

РАВНОМЕРНОСТЬ ПОСТУПЛЕНИЯ КОРМА В ТЕЧЕНИЕ ВЕГЕТАЦИИ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ БИНАРНЫХ ТРАВСТОЕВ НА ОСНОВЕ ФЕСТУЛОЛИУМА И ЛЮЦЕРНЫ

Е. Р. Клыга, кандидат сельскохозяйственных наук

П. П. Васько, кандидат биологических наук, доцент

Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию,
Жодино, Беларусь

Аннотация

Проведен анализ влияния нормы высева на величину урожайности надземной биомассы при конструировании бинарных травостоев на основе фестулолиума (*Festulolium loliaceum* (Hudson) P.V. Fournier) и люцерны (*Medicago sativa*). По результатам исследований (2017–2018 гг.) оптимальной нормой высева следует считать 3 млн всхожих семян фестулолиума + 6 млн всхожих семян люцерны, что обеспечивает максимальную продуктивность и долевое участие люцерны в травостое до 63,3 %. В качестве количественного инструмента оценки равномерности поступления корма в течение вегетации предлагается использовать Индекс равномерности (I), выражающий отношение минимальных и максимальных приростов надземной биомассы в среднем за определенный период ($I = \min/\max$).

Ключевые слова: фестулолиум, люцерна, бинарные травостои, травосмесь, норма высева, индекс равномерности.

Abstract

A. R. Klyha, P. P. Vasko

THE UNIFORMITY OF THE FEED INTAKE DURING THE GROWING SEASON FORMATION OF BINARY GRASS STANDS BASED ON FESTULOLIUM AND ALFALFA

The analysis of the influence of the seeding rate on the yield of above-ground biomass in the design of binary grass stands based on *Festulolium loliaceum* (Hudson) P. V. Fournier) and alfalfa (*Medicago sativa*). According to the results of research (2017–2018), the optimal seeding rate should be considered 3 million germinating *Festulolium* seeds + 6 million germinating alfalfa seeds, which ensures maximum productivity and share of alfalfa in the herbage up to 63.3 %. As a mathematical tool for evaluating the uniformity of feed intake during the growing season, it is proposed to use the uniformity Index (I), which expresses the ratio of minimum and maximum increases of the aboveground biomass on average over a certain period ($I = \min/\max$).

Keywords: *festulolium*, *alfalfa*, *binary grass stands*, *grass mixture*, *seeding rate*, *uniformity index*.

Введение

Люцерна – наиболее распространенная кормовая культура в мировом земледелии. В нашей республике посевные площади под данной культурой также имеют тенденцию к увеличению и, согласно инвентаризации 2019 г., составляют 202 тыс. га. Люцерна (*Medicago sativa*) характеризуется адаптивностью к засухе и умеренными требованиями к воде, так как способна использовать запасы влаги в почве более полно благодаря мощной (относительно других многолетних трав) корневой системе. Она имеет опушенные листо-

вые пластинки с заглубленными устьицами и в силу такого листового аппарата и направления расположения листьев может сокращать количество испаряемой влаги [1, 4].

Фестулолиум (*Festulolium loliaceum* (Hudson) P. V. Fournier) – культура, позволяющая повысить генетическую вариабельность кормовых трав. Использование травостоев с доминированием фестулолиума в условиях недостаточной влагообеспеченности показало более высокую их продуктивность относительно травостоев райграса пастбищного и овсяни-

цы луговой, что позволяет более эффективно планировать зеленый и сырьевой конвейер в регионах с малым количеством осадков в период вегетации [2].

Совместное возделывание люцерны со злаковыми травами снижает потребность в азотных удобрениях и способствует повышению плодородия почвы. Наши исследования

Методика и объекты исследования

Научные исследования проводились в РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию» в 2017–2018 гг. на дерново-подзолистой, связно-супесчаной почве, подстилаемой на глубине 50–70 см песками, со следующей агрохимическими характеристиками: кислотность – рН 5,9–6,0; содержание подвижного фосфора – 199–232 мг/кг, подвижного калия – 201–254 мг/кг почвы, гумуса – 2,01–2,15 %. Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 50 м², повторность четырехкратная.

Изучались следующие виды трав и их бинарные травосмеси:

- 1) фестулолиум – 6,0 млн семян/га;
- 2) люцерна – 6,0 млн семян/га;
- 3) фестулолиум + люцерна – 6+9 млн семян/га;
- 4) фестулолиум + люцерна – 3+9 млн семян/га;

Результаты исследований и их обсуждение

В 2017 г. отмечалась прохладная весна с недостаточным количеством осадков в мае, впоследствии период вегетации характеризовался засушливыми условиями в июне, а вторая половина вегетации – высокими температурами с регулярными осадками. В 2018 г. теплые погодные условия благоприятствовали высокой интенсивности ростовых процессов многолетних трав. А период формирования 2-го и 3-го укосов характеризовался дефицитом влаги (влажность почвы в корнеобитаемом слое составляла лишь 6,5–6,9 %).

Погодными условиями было опосредовано доленое участие каждого из укосов изучаемых травостоев в суммарном урожае, что и определяло равномерность поступления зеленого корма в течение вегетации. Ранее для оценки равномерности мы уже использовали Индекс равномерности суточного хода линей-

были направлены на изучение влияния количественного соотношения компонентов бинарных травосмесей с участием фестулолиума и люцерны на уровень их продуктивности, а также на выявление роли состава травосмеси на равномерность поступления зеленого корма в течение вегетации.

5) фестулолиум + люцерна – 3+6 млн семян/га;

6) фестулолиум + люцерна – 3+3 млн семян/га соответственно.

Учет урожая проводили кормоуборочным комбайном «Hege-212» в фазу бутонизации люцерны согласно методике опытов на сенокосах и пастбищах [3].

Закладка опытов проводилась в 2016 г. В первый год жизни проводили подкашивание травостоев с целью снижения их засоренности.

Минеральные удобрения вносили в год закладки под предпосевную культивацию в дозе Р₆₀, К₉₀ кг д.в./га. Азотные удобрения применяли в дозе N₃₀ в начале вегетации и в период формирования каждого последующего укоса.

ного роста (*I*), предложенный В. С. Шевелухой и П. П. Васько при изучении ими линейного роста растений ячменя, в результате чего выявлена взаимосвязь продуктивности ячменя с амплитудой колебаний линейного роста растений [5].

Рассчитывается *I* как отношение минимальных и максимальных приростов в среднем за определенный период ($I = \min/\max$). Данный Индекс использовался нами как инструмент математической оценки равномерности поступления урожая надземной биомассы и рассчитывался как отношение минимального уровня урожайности, приходящегося, как правило, на 2-й или 3-й укос, к максимальному уровню урожайности, формировавшемуся в 1-м укосе. Значение Индекса, стремящееся к единице, свидетельствует о стабильном поступлении зеленой массы по

циклом отчуждения вследствие оптимизации использования травостоями условий жизнедеятельности в течение вегетации.

Благодаря адаптивности к засушливым погодно-климатическим условиям, травостои люцерны в чистом виде в годы проведения исследований характеризовались наиболее выравненным поступлением зеленого корма по укосам. В 2017 г., более благоприятном по

увлажнению, долевое участие всех 3-х сформированных за вегетацию укосов распределялось примерно в равных долях – 32,2; 31,5; 36,3 % соответственно [рис. 1]. В 2018 г. долевое участие укосов было менее равномерным из-за дефицита влаги во второй половине вегетации, особенно при формировании 3-го укоса, и распределилось следующим образом: 37,0; 39,1; 23,9 % соответственно.

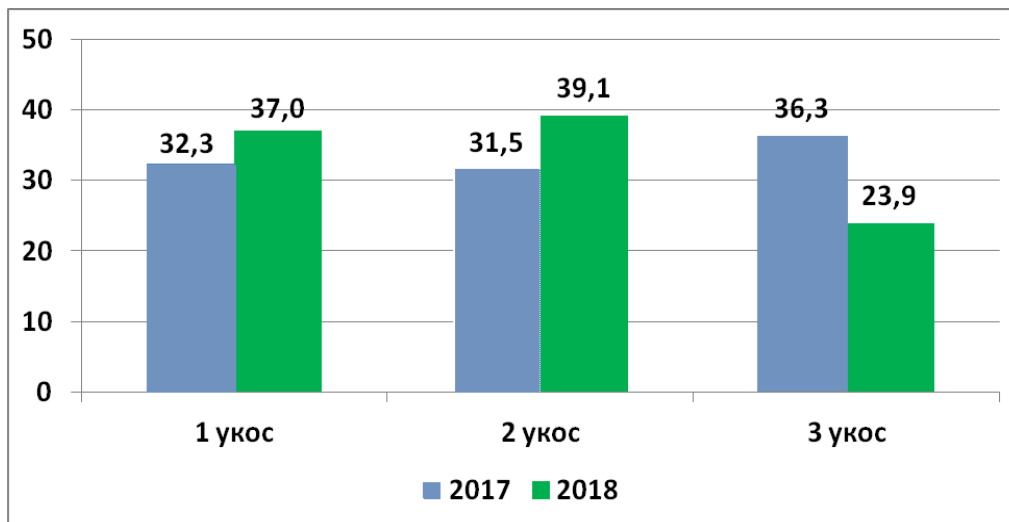


Рис. 1. Долевое распределение укосов в общем урожае травостоев люцерны в чистом виде, %

Травостои фестулолиума в чистом виде имели иной характер распределения долевого участия укосов, отличались менее равномерным поступлением зеленого корма в течение вегетации. В обоих годах исследований основная часть урожая формировалась в 1-м укосе, а доля последующих распределялась

в зависимости от условий увлажнения года. Так, в 2017 г. на долю 1-го укоса приходилось 60,2 % от общего урожая зеленой массы, доля 2-го составляла лишь 15,3 %, 3-го – 24,5 %. В 2018 г. распределение равномерности имело следующий характер – 55,3; 27,7; 17,0 % соответственно [рис. 2].

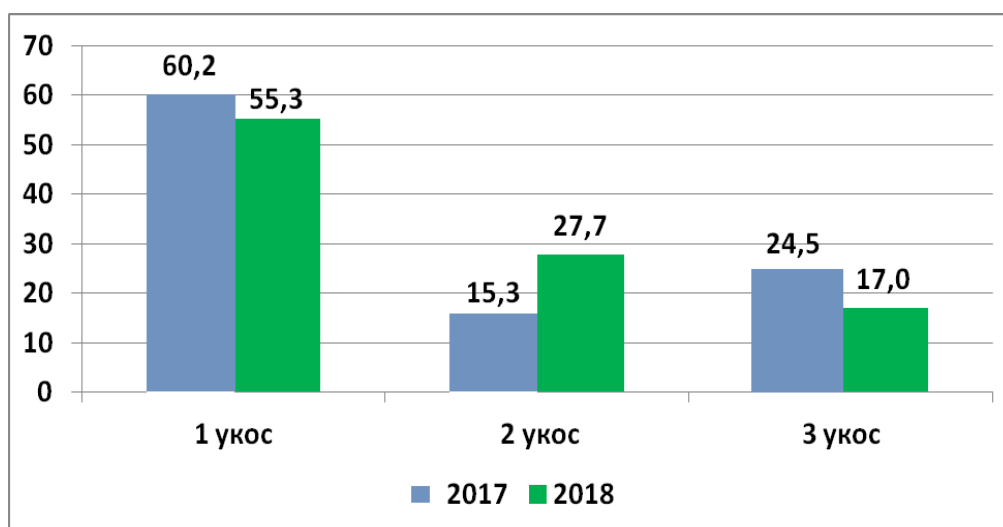


Рис. 2. Долевое распределение укосов в общем урожае травостоев фестулолиума в чистом виде, %

В 2017 г. Индекс равномерности поступления корма составил 0,26 у травостоев фестулолиума в чистом виде и 0,86 у травостоев люцерны в чистом виде; в 2018 г. – 0,31 (фестулолиум) и 0,61 (люцерна).

В процессе вегетации многолетние бобовые и злаковые травы каждого вида определяют динамику формирования урожайности, а травосмеси, включающие асинхронные по ритмам роста виды, могут использовать условия жизнедеятельности более полно. Тем самым объединение фестулолиума в смеси с люцерной обеспечило более высокую продуктивность и более равномерное по укосам поступление корма по отношению к чистым травостоям фестулолиума.

Тенденция распределения долевого участия укосов в общей массе урожая в травосмеси фестулолиум + люцерна сохранялась, что

определялось прежде всего наличием влаги [рис. 3]. Доля 1-го укоса на примере травосмеси фестулолиум + люцерна с нормой высева 3+6 млн всхожих семян соответственно в 2017 г. составила чуть более половины от общего урожая: 51,3 %, долевое участие последующих – 21,9 и 26,8 % соответственно. Значение *I* составило 0,43. В 2018 г. доля 1-го укоса была 46,9 %, доля 2-го – 34,8 %, доля 3-го – 18,3 %. Значение *I* – 0,39.

Объединение фестулолиума в бинарной травосмеси с люцерной позволило оптимизировать и обеспечить более выравненное в течение вегетации поступление корма по отношению к травостоям фестулолиума в чистом виде, о чем свидетельствует Индекс равномерности, значение которого возросло с 0,26 до 0,43 в исследовании 2017 г. и с 0,31 до 0,39 в исследовании 2018 г.

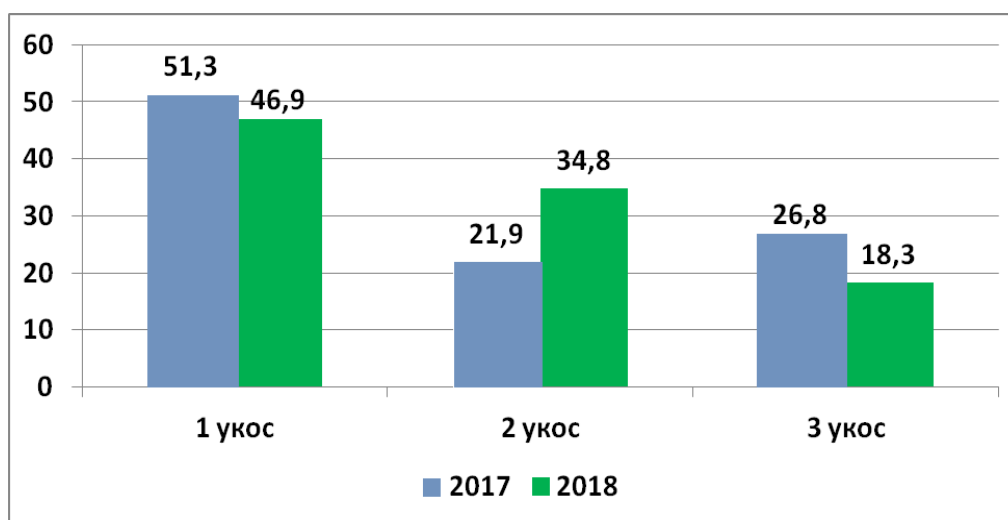


Рис 3. Долевое распределение укосов в общем урожае бинарного травостоя фестулолиума с люцерной, %

Таблица 1. Долевое участие люцерны в изучаемых травосмесях, %

Состав травосмеси	Норма высева, млн семян/га	Год исследований	
		2017	2018
Люцерна	6,0	93,6	95,4
Фестулолиум + люцерна	6+9	60,6	63,0
	3+9	57,4	62,1
	3+6	55,3	63,3
	3+3	43,1	58,4

При возделывании травосмесей важно учитывать конкурентоспособность составляющих компонентов, что в конечном итоге определяет их долголетие, равномерность поступления и качество получаемого корма. В наших исследованиях травостой люцерны в чистом виде были представлены на 93,6 % основным компонентом, то есть люцерной в 1-й год пользования (2017) и на 95,4 % во 2-й год пользования (2018), что свидетельствует о более мощном развитии травостоев люцерны ко 2-му году пользования благодаря стержневой корневой системе.

Остальная часть травостоев была представлена разнотравьем. Долевое участие люцерны в бинарных травосмесях с фестулолиумом зависело от нормы высева компонентов. Минимальное долевое участие 43,1 % отмечалось в 1-й год пользования при норме высева травосмеси фестулолиум + люцерна 3+3 млн семян. С дальнейшим увеличением нормы высева до 3+6 млн соответственно доля люцерны составила 55,3 %, до 3+9 млн семян – 57,4 %, и максимальное долевое участие было при норме 6+9 млн семян – 60,6 % [см. табл. 1].

В каждом из изучаемых вариантов с нормами высева доля люцерны увеличилась ко 2-му году пользования. В варианте фестулолиум + люцерна 3+3 млн – до 58,4 %, 3+6 млн – до 63,3 %, 3+9 млн – до 62,1 %, 6+9 млн – до 63,0 %. Доля разнотравья в изучаемых бинарных травостоях не превышала 5–6 %, остальную часть урожая составлял фестулолиум, характеризующийся активной кустистостью при благоприятных условиях роста и развития. При норме высева компонентов травосмеси фестулолиум + люцерна 3+6 млн семян соответственно отмечается максимальная доля люцерны в урожае (63,3 %), которая не увеличивается при дальнейшем повышении нормы высева люцерны и фестулолиума.

Следовательно, с помощью нормы высева можно регулировать продукционный процесс бинарных агрофитоценозов, конструируемых на основе фестулолиума и люцерны, так как не только ботанический состав, но и величина урожайности в сильной степени зависит от нормы высева составляющих компонентов [табл. 2].

Таблица 2. Урожайность сухого вещества, ц/га

Состав травосмеси	Норма высева, млн семян/га	Год исследований	Урожайность сухого вещества по укосам, ц/га			Суммарная урожайность сухого вещества, ц/га	Средняя за 2017–2018 гг. урожайность сухого вещества, ц/га	Индекс равномерности (I)
			1 укос	2 укос	3 укос			
Фестулолиум	6,0	2017	38,0	9,7	15,5	63,2	61,6	0,26
		2018	33,2	16,6	10,2	60,0		0,31
Люцерна	6,0	2017	34,1	33,4	38,4	105,9	99,9	0,86
		2018	34,7	36,7	22,5	93,9		0,61
Фестулолиум + люцерна	6+9	2017	46,6	21,0	26,1	93,7	95,5	0,45
		2018	46,6	32,9	17,7	97,2		0,38
	3+9	2017	51,6	22,0	28,2	101,8	102,6	0,43
		2018	48,4	37,3	17,7	103,4		0,37
	3+6	2017	53,0	22,6	27,7	103,3	102,8	0,43
		2018	47,9	35,6	18,7	102,2		0,39
	3+3	2017	41,1	20,9	27,3	89,3	93,7	0,51
		2018	46,1	33,1	18,8	98,0		0,41

В сложившихся погодных условиях 2017–2018 гг. изучаемыми бинарными травостоями было сформировано по 3 укоса в

каждом сезоне вегетации на фоне азотного питания N₃₀ под каждый укос. Суммарная величина урожайности сухого вещества умень-

шилась ко 2-му году пользования травостоями как фестулолиума, так и люцерны в чистом виде и, напротив, возростала или оставалась на прежнем уровне в бинарных травостоях.

Травостои фестулолиума в чистом виде обеспечили в 1-й год пользования урожайность 63,2 ц/га сухого вещества, во 2-й год пользования – 60,0 ц/га. Люцерновые травостои сформировали урожайность 105,9 и 93,9 ц/га сухого вещества, что выше на 42,7 (67,6 %) и 33,9 (56,5 %) ц/га соответственно.

Уровень урожайности бинарных травостоев зависел от нормы высева компонентов и был минимальным при норме 3+3 млн семян – 89,3 ц/га сухого вещества в 1-й год пользования. Максимальный уровень урожайности был сформирован при норме высева травосмеси фестулолиум + люцерна 3+6 млн семян – 103,3 ц/га сухого вещества. При дальнейшем увеличении нормы высева до 3+9 млн и до 6+9 млн семян отмечалась тенденция снижения уровня урожайности надземной биомассы (101,8 и 93,7 ц/га соответственно). Это связано со снижением фотосинтетической деятельности загущенного посева и дефицитом влаги в почве в период формирования 2-го и 3-го укосов.

Величина сформированной урожайности на примере травосмеси с нормой высева 3+6 млн (фестулолиум + люцерна) составила 53,0 ц/га сухого вещества в 1-м укосе, 22,6 ц/га во 2-м укосе и 27,7 ц/га в 3-м укосе. Равномерность распределения величины урожайности сухого вещества имела тот же характер и в других вариантах. Следует отметить, что величина сформированного урожая зависела от нормы высева. Так, при норме высева фестулолиума с люцерной 3+3 млн семян урожайность сухого вещества составила 41,1 ц/га, с увеличением нормы высева до 3+6 млн урожайность сухого вещества увеличилась до 53,0 ц/га, при увеличении нормы высева до 3+9 млн семян уже отмечается снижение урожайности травостоев до 51,6 ц/га, а с нормой высева 6+9 млн – до 46,6 ц/га.

Во 2-й год пользования изучаемые травостои сформировали суммарную за вегетацию урожайность сухого вещества 97,2–103,4 ц/га, при этом величина урожайности по-прежнему в сильной степени зависела от нормы высева компонентов. При норме высева 3+6 млн се-

мян сформировано 102,2 ц/га сухого вещества, при норме 3+9 млн – 103,4 ц/га, а с увеличением нормы высева до 6+9 млн была сформирована урожайность сухого вещества меньшая, чем при норме высева 3+3 млн семян – 97,2 и 98,0 ц/га соответственно. Объясняется это конкуренцией растений за питательные вещества и свет при загущенных посевах и, как следствие, их худшей фотосинтетической деятельностью.

В сложившихся погодно-климатических условиях вегетации 2018 г. основная часть урожая надземной биомассы формировалась в 1-м укосе: 46,1 (3+3 млн семян) – 48,4 (3+9 млн семян) ц/га сухого вещества. Во 2-м укосе было сформировано 32,9 (6+9 млн семян) – 37,3 (3+9 млн семян) ц/га сухого вещества. Доля 3-го укоса была наименьшей: от 17,7 ц/га сухого вещества при нормах высева фестулолиума и люцерны 3+9 и 6+9 млн семян соответственно до 18,7 (3+6 млн семян) – 18,8 (3+3 млн семян) ц/га сухого вещества.

Зависимость величины урожая сухого вещества от нормы высева составляющих травосмесь компонентов подтверждают результаты математического анализа. Величина достоверности ($R^2=0,99$) выражает сильную степень зависимости. В среднем за 2 года пользования урожайность сухого вещества изучаемых бинарных травосмесей с участием фестулолиума и люцерны составила 93,7 ц/га сухого вещества при минимальной норме высева компонентов 3+3 млн семян соответственно, 102,8 ц/га при норме высева 3+6 млн семян. С дальнейшим увеличением нормы высева до 3+9 млн семян средняя урожайность сухого вещества незначительно снижается до 102,6 ц/га и загущенные посевы с нормой высева 6+9 млн семян сформировали лишь 95,5 ц/га сухого вещества. Следовательно, при выращивании травосмесей на основе фестулолиума и люцерны нормой высева можно регулировать продукционный процесс закладываемого травостоя и при соблюдении технологии возделывания оптимальной нормой высева компонентов будет 3,0 млн семян фестулолиума и 6,0 млн семян люцерны. Дальнейшее увеличение нормы высева не обеспечивает существенной прибавки урожая надземной биомассы.

Выводы

1. Величина урожайности в сильной степени зависит от нормы высева компонентов ($R^2=0,99$) бинарных травосмесей на основе фестулолиума и люцерны. Итак, нормой высева следует регулировать продукционный процесс создаваемых агрофитоценозов.

2. Оптимальной нормой высева компонентов, обеспечившей в среднем за 2 года пользования урожайность 102,8 ц/га сухого вещества на фоне N_{90} , будет 3,0 млн семян фестулолиума и 6,0 млн семян люцерны. Дальнейшее увеличение нормы высева не обеспечивает существенной прибавки урожая надземной биомассы.

3. При норме высева компонентов травосмеси фестулолиум + люцерна 3+6 млн семян соответственно отмечается максимальная доля люцерны в урожае (63,3 %), которая

не увеличивается при дальнейшем повышении нормы высева люцерны и фестулолиума.

4. Математическим инструментом оценки равномерности поступления зеленого корма в течение вегетации может быть использован Индекс равномерности (I), выражающий отношение минимальных и максимальных приростов в среднем за определенный период ($I = \min/\max$).

5. Объединение фестулолиума в бинарной травосмеси с люцерной позволило обеспечить более выравненное в течение вегетации поступление корма по отношению к травостоям фестулолиума в чистом виде, о чем свидетельствует Индекс равномерности (I), значение которого возросло с 0,26 до 0,43 в 2017 г. и с 0,31 до 0,39 в 2018 г.

Библиографический список

1. Казарин, В. Ф. Использование индекса засухоустойчивости для оценки полевой засухоустойчивости образцов люцерны в Поволжском регионе / В. Ф. Казарин, А. А. Курьянович, И. А. Володина // Кормопроизводство. – 2015. – № 12. – С. 7–11.
2. Клыга, Е. Р. Фестулолиум: агробиологические аспекты возделывания / Е. Р. Клыга, П. П. Васько. – Минск : «ИВЦ Минфина», 2016. – 68 с.
3. Методика опытов на сенокосах и пастбищах / В. Г. Игловиков [и др.] ; Ч. 1. – М. : ВНИИ кормов им. В. Р. Вильямса, 1971. – 233 с.
4. Писковацкий, Ю. М. Люцерна для многовидовых агроценозов / Ю. М. Писковацкий // Кормопроизводство. – 2012. – № 11. – С. 25–26.
5. Шевелуха, В. С. Связь продуктивности ячменя с процессами роста и фотосинтеза / В. С. Шевелуха, П. П. Васько // Устойчивость зерновых культур к факторам среды : сб. науч. тр. – Минск : Ураджай, 1978. – С. 91–107.

Поступила 01.06.2020 г.