientific Research Institute of Sheep and Goat Breeding. Stavropol: All-Russian Scientific Research Institute of Sheep and Goat Breeding, 2015, p. 121-127.
6. Karakchieva E.F., Lobanov A.Yu. Creation of grass mixtures to increase productivity and nutritional value in field fodder production in the Komi Republic. Agricultural science of Euro-North-East, 2017, no. 4 (59), p. 30-32.
7. Frame J., Harkess R.D. The productivity of four forage legumes sown alone and with each of five companion grasses. Grass and forage Science, sept. 1987, v. 42, i. 3, p. 213-223.
8. Byron S., Kenneth J., Moore J., Ronald G., Edward C., Brummer B. Legume-Grass Mixtures Improve Forage Yield, Quality, and Seasonal Distribution. Agronomy Journal Abstract - FORAGES, 2000, i. 92, v. 1, p. 24-29.
9. 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, 2013, No. 5, p. 164-167.
10. Mitchell R. Ecological foundations of the comparative study of primary production. Moscow: VO Agropromizdat, 1987, p. 12-18.
11. Vong H.Q., Murata Y. Studies on the physiological characteristics of Co and C. crop species. The effects of air temperature and solar radiation on the dry matter production of some crops. Jap. J. Crop Sci, 1978, v. 47 (1), p. 90-100.
12. Dąbrowski P., Pawluśkiewicz B., Kalaji H.M., Baczewska A.H. The effect of light availability on leaf area index, biomass production and plant species composition of park grasslands in Warsaw. Plant Soil Environ, 2013, No. 59, p. 543-548.
13. Karlova I.V., Vasin V.G., Vasin A.V. Formation of polyspecies agrophytocenosis of perennial grasses when using growth stimulants. Bulletin of the Samara State Agricultural Academy, 2019, No. 1, p. 3-10.
14. Nadeem Sh., Steinshamn H., Sikkeland E. H., Gustavsson A. M., Bakken A. K. Variation in rate of phenological development and morphology between red clover varieties: Implications for clover proportion and feed quality in mixed swards. Grass and forage Science, Sept. 2019, v. 74, i. 3, p. 403-414.

15. Neliubina Zh.S., Fatykhov I.Sh., Kasatkina N.I. Agrophytocenoses of perennial legumes and bluegrass grasses in the Middle Urals: monograph. Izhevsk: FSBEI HPE Izhevsk State Agricultural Academy; FSBSU Udmurt Research Institute of Agriculture, 2014, 145 p.
16. Methodical instructions for conducting field experiments with fodder crops. Comp. Yu.K. Novoselov, V.N. Kireev, G.P. Kutuzov [and others]. Moscow: RAAS, 1997, 155 p.
17. Dospekhov B.A. Field experiment technique. Moscow: Kolos, 1985, 416 p.
18. Gudkovskaya N.B. Influence of sowing dates on the dynamics of dry matter accumulation of amaranth plants in the left-bank forest-steppe of Ukraine. Bulletin of the Belarusian State Agricultural Academy, 2018, No. 3, p. 72-77.
19. Grigor'ev K. Photosynthetic activity of sweet clover of the second year of life. Plant and Cell Physiology (Plant Cell Physiol), 2018, p. 76-78.
20. Joggi D. Hofer U., Nösberger J. Leaf area index, canopy structure and photosynthesis of red clover (*Trifolium pratense* L.). Plant, Cell and Environment, Nov. 1983, v. 6, i. 8, p. 611-616.
21. Nichiporovich A.A. Photosynthesis and the theory of obtaining high yields. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1961, 193 p.
22. Zhuchenko A. A. Fundamental and applied scientific priorities of adaptive intensification of crop production in the XXI century. Saratov, 2000, 276 p.
23. Obratsov V.N., Shchedrina D.I. Lotus corniculatus in the chernozem forest-steppe: monograph. Ed. V.A. Fedotov. Voronezh: FSBEI HPE Voronezh SAU, 2012, 33 p.
24. Kshnikatkina A.N., Alenin P.G. Seed productivity of non-traditional fodder crops depending on cultivation techniques. Volga Region Farmland, 2012, No. 1, p. 33-38.