

СООТНОШЕНИЕ КОРМОВОЙ И СЕМЕННОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КЛЕВЕРА ЛУГОВОГО (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н. А. Феоктистова

Реферат. Работу выполняли в климатических условиях Западной Сибири (г. Тюмень) в 2015–2022 годах с целью прогноза кормовой и семенной продуктивности клевера лугового с учётом погодных условий вегетационного периода. Оценивали урожайность вегетативной массы в сухом виде и семян у 15 сортообразцов клевера лугового позднеспелого типа при рядовом способе посева. Метеоусловия 7 лет исследований по гидротермическому коэффициенту (ГТК) увлажнения Селянинова варьировали от сильно засушливых (ГТК=0,48 в 2021 году) до избыточно увлажнённых (ГТК=1,72 в 2019 году) и отклонялись от нормы, как по месяцам, так и за весь период вегетации (ГТК=1,43). Урожайность вегетативной массы (сена) у образцов клевера лугового в среднем по годам составляла 7,0...17,7 т/га, семян – 0,151...0,511 т/га. Наибольший сбор сена (17,7; 15,7 т/га) отмечали в годы с достаточным увлажнением 2018, 2019 (ГТК=1,24...1,89), самый низкий (7,0; 9,8 т/га) – в засушливых условиях 2020, 2021 года (ГТК=0,98...0,28). Соотношение между урожайностью сена и семян в разные годы менялось от 14:1 до 105:1, процентное содержание семян в общем урожае составляло от 0,9 до 6,8%. При высокой урожайности сена (15,7; 17,7 т/га), доля семян в общем урожае снижалась до минимальных значений (0,9 и 1,1%). За 7 лет у 11 сортообразцов между урожайностью сена и семян отмечена отрицательная корреляционная связь от средней до тесной силы ($r=-0,5...-0,9$). Условия достаточного увлажнения способствовали развитию вегетативной массы, засушливые – увеличению урожайности семян. Реакция генотипов на изменение условий среды была неустойчивой, лучшими в опытах были 2 образца – 11-6-67 и 21-2-58(2).

Ключевые слова: клевер луговой (*Trifolium pratense* L.), урожайность сена, урожайность семян, гидротермический коэффициент (ГТК), вариация, корреляция.

Введение. В кормопроизводстве Сибири из многолетних бобовых трав наиболее востребован клевер луговой (*Trifolium pratense* L.) [1, 2, 3]. Его ценность состоит в том, что наряду с высокой кормовой продуктивностью условия умеренно-континентального климата позволяют формировать высокое количество семян практически ежегодно, что важно для животноводческих предприятий при производстве кормов [4, 5, 6].

Распространённые в регионе сорта клевера лугового Атлант, Ермак, Родник Сибири относят к позднеспелому или одноукосному типу [7], особенностью которого считают наличие побегов с 8...10 междоузлиями, длиной до 150 см, и количеством соцветий от 6 до 100 шт., что способствует хорошей урожайности вегетативной массы и семян [8, 9]. Соцветия преимущественно (до 90%) находятся в верхней части побегов, в них формируется 95% семян [10]. Масса 1000 семян у разных сортов отличается несущественно, но количество выполненных семян зависит от условий года [11]. Необходимая сумма эффективных температур для созревания семян у позднеспелых сортов клевера составляет 1400...1600°C, при значении ГТК не превышающем 2,6 [12, 13].

Семенная продуктивность клевера лугового формируется благодаря насекомым-опылителям, основные из которых шмели [14, 15]. Эффективность их работы зависит от погоды и времени суток. В частности, установлено, что активность шмелей снижается при относительной влажности 57% и температуре воздуха более 27°C [16, 17].

По морфологическим особенностям каждое растение клевера лугового представляет собой систему автономных вегетативных и генеративных побегов, отличающихся один от другого по возрасту, росту, степени развития. Между ними существует баланс, выражающийся в распределении поступающих ресурсов при чередовании благоприятных и неблагоприятных периодов в течение года, от чего зависит продуктивность и целесообразность использования травостоя на корм или семена [18]. Наблюдения за растениями в полевых опытах позволяют определить, как происходит распределение поступающих ресурсов. В частности, в условиях Центрально-Чернозёмного региона РФ установлено, что семенная продуктивность клевера лугового положительно коррелировала со сбором сухой массы ($r=0,70...0,72$) [19].

Цель исследований – прогноз урожайности сена и семян у сортообразцов клевера лугового позднеспелого типа с учётом погодных условий Западно-Сибирского региона.

Условия, материалы и методы. Материалом для исследования служили 8 позднеспелых сортообразцов клевера лугового – Родник Сибири (стандарт), Атлант, Гефест, Ермак, Сальдо, Светлячок, Сударь, Памяти Бурлаки, а также 7 гибридных популяций – 11-1-15, 11-4-67, 21-2-58 (2), 13-2, 13-3, 14-5, 14-12. Наблюдения проводили в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) в 1-й год пользования травостоя в течение 7 лет (2015 год, 2017–2022 годы).

Способ посева – рядовой, норма высева семян – 1,5 г/м². Повторность 3-х кратная, площадь одной делянки – 20 м², площадь

учёта вегетативной массы – 1 м²; семян – 19 м². Уборку вегетативной массы проводили в период укосной спелости растений (II декада июля); семян – в период их созревания (I...II декада сентября) прямым комбайнированием с последующей сушкой и сортировкой [20].

Опытное поле находится вблизи г. Тюмень. Климат территории – умеренно континентальный. Холодный период с устойчивыми низкими температурами и снежным покровом длится до 270 дней, таяние снега начинается не ранее марта. Лето тёплое, сумма температур выше 10°C достигает 1900...2200°C. В течение года выпадает

300...380 мм осадков, из которых на тёплый период приходится 70...80% их годовой суммы [21].

В период, предшествующий укосу, отмечали контрастные погодные условия: очень засушливые (ГТК=0,28 в 2021 году), с нормальным увлажнением (ГТК=1,24...1,55 в 2019, 2015, 2022 годы), с избыточным увлажнением (ГТК=1,89...2,42 в 2018, 2017 годы). Период от цветения до созревания семян характеризовался как сильно засушливый (ГТК=0,47) в 2018 году, средnezасушливый (ГТК=0,65...0,88) в течение 4-х лет, с избыточным увлажнением (ГТК=1,68 и 2,33) в 2015 и 2019 года (рис. 1) [22].

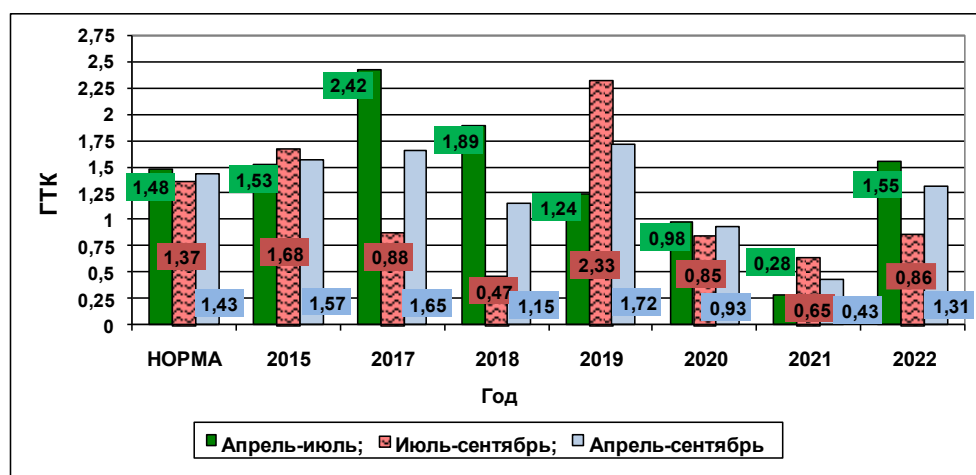


Рис. 1 – Гидротермический коэффициент Селянинова

Статистические показатели ($\bar{x}$ – средняя арифметическая, V – коэффициент вариации, r – коэффициент корреляции Пирсона рассчитывали по Б. А. Доспехову [23]. Коэффициент корреляции r между признаками (x) «урожайность сена» и (y) «урожайность семян» рассчитывали для каждого сортаобразца за период 7 лет, принятый за число наблюдений или пар (7), коэффициент корреляции r_2 рассчитывали по всем сортаобразцам за каждый год, где число пар соответствовало числу сортаобразцов (15). Достоверность коэффициентов корреляции определялась по критическим значениям для числа наблюдений выборки. В опытах с повторениями (здесь было 3) по данным урожайности сена и семян за каждый год проводился дисперсионный анализ, вычислялась НСР между образцами. Значимость различий определяли по результатам дисперсионного анализа.

Результаты и обсуждение. Урожайность вегетативной массы в сухом виде у 15 сортаобразцов клевера лугового за период наблюдений в среднем составляла от 7,0 (2021 год) до 17,7 т/га (2019 год), у отдельных образцов (18,3...21,5 т/га) она превышала среднее значение по опыту на 16...21%, и формировалась в условиях достаточного увлажнения (2018, 2019 года). Самая низкая кормовая продуктивность (5,4...8,4 т/га) была

в сильно засушливых условиях 2021 года.

Урожайность семян отличалась по годам большим варьированием – (0,151...0,511 т/га), разница между средними значениями по опыту за отдельные годы составила 70,5%. Высокая урожайность семян, превышающая у отдельных образцов 0,5 т/га, отмечена в годы с засушливыми условиями в течение всего полевого сезона (2020 год, 2021 год) и в слабо - засушливых условиях во время созревания семян (2017 год). Самые низкие сборы семян (0,151...0,201 т/га) отмечены в контрастных условиях вегетации 2018 год (ГТК=1,89...0,47) и 2019 год (ГТК=1,24...2,33) (табл. 1).

Как правило, сборы сена в годы с достаточным увлажнением (5 лет из 7-ми) повышались и у отдельных образцов достигали 18,3...21,5 т/га, по сравнению с засушливыми условиями 2020, 2021 года, когда отмечали снижение урожайности до 5,4...11,9 т/га, однако и при близких значениях ГТК (1,53 и 1,55 в 2015 и 2022 года) также наблюдали существенную разницу в продуктивности (11,1 и 13,9 т/га), достигающую 20%. Такой результат указывает на то, что даже при одинаковых значениях ГТК в разные годы, показатели продуктивности могут отличаться, поэтому прогнозы с его использованием могут иметь погрешность.

Таблица 1 – Урожайность сена и семян позднеспелых сортообразцов клевера лугового, т/га*

Сортообразец	2015 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	Среднее
Родник Сибири, стандарт	$\frac{8,9}{0,251}$	$\frac{10,2}{0,339}$	$\frac{12,9}{0,157}$	$\frac{17,4}{0,186}$	$\frac{11,5}{0,548}$	$\frac{7,4}{0,524}$	$\frac{12,9}{0,270}$	$\frac{11,6}{0,325}$
Атлант	$\frac{11,2}{0,279}$	$\frac{9,3}{0,417}$	$\frac{16,2}{0,146}$	$\frac{18,4}{0,156}$	$\frac{12,8}{0,585}$	$\frac{7,3}{0,540}$	$\frac{17,1}{0,255}$	$\frac{13,2}{0,339}$
Гефест	$\frac{13,0}{0,295}$	$\frac{10,1}{0,431}$	$\frac{17,7}{0,130}$	$\frac{18,6}{0,202}$	$\frac{11,2}{0,643}$	$\frac{8,3}{0,527}$	$\frac{11,0}{0,243}$	$\frac{12,8}{0,353}$
Ермак	$\frac{8,6}{0,255}$	$\frac{7,4}{0,339}$	$\frac{17,1}{0,156}$	$\frac{16,3}{0,168}$	$\frac{9,9}{0,360}$	$\frac{5,7}{0,437}$	$\frac{11,7}{0,249}$	$\frac{10,9}{0,280}$
Сальдо	$\frac{11,1}{0,305}$	$\frac{12,4}{0,498}$	$\frac{16,7}{0,180}$	$\frac{21,5}{0,210}$	$\frac{8,9}{0,352}$	$\frac{8,0}{0,402}$	$\frac{15,1}{0,278}$	$\frac{13,4}{0,318}$
Светлячок	$\frac{14,2}{0,267}$	$\frac{10,7}{0,417}$	$\frac{18,3}{0,162}$	$\frac{17,4}{0,147}$	$\frac{8,5}{0,313}$	$\frac{6,4}{0,526}$	$\frac{14,3}{0,252}$	$\frac{12,8}{0,298}$
Сударь	$\frac{11,1}{0,270}$	$\frac{12,3}{0,468}$	$\frac{17,2}{0,147}$	$\frac{19,1}{0,162}$	$\frac{10,2}{0,304}$	$\frac{7,0}{0,559}$	$\frac{13,3}{0,265}$	$\frac{12,9}{0,311}$
Памяти Бурлаки	$\frac{10,9}{0,275}$	$\frac{11,7}{0,440}$	$\frac{13,9}{0,144}$	$\frac{17,9}{0,149}$	$\frac{9,5}{0,303}$	$\frac{8,4}{0,457}$	$\frac{13,8}{0,264}$	$\frac{12,3}{0,293}$
11-1-15	$\frac{12,0}{0,348}$	$\frac{12,2}{0,467}$	$\frac{16,8}{0,193}$	$\frac{16,9}{0,230}$	$\frac{9,6}{0,345}$	$\frac{6,1}{0,539}$	$\frac{16,2}{0,253}$	$\frac{12,8}{0,339}$
11-4-67	$\frac{10,8}{0,334}$	$\frac{17,2}{0,503}$	$\frac{16,2}{0,129}$	$\frac{18,6}{0,252}$	$\frac{11,9}{0,412}$	$\frac{6,4}{0,520}$	$\frac{14,9}{0,280}$	$\frac{13,7}{0,347}$
21-2-58 (2)	$\frac{14,2}{0,326}$	$\frac{14,7}{0,447}$	$\frac{12,2}{0,165}$	$\frac{20,4}{0,208}$	$\frac{9,6}{0,382}$	$\frac{7,8}{0,536}$	$\frac{15,5}{0,247}$	$\frac{13,5}{0,330}$
13-2	$\frac{10,3}{0,322}$	$\frac{17,3}{0,494}$	$\frac{14,3}{0,148}$	$\frac{14,5}{0,204}$	$\frac{10,4}{0,336}$	$\frac{6,1}{0,533}$	$\frac{16,5}{0,257}$	$\frac{12,8}{0,328}$
13-3	$\frac{8,6}{0,278}$	$\frac{17,9}{0,442}$	$\frac{16,2}{0,135}$	$\frac{15,8}{0,244}$	$\frac{8,5}{0,266}$	$\frac{8,0}{0,558}$	$\frac{15,1}{0,280}$	$\frac{12,8}{0,315}$
14-5	$\frac{10,7}{0,300}$	$\frac{16,6}{0,525}$	$\frac{14,7}{0,151}$	$\frac{16,4}{0,233}$	$\frac{7,5}{0,310}$	$\frac{5,4}{0,480}$	$\frac{10,5}{0,245}$	$\frac{11,7}{0,320}$
14-12	$\frac{11,2}{0,288}$	$\frac{15,2}{0,464}$	$\frac{15,5}{0,128}$	$\frac{16,0}{0,273}$	$\frac{7,5}{0,275}$	$\frac{7,1}{0,509}$	$\frac{11,4}{0,246}$	$\frac{11,9}{0,312}$
Среднее	$\frac{11,1}{0,293}$	$\frac{13,0}{0,446}$	$\frac{15,7}{0,151}$	$\frac{17,7}{0,201}$	$\frac{9,8}{0,382}$	$\frac{7,0}{0,511}$	$\frac{13,9}{0,259}$	
НСР ₀₅	$\frac{2,2}{0,04}$	$\frac{4,3}{0,09}$	$\frac{3,6}{0,02}$	$\frac{2,7}{0,03}$	$\frac{0,9}{0,03}$	$\frac{0,7}{0,02}$	$\frac{2,0}{0,01}$	

Примечание* - в числителе сбор сена, т/га; знаменателе – сбор семян, т/га.

Соотношение между урожайностью сена и семян варьировало от 14:1 в год засухи 2021 года, до 105:1 в условиях увлажнения 2018 года, а в среднем за 7 лет сбор сена превышал урожайность семян у разных образцов в 36...43 раза. Доля семян, содержащихся в общем урожае, выраженная в %, в разные годы составляла от 0,9 до 6,8%. При высоких

сборах сена (15,7; 17,7 т/га) в 2018 и 2019 года, вклад семян в общий урожай был самым низким – 0,9 и 1,1%.

Содержание семян в общей продуктивности сортообразцов в основном не превышало 3,5%, как в отдельные годы (2015, 2018, 2019, 2022 года), так и за весь период наблюдений (2,3...2,7%) (табл. 2).

Таблица 2 – Соотношение урожайности сена и семян 15 сортообразцов

Статистические показатели	2015 год	2017 год	2018 год	2019 год	2020 год	2021 год	2022 год	Среднее
min÷max*	31:1÷53:1	22:1÷40:1	82:1÷136:1	58:1÷120:1	17:1÷32:1	12:1÷20:1	43:1÷67:1	36:1÷43:1
Среднее	38:1	29:1	105:1	91:1	27:1	14:1	54:1	
V, %	15,4	18,8	16,6	23,5	16,6	18,4	14,3	
Содержание семян в общем урожае, %								
min÷max	1,8÷3,0	2,8÷4,4	0,8÷1,3	0,8÷1,7	2,9÷5,4	4,8÷8,1	1,5÷2,3	2,3÷2,7
Среднее	2,6	3,4	0,94	1,1	3,6	6,8	1,8	
V, %	13,9	17,6	17,3	26,2	18,5	14,4	13,6	

Примечание* - min ÷ max* – наименьшее и наибольшее по выборке сортообразцов проявление признака.

Контраст между урожайностью сена и семян наиболее заметен на диаграмме, отражающей среднюю общую продуктивность (сено + семена) 15 сортобразцов в годы проведения наблюдений. Влияние погоды сильнее отражалось на росте вегетативной массы, которая больше зависела от условий увлажнения. Для семенной продуктивности погодные условия были приемлемыми в течение 5 лет из 7, что

позволяло получать хорошие для Западной Сибири урожаи семян клевера лугового (0,259...0,511 т/га). Наиболее оптимальное соотношение между урожаями сена и семян отмечено в 2017 г., когда период роста вегетативной массы характеризовался как избыточно увлажнённый (ГТК=2,42), а период цветения и созревания семян как средне - засушливый (ГТК=0,88) (рис. 2).

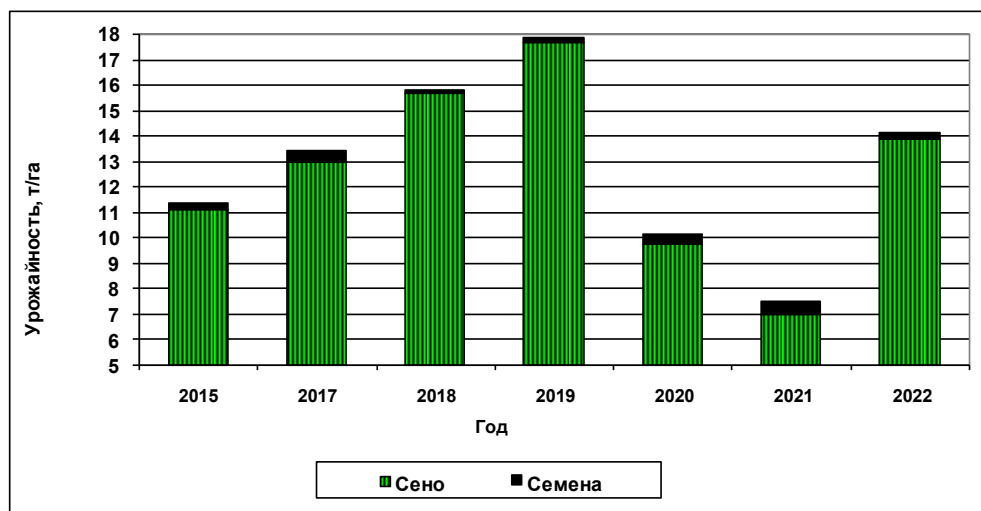


Рис. 2 – Общая продуктивность клевера лугового, т/га, 2015–2022 годы

Исследование тесноты и направления связей между признаками «урожайность сена» и «урожайность семян», выраженных коэффициентом корреляции (r) показало наличие отрицательных корреляционных связей от слабых ($r = -0,215$) до сильных ($r = -0,906$). Достоверность связей определялась по критическому значению для 7 наблюдений ($r \geq -0,754$), и подтвердилась для 5 сортобразцов. Коэффициент корреляции r_2 , рассчитанный для всех

образцов за каждый вегетационный период, показал сильную достоверную положительную связь $r_2 = 0,733$ и $r_2 = 0,778$ только в 2017 и 2020 гг., когда образцы с хорошим развитием травостоя дали больший урожай семян. В остальные годы связь между урожаями семян и вегетативной массы практически отсутствовала ($r_2 = -0,007 \dots 0,388$). При таких неоднозначных результатах требуется продолжение исследований (табл. 3).

Таблица 3 – Коэффициент корреляции между урожайностью сена и урожайностью семян у сортобразцов клевера лугового

Сортобразец	r (2015–2022 годы) критическое значение $r \geq 0,754$						
Родник Сибири	-0,584						
Атлант	-0,746						
Гефест	-0,744						
Ермак	-0,906						
Сальдо	-0,686						
Светлячок	-0,915						
Сударь	-0,823						
Памяти Бурлаки	-0,765						
11-1-15	-0,885						
11-4-67	-0,523						
21-2-58 (2)	-0,610						
13-2	-0,405						
13-3	-0,292						
14-5	-0,215						
14-12	-0,358						
	r ₂ (за вегетацию) критическое значение $r_2 \geq 0,514$						
	2015год	2017год	2018год	2019год	2020год	2021год	2022год
	0,367	0,733	-0,007	-0,204	0,778	0,047	0,388

Корреляционные связи подтвердили, что высокая урожайность семян у большинства исследуемых образцов клевера лугового формировалась при снижении урожайности вегетативной массы – отрицательная связь от средней до сильной ($r=-0,5$ до $r=-0,9$) отмечена у 11 сортообразцов. Очевидно, что в хороших условиях увлажнения создавалось преимущество для развития вегетативной массы, в засушливых условиях – для образования семян.

Выводы. В полевых опытах, проведенных в 2015–2022 годах в условиях Западной Сибири (г. Тюмень), при рядовом способе посева клевера лугового позднеспелого типа средняя урожайность 15 сортообразцов составляла от 7,0 до 17,7 т/га сена, от 0,151 до 0,511 т/га семян. В основном высокие сборы сена отмечали в условиях достаточного увлажнения при значениях гидротермического коэффициента ГТК=1,24...2,42; низкие – в засушливых условиях с ГТК=0,98...0,28. При одинаковых значениях ГТК в разные годы, показатели продуктивности также существенно отличались, поэтому прогнозы с его использованием могут иметь погрешность.

Соотношение между урожайностью сена и семян в разные годы значительно менялось и варьировало от 14:1 до 105:1, а в среднем за 7 лет сбор сена превышал урожайность семян в 36...42 раза. При увеличенном урожае

вегетативной массы (15,7...17,7 т/га), вклад семян в общую продуктивность сорта был наименьшим (0,9...1,1%), из чего можно заключить, что хорошие условия увлажнения создавали преимущества для развития вегетативной массы, засушливые – для образования семян.

Коэффициенты корреляции между урожаем сена и семян у разных сортов за 7 лет были отрицательными и варьировали от слабых до сильных ($r=-0,215$; $r=-0,906$), при этом достоверность сильных связей подтвердилась у 5 образцов.

Наличие отрицательной связи исключает возможность одновременного формирования высокой урожайности сена и семян за один вегетационный период, что подтвердили коэффициенты корреляции по годам исследований – сильная положительная связь отмечена только в 2017 и 2020 годах.

Реакция большинства генотипов на изменение условий среды была неустойчивой, выделены всего 2 образца – 11-6-67 и 21-2-58 (2), которые в большинстве лет были лучшими как по кормовой, так и по семенной продуктивности.

Сведения об источнике финансирования. Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по теме № FWRZ-2021-0015.

Литература

1. Клевер луговой – важная кормовая культура в западной части Нечерноземной зоны / А. Д. Прудников, А. Г. Прудникова, М. И. Перепицай и др. // Аграрная наука. 2024. № 3. С. 134–140. doi: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-134-140.
2. Исторические аспекты, состояние и перспективы развития семеноводства кормовых трав в России / В. Н. Золотарев, О. В. Трухан, П. И. Комахин и др. // Кормопроизводство. 2022. №7. С. 3–9.
3. Косолапов В. М., Чернявских В. И., Костенко С. И. Развитие современной селекции и семеноводства кормовых культур в России // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2021. Т. 25. № 4. С. 401–407. doi: 10.18699/VJ21.044.
4. Корелина В. А., Батакова О. Б., Зобнина И. В. Создание исходного селекционного материала клевера лугового с высокими кормовыми качествами для условий Северного региона // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Агрономия и животноводство. 2022. Т. 17. № 3. С. 287–298. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-3-287-298.
5. Касаткина Н. И., Нелюбина Ж. С. Оценка сортов клевера лугового в условиях среднего Предуралья // Вестник Казанского Государственного аграрного университета. 2021. Т.16. № 4 (64). С. 15–18.
6. Тормозин М. А., Зырянцева А. А. Сравнительный анализ сортообразцов клевера лугового питомника конкурсного сортоиспытания с высокими кормовыми качествами // Аграрный вестник Урала. 2021. № 7 (210). С. 16–24. doi: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-16-24.
7. Каталог сортов сельскохозяйственных культур научно-исследовательского института сельского хозяйства Северного Зауралья / Е. П. Ренев, А. А. Ярославцев, В. В. Новохатин и др. / НИИСХ Северного Зауралья – филиал ТюмНЦ СО РАН. Тюмень: Печатник, 2022. 40 с.
8. Мухина Н. А. Клевер красный. Л.: Колос, 1971. 86 с.
9. Осокин И. В., Акманаев Э. Д., Попов В. А. Сравнение семенной продуктивности одноукосного и двухукосного клевера лугового при разных приемах посева и некорневой подкормке азотом // Аграрный вестник Урала. 2009. № 1 (55). С. 51–53.
10. Золотарев В. Н. Сопряженность семенной продуктивности клевера лугового с полеганием травостоя // Адаптивное кормопроизводство. 2022. №1. С. 13–25. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-1-13-25.
11. Марченко Л. В. Семенная продуктивность сортов клевера лугового в условиях Северного Зауралья // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. 2018. № 9. С. 65–69.
12. Корелина В. А. Влияние абиотических факторов на семенную продуктивность клевера лугового (*Trifolium pratense* L.) в условиях субарктической зоны РФ // Адаптивное кормопроизводство. 2019. № 2. С. 40–47. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-2-40-47.
13. Корелина В. А., Батакова О. Б., Зобнина И. В. Оценка перспективных селекционных образцов клевера лугового в конкурсном сортоиспытании по основным хозяйственно полезным признакам // Таврический вестник аграрной науки. 2021. № 4 (28). С. 101–109. doi: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-101-109.
14. Гребенников В. С. Шмели-опылители клевера. М.: Россельхозиздат, 1984. 62 с.
15. Riggi L. G. A., Lundin O., Berggren A. Mass - flowering red clover crops have positive effects

on bumblebee richness and diversity after bloom // Basic and Applied Ecology. 2021. Vol. 56. P. 22–31. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179121000979> (дата обращения: 15.09.2024). doi: 10.1016/j.baae.2021.06.001.

16. Karbassioon A., Stanley D. A. Exploring relationships between time of day and pollinator activity in the context of pesticide use // Basic and Applied Ecology. 2023. Vol. 72. P. 74–81. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179123000324> (дата обращения: 15.09.2024 г.) doi: 10.1016/j.baae.2023.06.001.

17. Responses in honeybee and bumblebee activity to changes in weather conditions / A. Karbassioon, J. M. Yearsley, T. Dirilgen, et al. // Oecologia. 2023. Vol. 201. P. 689–701. URL: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10038957/> (дата обращения 15.09.2024). doi: 10.1007/s00442-023-05332-x.

18. Туркова Е. В. Морфогенетический цикл апикальных меристем. Типы онтогенеза побегов: 4. Многолетние травянистые бобовые растения // Вестник Московского университета. Серия 16: Биология. 2005. № 3. С. 27–32.

19. Зарянова З. А., Кирюхин С. В. Параметры отбора перспективного материала для селекции клевера лугового в условиях Центрально-Чернозёмного региона РФ // Зернобобовые и крупяные культуры. 2020. №3 (35). С. 128–133. doi: 10.24411/2309-348X-2020-11195.

20. Методические указания по проведению полевых опытов с кормовыми культурами / Ю. К. Новосёлов, В. Н. Киреев, Г. П. Кутузов и др. М.: Россельхозакадемия, 1997. 156 с.

21. Гвоздецкий Н. А., Михайлов Н. И. Физическая география СССР. Азиатская часть. М.: Мысль, 1978. 512 с.

22. Погода и климат. 2004–2024. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28367> (дата обращения: 15.09.2024).

23. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта. М.: Агропромиздат, 1985. 352 с.

Сведения об авторе:

Феоктистова Наталья Александровна – научный сотрудник отдела растениеводства, e-mail: nata_feo@mail.ru

Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Северного Зауралья – филиал Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра Тюменского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, г. Тюмень, Россия

RATIO OF FORAGE AND SEED PRODUCTIVITY OF RED CLOVER (*TRIFOLIUM PRATENSE* L.) IN WESTERN SIBERIA N. A. Feoktistova

Abstract. The work was carried out in the climatic conditions of Western Siberia (Tyumen) in 2015–2022 in order to predict the forage and seed productivity of red clover, taking into account the weather conditions of the growing season. The productivity of vegetative mass in dry form and seeds was estimated in 15 varieties of red clover of late-ripening type with the row sowing method. The meteorological conditions of the 7 years of research on the hydrothermal coefficient (HTC) of Selyaninov's humidification varied from very dry (HTC = 0.48 in 2021) to excessively moist (HTC = 1.72 in 2019) and deviated from the norm both by month and for the entire growing season (HTC = 1.43). The productivity of vegetative mass (hay) in red clover samples averaged 7.0 ... 17.7 t/ha, seeds - 0.151 ... 0.511 t/ha. The highest hay yield (17.7; 15.7 t/ha) was observed in the years with sufficient moisture in 2018, 2019 (HTC=1.24...1.89), the lowest (7.0; 9.8 t/ha) – in dry conditions of 2020, 2021 (HTC=0.98...0.28). The ratio between the hay and seed yield in different years varied from 14:1 to 105:1, the percentage of seeds in the total yield ranged from 0.9 to 6.8%. With a high hay yield (15.7; 17.7 t/ha), the share of seeds in the total yield decreased to minimum values (0.9 and 1.1%). Over 7 years, a negative correlation from medium to strong ($r=-0.5...-0.9$) was noted between hay and seed yields in 11 varieties. Sufficient moisture conditions contributed to the development of vegetative mass, while dry conditions contributed to an increase in seed yield. The response of genotypes to changes in environmental conditions was unstable; the best in the experiments were 2 samples: 11-6-67 and 21-2-58(2).

Key words: red clover (*Trifolium pratense* L.), hay yield, seed yield, hydrothermal coefficient (HTC), variation, correlation.

References

1. Prudnikov AD, Prudnikova AG, Perepichay MI. [Red clover is the most important forage crop in the western part of the Non-Chernozem zone]. Agrarnaya nauka. 2024; 3. 134–140 p. doi: 10.32634/0869-8155-2024-380-3-134-140.
2. Zolotarev VN, Trukhan OV, Komakhin PI. [Historical aspects, state, and prospects for the development of forage grass seed production in Russia]. Kormoproduktstvo. 2022; 7. 3–9 p.
3. Kosolapov VM, Chernyavskikh VI, Kostenko SI. [Development of modern breeding and seed production of forage crops in Russia]. Vavilovskiy zhurnal genetiki i selektsii. 2021; Vol.25. 4. 401–407 p. doi: 10.18699/VJ21.044.
4. Korelina VA, Batakova OB, Zobnina IV. [Creation of initial breeding material of red clover with high forage qualities for the conditions of the Northern region]. Vestnik Rossiyskogo universiteta družby narodov. Seriya: Agronomiya i zhivotnovodstvo. 2022; Vol.17. 3. 287–298 p. doi: 10.22363/2312-797X-2022-17-3-287-298.
5. Kasatkina NI, Nelyubina ZhS. [Evaluation of red clover varieties in the conditions of Middle Urals]. Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. 2021; Vol.16. 4 (64). 15–18 p.
6. Tormozin MA, Zyryantseva AA. [Comparative analysis of red clover variety samples from a competitive variety testing nursery with high forage qualities]. Agrarnyy vestnik Urala. 2021; 7 (210). 16–24 p. doi: 10.32417/1997-4868-2021-210-07-16-24.
7. Renev EP, Yaroslavl'tsev AA, Novokhatin VV. [Catalog of agricultural crop varieties of Northern Urals Research Institute of Agriculture]. NIISKh Severnogo Zauralya – filial TyumNTs SO RAN. Tyumen: Pechatnik. 2022; 40 p.
8. Mukhina NA. Klever krasnyy. [Red clover]. Leningrad: Kolos. 1971; 86 p.
9. Osokin IV, Akmanaev ED, Popov VA. [Comparison of seed productivity of single-cut and double-cut red clover with different sowing methods and foliar fertilizing with nitrogen]. Agrarnyy vestnik Urala. 2009; 1 (55). 51–53 p.
10. Zolotarev VN. [Correlation of seed productivity of red clover with grass lodging]. Adaptivnoe kormoproduktstvo. 2022; 1. 13–25 p. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2022-1-13-25.
11. Marchenko LV. [Seed productivity of red clover varieties in the conditions of Northern Urals]. Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy selskokhozyaystvennoy akademii. 2018; 9. 65–69 p.

12. Korelina VA. [Influence of abiotic factors on seed productivity of red clover (*Trifolium pratense* L.) in the subarctic zone of the Russian Federation]. *Adaptivnoe kormoproizvodstvo*. 2019; 2. 40-47 p. doi: 10.33814/AFP-2222-5366-2019-2-40-47.
13. Korelina VA, Batakova OB, Zobnina IV. [Evaluation of promising breeding samples of red clover in competitive variety testing for the main economically useful traits]. *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki*. 2021; 4 (28). 101-109 p. doi: 10.33952/2542-0720-2021-4-28-101-109.
14. Grebennikov VS. Shmeli-opyliteli klevra. [Bumblebees as pollinators of clover]. Moscow: Rosselkhozizdat. 1984; 62 p.
15. Riggi LGA, Lundin O, Berggren A. Mass - flowering red clover crops have positive effects on bumblebee richness and diversity after bloom. [Internet]. *Basic and Applied Ecology*. 2021; Vol.56. 22-31 p. [cited 2024, September 15]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179121000979>. doi: 10.1016/j.baae.2021.06.001.
16. Karbassioo A, Stanley DA. Exploring relationships between time of day and pollinator activity in the context of pesticide use. [Internet]. *Basic and Applied Ecology*. 2023; Vol.72. 74-81 p. [cited 2024, September 15]. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1439179123000324> doi: 10.1016/j.baae.2023.06.001.
17. Karbassioo A, Yearsley JM, Dirilgen T. Responses in honeybee and bumblebee activity to changes in weather conditions. [Internet]. *Oecologia*. 2023; Vol.201. 689-701 p. [cited 2024, September 15]. Available from: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10038957/>. doi: 10.1007/s00442-023-05332-x.
18. Turkova EV. [Morphogenetic cycle of apical meristems. Types of shoot ontogenesis: 4. Perennial herbaceous legumes]. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 16: Biologiya*. 2005; 3. 27-32 p.
19. Zaryanova ZA, Kiryukhin SV. [Parameters for selection of promising material for breeding of red clover in the conditions of Central Black Earth Region of the Russian Federation]. *Zernobobovye i krupyanye kultury*. 2020; 3 (35). 128-133 p. doi: 10.24411/2309-348X-2020-11195.
20. Novoselov YuK, Kireev VN, Kutuzov GP. [Methodological guidelines for conducting field experiments with forage crops]. Moscow: Rosselkhozakademiya. 1997; 156 p.
21. Gvozdetskiy NA, Mikhaylov NI. *Fizicheskaya geografiya SSSR*. [Physical geography of the USSR]. *Aziatskaya chast*. Moscow: Mysl. 1978; 512 p.
22. Weather and climate. 2004-2024. [cited 2024, September 15]. Available from: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28367>.
23. Dospekhov BA. *Metodika polevogo opyta*. [Methodology of field experiment]. Moscow: Agropromizdat. 1985; 352 p.

Author:

Feoktistova Natalya Aleksandrovna - researcher of Plant Growing Department, e-mail: nata_feo@mail.ru
 Research Institute of Agriculture of the Northern Trans-Urals - branch of Federal State Budgetary Institution of Science of Federal Research Center of Tyumen Scientific Center of Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Tyumen, Russia.