

УСТОЙЧИВОСТЬ КЛЕВЕРА ПОЛЗУЧЕГО (*TRIFOLIUM REPENS* L.) В СЕЯНЫХ ТРАВСТОЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИХ СОСТАВА, КРАТНОСТИ СКАШИВАНИЯ И АЗОТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Н.Н. ЛАЗАРЕВ, О.В. КУХАРЕНКОВА, Е.М. КУРЕНКОВА, А.Ю. БОЙЦОВА

(Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева)

Исследования проведены в 2008–2020 гг. на полевой опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва). Целью исследований являлось определение устойчивости клевера ползучего в смесях с различными видами злаковых трав при двух- и трехкратном скашивании травостоев. В опыте с четырех-пятикомпонентными травосмесями установлено, что доля клевера ползучего в ботаническом составе травостоев с участием райграса пастбищного на четвертый год жизни достигала 36–53%, а в травосмесях с ежой сборной не превышала 22–23%. При внесении азотных удобрений в дозе N_{180} участие клевера уже на второй год жизни травостоев составляло только 1–27%. По мере старения травостоев отмечалось снижение доли клевера в урожае. На девятый год жизни его количество в травостоях с участием райграса пастбищного без внесения азота уменьшилось до 13–24%, а в агрофитоценозах с ежой и при внесении азота – до 0–14%. В четырехкомпонентных травосмесях с ежой сборной она являлась доминантом, но при перезимовке 2015–2016 гг. она и райграс пастбищный практически полностью выпали из агрофитоценозов. Более устойчивым видом была овсяница тростниковая. Урожайность травосмесей из сортов трав российской селекции в среднем за 8 лет составила 4,16–5,52 т/га сухой массы, из сортов голландской селекции – 4,07–5,24 т/га. Достоверные различия по урожайности между травосмесями на основе райграса пастбищного и ежи сборной не выявлены. При внесении азота в дозе N_{180} на злаково-бобовых травостоях урожайность возросла только на 31%, и окупаемость удобрений прибавками урожая была низкой – 4,6–8,9 кг сухого вещества на 1 кг азота. Последствие азотных удобрений на урожайность злаково-бобовых травостоев без дополнительного внесения фосфора и калия было недостаточно эффективным.

В долголетних трехкомпонентных травостоях, используемых с 14-го по 24-й годы жизни, клевер ползучий был более устойчивым в составе агрофитоценозов при трехкратном скашивании, чем при двухукосном. В годы с благоприятными условиями атмосферного увлажнения доля клевера ползучего при проведении двух и трех укосов достигала соответственно 20,1–34,7 и 2,2–24,3%, а при дефиците влаги снижалась до 0–9,0%. За 26 лет выращивания трав произошло значительное увеличение кислотности почвы: $pH_{КС1}$ снизился с 6,3 до 4,91–5,36, что отрицательно сказалось на устойчивости клевера по мере старения травостоев.

Ключевые слова: клевер ползучий, злаково-бобовые травосмеси, азотные удобрения, ботанический состав, долголетие, урожайность.

Введение

Из кормовых бобовых трав умеренного климата наиболее широко в географическом отношении используется клевер ползучий [15]. Он является основным бобовым компонентом пастбищных травосмесей во многих странах [11, 15, 18, 20, 21]. В климатических условиях Центрального региона России устойчивость клевера ползучего в травостоях не всегда бывает достаточно высокой. Поверхностная корневая система не позволяет ему давать устойчивые урожаи на почвах с низкой влагообеспеченностью [2, 13, 23]. Клевер ползучий предъявляет высокие требования также к освещению

и температуре, поэтому весной культура начинает отрастать с некоторым опозданием [3, 12, 18], что создает преимущества для злаковых компонентов травосмесей.

Клевер ползучий характеризуется средней зимостойкостью и при неблагоприятных условиях перезимовки может изреживаться. В Институте луговодства и экологических исследований (Аберистунт, Великобритания), используя материал, собранный на больших высотах в швейцарских Альпах, селекционеры вывели холодостойкие сорта, которые имеют более высокие темпы роста листьев при низкой температуре [22].

Клевер не нуждается во внесении азотных удобрений, поскольку способен к симбиотической азотфиксации атмосферного азота в объемах 100–300 кг/га за год вегетации [5, 14, 16]. Применение азотных удобрений отрицательно сказывается на устойчивости клевера в пастбищных агрофитоценозах [2, 7, 10]. Однако существует предположение, что эффективность травяной системы кормопроизводства может быть повышена за счет применения азотных удобрений [8, 19]. В то же время включение клевера ползучего в травосмесь с райграсом пастбищным позволяет уменьшить дозу азота с 250 до 150 кг/га без снижения урожайности [9]. В странах Западной Европы с влажным климатом обычной является двухкомпонентная травосмесь райграса пастбищного (*Lolium perenne* L.) с клевером ползучим, но райграс пастбищный является недостаточно зимостойким [2, 21]. В России используют более сложные клеверо-злаковые травосмеси, в которые наряду с райграсом пастбищным включают также овсяницу луговую (*Festuca pratensis* L.), ежу сборную (*Dactylis glomerata* L.) и тимофеевку луговую (*Phleum pratense* L.). Дефицит семян клевера ползучего вызывает необходимость закупки семян этого вида в зарубежных странах.

Целью исследований являлось определение устойчивости клевера ползучего в трех-пятикомпонентных смесях со злаковыми травами при длительном использовании травостоев.

Материал и методы исследований

Исследования проводились в двух полевых опытах на опытной станции РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (г. Москва).

В опыте одним объектом исследования были четыре травосмеси, которые изучали без внесения удобрений и при внесении азота в дозе 180 кг д.в. на 1 га. Травосмеси 1 и 2 включали в себя по четыре вида трав сортов российской и белорусской селекции (райграс пастбищный ВИК 66, овсяница луговая Свердловская 37, тимофеевка луговая ВИК 85, ежа сборная Магутная и клевер ползучий ВИК 70). Травосмеси 3 и 4 включали в себя соответственно по пять и четыре видов сортов голландской селекции (райграс пастбищный Mara, овсяница луговая Pradel, тимофеевка луговая Tuukka, ежа сборная Intensive, клевер ползучий крупнолистный Alice и клевер ползучий мелколистный Barbian райграс, овсяница тростниковая Varolex (травосмесь 3) и Variane (травосмесь 4) (табл. 1). Залужение было проведено в 2008 г. с нормой высева 30 кг/га всхожих семян. Под предпосевную обработку почвы были внесены удобрения в дозе $P_{100}K_{140}$.

Ежегодно в 2008–2016 гг. применяли азотные удобрения в виде аммиачной селитры весной (N_{80}), после первого (N_{60}) и после второго (N_{40}) укосов. В 2017 г. в травостой был подсеян травосмесь из клевера ползучего (3 кг/га) и клевера лугового (5 кг/га всхожих семян). В период с 2017 по 2020 гг. удобрения не применяли, изучали их последствия.

В опыте 2, который заложен в 1996 г., объектом исследования являлись одновидовые посевы бобовых трав, двухкомпонентная травосмесь из костреца безостого и тимофеевки луговой (вариант злаки) и трехкомпонентные травосмеси злаковых трав с бобовыми (табл. 3). Ежегодно травостои в опыте скашивали два и три раза за сезон. За весь период эксплуатации травостоев клевер луговой и клевер ползучий

перезалужали два раза (в 2003 и 2006 гг.), а люцерну изменчивую сорта Вега 87 – один раз в 2006 г., причем при перезалужении заменили сорт Вега 87 на кислотоустойчивый сорт Селена. При закладке опыта в 1996 г. использовали сорт клевера ползучего ВИК 70, а при перезалужении – сорт Нанук.

Двухфакторные опыты заложены методом рандомизированных повторений, повторность – четырехкратная, размер делянки в опыте 1–15 м², в опыте 2–25 м².

Почва опытных участков дерново-подзолистая среднесуглинистая. При закладке опытов в пахотном слое почвы опытов 1 и 2 содержалось соответственно: 140 и 460 мг/кг подвижного фосфора; 87 и 80 мг/кг обменного калия; рН_{KCl} – 5,7 и 6,3. Грунтовые воды залегают на глубине более 3 м.

Метеорологические условия вегетационных периодов 2008, 2009, 2015–2017, 2020 гг. были в основном благоприятными для многолетних трав, а в 2010–2012, 2014 и 2018 гг. формирование 2-го и 3-го укосов происходило в условиях существенного дефицита атмосферных осадков и повышенных температурах воздуха.

Для определения ботанического состава травостоев с двух повторностей отбирали средние растительные образцы массой 1 кг. После высушивания трав до воздушно-сухого состояния в них определяли массовые доли отдельных видов и групп трав. При учете урожайности зеленой массы травы скашивали косилкой на высоте 5–6 см и взвешивали. Содержание сухого вещества определяли, высушивая образцы трав в термостатах при температуре 105°C в течение 8 ч. рН_{KCl} определяли по ГОСТ 26483–85, гидролитическую кислотность – по ГОСТ 26212–91, подвижный калий (K₂O) – по ГОСТ Р 54650–2011.

Результаты и их обсуждение

Ботанический состав травостоев с участием сортов клевера ползучего российской и голландской селекции. Клевер ползучий превосходит другие травы по питательности, так как его урожай состоит из одних листьев и цветоносов, а менее ценные по кормовой ценности ползучие побеги лежат на поверхности почвы и не захватываются при скашивании или стравливании животными на пастбищах. Оптимальное количество бобовых трав в пастбищных агрофитоценозах должно находиться в интервале 30–50% [1]. Более высокое содержание клевера ползучего увеличивает риск тимпании у животных, так как его избыток повышает уровень белка, но снижает содержание сухого вещества в корме [3]. В то же время исследования, проведенные в Новой Зеландии, показали, что для существенного прироста удоя молока содержание клевера ползучего в травостое должно составлять 50–60% [12]. Поддержание оптимального содержания клевера ползучего в бобово-злаковых травостоях является важной задачей пастбищного хозяйства.

В наших исследованиях доля клевера ползучего в ботаническом составе травостоев с участием райграса пастбищного на четвертый год жизни достигала 36–53%. В травосмесях с участием ежи сборной его было не более 22–23%. При внесении азотных удобрений в дозе N₁₈₀ участие клевера уже на второй год жизни травостоев не превышало 1–27% (табл. 1).

В первые пять лет жизни в травостоях с райграсом пастбищным сорт клевера ползучего ВИК 70 занимал более высокую долю в урожае, чем смесь сортов Alice и Barbican, а в травосмесях с ежой, наоборот, преимущество имели голландские сорта клевера. Голландский сорт ежи сборной Intensive формировал менее высокорослые побеги и меньше затенял низовой клевер ползучий.

Доля клевера в травосмесях по укосам зависела от количества осадков, температуры воздуха и условий перезимовки. В 8 годах из 11 лет использования травостоев максимальное участие клевера отмечалось во втором укосе. В первом укосе, который формировался при прохладной погоде с середины апреля до конца мая,

преимущество имели менее требовательные к теплу злаковые травы, а в период роста трав в третьем укосе с середины июля и до конца августа, как правило, клевер ползучий, имеющий более слабую корневую систему, чем злаки, страдал от недостатка влаги. На девятый год жизни (2016 г.) количество клевера лугового в травостоях с участием райграса пастбищного без внесения азота уменьшилась до 13–24%, а в агрофитоценозах с ежой и при внесении азота – до 0–14%.

Таблица 1

Доля клевера ползучего в ботаническом составе травостоев, %

Укос	Травосмесь							
	1. Lp+Fp+Pp+Tr		2. Dg+Fp+Pp+ Tr		3. Lp+Fp+Fa+ Pp+Tr		4. Dg+Fp+Pp+Tr	
	N ₀	N ₁₈₀	N ₀	N ₁₈₀	N ₀	N ₁₈₀	N ₀	N ₁₈₀
2009 г.								
1	14	7	4	5	2	1	6	4
2	36	27	14	25	30	9	46	16
3	51	4	68	24	66	7	68	8
2011 г.								
1	46	21	14	5	16	3	23	11
2	27	4	2	0,4	4	1	6	2
3	53	22	9	2	36	12	18	2
2016 г.								
1	19	6	4	1	17	7	9	3
2	22	8	6	0	24	9	14	7
3	16	5	7	0	13	3	6	7
2018 г.								
1	18	13	12	10	12	9	16	7
2	26	19	20	15	28	10	20	16
3	13	10	11	6	15	8	10	10
2020 г.								
1	24	15	19	17	21	14	22	15
2	27	16	22	10	26	17	26	16
3	15	9	11	8	12	6	13	10

Примечание. В таблицах 1, 2: Lp – *Lolium perenne* L.; Fp – *Festuca pratensis* L.; Fa – *Festuca arundinacea* Schreb.; Pp – *Phleum pratense* L.; Dg – *Dactylis glomerata* L.; Tr – *Trifolium repens* L.

В травосмесях с участием ежи сборной она была преобладающим компонентом агрофитоценозов до 2016 г. как при внесении азота, так и без его применения. В отдельные годы ее доля в урожае достигала от 58 до 97%. В исследованиях, выполненных на северо-востоке США, ежа сборная также становилась доминирующим компонентом травосмесей с клевером ползучим уже на третий год использования пастбищ [24].

Одностороннее внесение азотных удобрений способствовало снижению зимостойкости и изреживанию не только клевера ползучего, но и злаковых трав – райграса пастбищного и ежи сборной. Наибольшее выпадение трав отмечалось в периоды перезимовки 2010–2011 и 2015–2016 гг.

Более устойчивым видом оказалась овсяница тростниковая, которая в вариантах, где она высевалась в 2008 г., превосходила по участию в травостое другие сеяные злаки. Без применения азота в травостое в большом количестве внедрялся одуванчик лекарственный (*Taraxacum officinale* Wigg.), доля которого достигала 31–39%. Долголетие российских и голландских сортов клевера ползучего и злаковых трав существенно не различалось.

При улучшении старовозрастного травостоя в 2017 г. подсевом в дернину бобовых трав лучше приживался клевер луговой. Его доля в урожае в 2018 г. составила 11–32%, причем больше его было в вариантах, где в предыдущие годы не вносили азотные удобрения. Клевер ползучий после подсева, хотя и получил распространение во всех вариантах, но его участие по укосам было невысоким – от 2 до 28%. Даже в благоприятных условиях увлажнения 2020 г. доля клевера ползучего в составе различных травосмесей осталась на том же уровне – от 6 до 27%.

Длительное выращивание трав без внесения фосфорно-калийных удобрений привело к обеднению почвы обменным калием. Содержание обменного калия в пахотном слое почвы снизилось с 87 до 19–27 мг/кг. Эти изменения могли также оказать негативное влияние на устойчивость трав в агрофитоценозах.

Урожайность травостоев. Урожайность за первый четырехлетний период использования травостоев с 2009 по 2012 гг. была наивысшей, составила без внесения азота 4,43–4,81, при применении N_{180} – 5,24–6,21 т/га сухого вещества (табл. 2). Преимущество по сбору сухой массы имела травосмесь 1 из российских сортов трав. В последующий четырехлетний период использования урожайность трав снизилась соответственно до 3,50–3,86 и 4,08–4,98 т/га. Уменьшение сбора кормов было обусловлено как засушливыми условиями, так и плохой перезимовкой. При резком дефиците влаги в вегетационные периоды 2010 и 2011 гг. урожайность в 2011 г. снизилась до 1,01–2,19 т/га. После плохой перезимовки 2015–2016 гг. в 2016 г. также отмечалось значительное уменьшение урожайности – до 1,81–3,50 т/га.

Продуктивность травостоев из сортов трав российской селекции в среднем за 8 лет составила 4,16–5,52 т/га сухой массы, из сортов голландской селекции – 4,07–5,24 т/га. Достоверных различий по урожайности между травосмесями на основе райграса пастбищного и ежи сборной не выявлено. Одностороннее применение азотного удобрения на злаково-бобовых травостоях в дозе N_{180} увеличивало урожайность только на 31%, и их окупаемость прибавками урожая была низкой: 4,6–8,9 кг сухого вещества на 1 кг азота.

Четырехлетний период использования травостоев с 2017 по 2020 гг. после подсева бобовых трав в дернину не обеспечил существенного восстановления их продуктивности. В среднем за четыре года выход травяного корма в вариантах без удобрений и в вариантах, где до 2017 г. вносили по 180 кг/га азота, составил соответственно 2,69–3,02 и 2,94–3,46 т/га. В среднем по всем вариантам с последствием азотных удобрений урожайность была на 0,37 т/га больше, что было обусловлено более высокой долей в составе этих травостоев сеяных верховых злаков и меньшей засоренностью одуванчиком лекарственным.

**Урожайность травосмесей из российских и голландских сортов трав,
т/га сухой массы**

Травосмесь	Годы			
	2009–2012	2013–2016	2017–2020	2009–2020
Без удобрений				
1. Lp+Fp+Pp+Tr	4,81	3,69	2,89	3,80
2. Dg+Fp+Pp+Tr	4,54	3,78	2,69	3,67
3. Lp+Fp+Fa+Pp+Tr	4,64	3,50	3,02	3,72
4. Dg+Fp+Pp+Tr	4,43	3,86	2,72	3,67
При внесении 180 кг/га азота				
1. Lp+Fp+Pp+Tr	6,21	4,48	3,46	4,71
2. Dg+Fp+Pp+Tr	6,05	4,98	2,94	4,66
3. Lp+Fp+Fa+Pp+Tr	5,24	4,08	3,16	4,16
4. Dg+Fp+Pp+Tr	5,77	4,70	3,24	4,57
НСР ₀₅ частных различий	0,75	0,31	0,28	0,30
НСР ₀₅ для удобрений	0,44	0,22	0,20	0,19
НСР ₀₅ для травосмесей	0,28	0,15	0,16	0,15

В среднем за весь двенадцатилетний период третья травосмесь из голландских сортов трав оказалась менее урожайной на 0,31 т/га по сравнению с первой травосмесью, включающей в себя сорта российской селекции, а между другими агрофитоценозами существенные различия не выявлены. Действие и последствие азотных удобрений на урожайность злаково-бобовых травостоев без дополнительного внесения фосфора и калия были малоэффективными.

Доля клевера ползучего в ботаническом составе долголетних травостоев. В опыте 2 на 14-й год жизни (2009 г.) клевер ползучий при трехкусном использовании принимал участие в ботаническом составе злаково-бобовых травостоев в количестве от 4,3 до 27,2% (табл. 3). Благодаря способности вегетативно размножаться с помощью ползучий надземных побегов он присутствовал в составе травостоев практически всех вариантов.

В засушливых условиях 2010–2012 гг. участие клевера ползучего не превышало 8%. В последующие годы при улучшении условий влагообеспеченности за счет вегетативного размножения он начал восстанавливать свою долю в агрофитоценозах. На 22-й год жизни (2017 г.) при обильном и равномерном атмосферном увлажнении клевер ползучий принимал участие во всех травостоях, за исключением варианта с внесением азотных удобрений. При трехкратном скашивании доля клевера ползучего была значительно выше, чем при двухкратном, и в злаково-бобовых травостоях

она составляла соответственно 20,1–34,7 и 2,2–24,3%. При неравномерном выпадении осадков в последующие годы доля клевера в 2018 г. сократилась до 7,2–23,7%, в 2019 г. – до 0–9,0%. Ввиду низкорослости в условиях дефицита влаги при скашивании на высоту 5 см он практически не попадал в урожай. Низовой светолюбивый клевер ползучий, хотя и увеличивал свое участие в урожае при более частом трехукосном скашивании, однако доля его в ботаническом составе травостоев была подвержена значительным изменениям по годам и редко превышала 30%. В контрольном варианте со злаковыми травами при трех укосах клевер ползучий сохранял свое участие в сложении растительного сообщества на достаточно высоком уровне: от 21,3% в 2009 г. до 33,0 и 23,7% соответственно в 2017 и 2018 гг., что обусловлено большей долей в этом агрофитоценозе низкорослых злаков и разнотравья, чем в других вариантах. При использовании бобово-злаковых травостоев необходимо учитывать, что по причине «альтруистической» характеристики бобовых, обеспечивающих азотом злаковые компоненты травостоев, повышается конкурентоспособность последних [6].

Таблица 3

Доля клевера ползучего в ботаническом составе долголетних травостоев, %

Виды трав и травосмеси	2009 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
1. Злаки (кострец безостый + тимopheевка луговая)	$\frac{1,1}{21,3}$	$\frac{15,4}{33,0}$	$\frac{14,7}{23,7}$	$\frac{9,0}{4,1}$
2. Злаки + N ₉₀	$\frac{0}{1,5}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$	$\frac{0}{0}$
3. Клевер ползучий	$\frac{10,4}{24,0}$	$\frac{17,7}{34,4}$	$\frac{10,3}{19,3}$	$\frac{2,7}{7,1}$
4. Люцерна изменчивая Селена	$\frac{0}{0}$	$\frac{2,6}{2,9}$	$\frac{2,0}{3,1}$	$\frac{0}{0,2}$
5. Клевер луговой	$\frac{0}{0,4}$	$\frac{3,8}{14,3}$	$\frac{6,7}{13,1}$	$\frac{0}{1,6}$
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	$\frac{0}{3,7}$	$\frac{2,6}{27,7}$	$\frac{7,2}{13,6}$	$\frac{0}{2,0}$
7. Клевер ползучий + злаки	$\frac{4,3}{27,2}$	$\frac{24,3}{34,7}$	$\frac{15,4}{20,4}$	$\frac{2,2}{3,0}$
8. Клевер луговой + злаки	$\frac{0}{15,9}$	$\frac{5,0}{20,1}$	$\frac{10,7}{19,7}$	$\frac{0,2}{0}$
9. Люцерна изменчивая Вега 87 + злаки	$\frac{0}{8,2}$	$\frac{21,0}{27,4}$	$\frac{7,2}{10,7}$	$\frac{0,3}{0}$
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	$\frac{0}{4,3}$	$\frac{2,2}{31,8}$	$\frac{11,6}{12,6}$	$\frac{0}{0}$

Устойчивость клевера ползучего зависит не только от влагообеспеченности, но и от плодородия почв. Исследования в Новой Зеландии показали, что клевер успешно растет на почвах с диапазоном плодородия от умеренно низкого до чрезвычайно высокого. Однако он плохо адаптирован к бедным грунтам. Кроме

того, в травосмесях клевер с трудом выдерживает конкуренцию за фосфор, калий и серу [17]. В исследованиях, выполненных в Латвии, травосмеси с клевером ползучим лучше растут на дерново-глебовых и дерново-карбонатных почвах, а на дерново-подзолистых лучше растет лядвенец рогатый [4].

Изучение агрохимических показателей почвы при длительном выращивании многолетних трав показывает, что наибольшим изменениям подвержена кислотность почвы. pH_{KCl} за 26 лет в вариантах без азотных удобрений в слое почвы 0–20 см снизилась с 6,3 до 5,03–5,36 (табл. 4), то есть она стала слабокислой, а при внесении 90 кг/га д.в. азота перешла в разряд среднекислой (pH_{KCl} 4,91).

Ежегодное внесение калийных удобрений с 1997 по 2009 гг. в дозе 180 кг/га калия привело к увеличению содержания этого элемента в почве с 80 до 120–158 мг/кг. В последующие 12 лет калий не применяли, что сопровождалось снижением обеспеченности подвижным калием до 101–124 мг/кг почвы.

Таблица 4

**Агрохимические показатели пахотного слоя почвы (0–20 см)
после 26-летнего периода выращивания многолетних трав
при трехукосном использовании (2021 г.)**

Виды трав и травосмеси	pH_{KCl}	Ммоль в 100 г	
		Hг	K ₂ O
1. Злаки (кострец безостый + тимофеевка луговая)	5,05±0,2	3,9±0,5	114±11
2. Злаки + N ₉₀	4,91±0,2	4,1±0,5	113±11
3. Клевер ползучий	5,03±0,2	3,8±0,5	124±12
4. Люцерна изменчивая Селена	5,36±0,2	3,1±0,4	108±11
5. Клевер луговой	5,18±0,2	3,5±0,4	108±11
6. Люцерна изменчивая Пастбищная 88	5,22±0,2	3,4±0,4	104±10
7. Клевер ползучий + злаки	5,04±0,2	4,0±0,5	101±10
8. Клевер луговой + злаки	5,35±0,2	3,1±0,4	121±12
9. Люцерна изменчивая Вега 87+ злаки	5,07±0,2	3,7±0,4	120±12
10. Люцерна изменчивая Пастбищная 88 + злаки	5,03±0,2	4,0±0,5	104±10

Обеспеченность почвы подвижным фосфором при закладке опыта была очень высокой (460 мг/кг), поэтому данный элемент питания не лимитировал рост клевера ползучего. Таким образом, возможно, фактором, ограничивающим конкурентоспособность клевера ползучего по мере старения травостоев, являлась возросшая кислотность почвы.

Выводы

В условиях усиления засушливости климата доля клевера ползучего в пастбищных травостоях и его урожайность на суходольных участках с глубоким залеганием грунтовых вод подвержены значительным изменениям в зависимости от количества

выпадающих атмосферных осадков. В условиях Центрального региона России клевер ползучий следует высевать на орошаемых или низинных участках с влагоемкими почвами. При выращивании многолетних трав без внесения фосфорно-калийных удобрений на 8-й год жизни отмечалось сильное изреживание ежи сборной и райграса пастбищного ввиду снижения их зимостойкости. Более устойчивым видом была овсяница тростниковая. Клеверо-злаковые травосмеси, составленные из сортов трав российской и голландской селекций, в среднем за 8 лет пользования давали близкие урожаи. Одностороннее внесение азота в дозе N_{180} без фосфорно-калийных удобрений при длительном использовании клеверо-злаковых травосмесей было малоэффективным.

При 24-летнем выращивании травосмесей доля клевера ползучего в агрофитоценозах возрастала в годы с хорошей обеспеченностью растений влагой и при трехкратной дефолиации по сравнению с двухкратной. С годами отмечалось снижение конкурентной способности клевера, что, возможно, связано с увеличением кислотности почвы.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на выявление сортов клевера ползучего, способных давать устойчивые урожаи при неравномерном выпадении атмосферных осадков в течение вегетационного периода.

Библиографический список

1. Благовещенский Г.В. Энерго-протеиновый потенциал трав и фуражных культур / Г.В. Благовещенский, В.Д. Штырхунов, В.В. Конончук // Кормопроизводство. – 2016. – № 2. – С. 21–23.
2. Лазарев Н.Н. Многолетние бобовые травы в Нечерноземье / Н.Н. Лазарев, А.Д. Прудников, Е.М. Куренкова, А.М. Стародубцева. – М.: Изд-во РГАУ-МСХА, 2017. – 263 с.
3. Писковацкая Р.Г. Селекция клевера ползучего (*Trifolium repens* L.) на продуктивность и устойчивость в пастбищных травостоях / Р.Г. Писковацкая, А.М. Макаева // Адаптивное кормопроизводство. – 2017. – № 4. – С. 76–81.
4. Adamovics A. Productivity and quality of multicomponent grass swards on three soil types / A. Adamovics, I. Gutmane // Grassland science in Europe. – 2016. – Vol. 21. – P. 329–331.
5. Carlsson G. Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field / G. Carlsson, K. Huss-Danell // Plant and Soil. – 2003. – Vol. 253. – P. 353–372.
6. Chapman D.F. Management of clover in grazed pastures: expectations limitations and opportunities / D.F. Chapman, A.J. Parsons and S. Schwinning // Woodfield D.R. (ed.) White Clover: New Zealand's Competitive Edge Grassland Research and Practice Series. – 1996. – № 6. – P. 55–64. Palmerston North: New Zealand Grassland Association.
7. Chapman D. White clover: The forgotten component of high-producing pastures? / D. Chapman, J. Lee, L. Rossi, G. Edwards, J. Pinxterhuis and E. Minnee // Anim. Prod. Sci. – 2017. – Vol. 57. – P. 1269–1276.
8. Dineen M. Meta-analysis of the impact of white clover inclusion on milk production of grazing dairy cows / M. Dineen, L. Delaby, T. Gilliland, B. McCarthy // Grassland science in Europe. – 2016. – Vol. 21. – P. 394–396.
9. Egan M. Incorporating white clover (*Trifolium repens* L.) into perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) swards receiving varying levels of nitrogen fertilizer: Effects on milk and herbage production / M. Egan, N. Galvin and D. Hennessy // Journal of Dairy Science. – 2018. – Vol. 101. – № 4. – P. 3412–3427.
10. Fisher A. Effect of interval between harvests and spring applied fertilizer N on the growth of white clover in mixed swards / A. Fisher, D. Wilman // Grass and Forage Science. – 1995. – Vol. 50. – P. 162–171.

11. *Guy C.* Perennial ryegrass ploidy and white clover: how do they affect sward performance? / C. Guy, D. Hennessy, T.J. Gilliland, F. Coughlan, B. McCarthy // *Grassland science in Europe*. – 2018. – Vol. 23. – P. 75–77.
12. *Harris S.* Optimum white clover content for dairy pastures / S. Harris, D. Clark, M. Auldish, C. Waugh, P. Laboyrie // *Proceedings of the New Zealand Grassland Conference*. – 1997. – Vol. 59. – P. 29–33.
13. *Hart A.L.* Physiology In Baker M.J., *Williams W.M.* (ed.) / A.L. Hart // *White clover*. CAB International, Wallingford, Oxon, UK. – 1987. – P. 125–151.
14. *Humphreys M.O.* Genetic improvement of forage crops – past, present and future / M.O. Humphreys // *Journal of Agricultural Science*. – 2005. – Vol. 30. – P. 288–296.
15. *Laidlaw A.S.* Temperate forage grass-legume mixtures: advances and perspectives / A.S. Laidlaw, N. Teuber // *In Proceedings XIX International Grassland Congress, Sao Paulo, Brazil*. – 2001. – P. 85–92.
16. *Ledgard S.F.* Transfer of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in swards grazed by dairy cows estimated using 15N methods / S.F. Ledgard // *Plant and Soil*. – 1991. – Vol. 131. – P. 215–223.
17. *Levy E.B.* Grasslands of New Zealand / E.B. Levy // *Government Printer*. – Wellington, 1970. – 374 p.
18. *Lüscher A.* Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review / A. Lüscher, I. Mueller-Harvey J.F. Soussana, R.M. Rees, J.L. Peyraud // *Grass and Forage Science*. – 2014. – Vol. 69. – P. 206–228.
19. McClearn B. Milk production per cow and per hectare of spring-calving dairy cows grazing swards differing in *Lolium perenne* L. ploidy and *Trifolium repens* L. / B. McClearn T.J. Gilliland, L. Delaby, C. Guy, M. Dineen, F. Coughlan, B. McCarthy // *Journal of Dairy Science*. – 2019. – Vol. 102 – P. 8571–8585.
20. *Peeters A.* Temperate legumes: key-species for sustainable temperate mixtures. Proc. 21st General Meeting of the European Grassland Federation, Badajoz, Spain / A. Peeters, G. Parente, A. Le Gall // *Grassland Science in Europe*. – 2006. – Vol. 11. – P. 205–220.
21. *Reynolds S.G.* Grasslands: developments, opportunities, perspectives / S.G. Reynolds, J. Frame. – Rome: FAO, 2005. – 539 p.
22. *Rhodes I.* Breeding white clover for tolerance to low temperature and grazing stress / I. Rhodes, R.P. Collins, D.R. Evans // *Euphytica*. – 1994. – Vol. 77. – P. 239–242.
23. *Sheaffer C.C.* Forage legumes. Clovers, birdsfoot trefoil, cicer milkvetch, crown-vetch, sainfoin and alfalfa / C.C. Sheaffer, R.D. Mathison // *Minnesota Agricultural Experiment Station. Station Bulletin*. – 1993. – № 597. – 40 p.
24. *Williams E.D.* Growing spring cereals in a white clover (*Trifolium repens*) crop / E.D. Williams, M.J. Hayes // *Journal of Agricultural Science*. – Cambridge. – 1991. – Vol. 117. – P. 23–37.

SUSTAINABILITY OF WHITE CLOVER (*TRIFOLIUM REPENS* L.)
IN SOWN SWARDS DEPENDING ON THEIR COMPOSITION,
INTENSITY MOWING AND NITROGEN FERTILIZERS

N.N. LAZAREV, O.V. KUKHARENKOVA, E.M. KURENKOVA, A.YU. BOYTSOVA

(Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy)

The authors carried out studies at the experimental field station of Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy in 2008–2020. The study aimed to determine the resistance of white clover in mixtures with various types of grasses with two- and three-cut

clipping treatments. In the experiment with four to five-component mixtures, the proportion of white clover reached 36–53% in the botanical composition of swards with the content of perennial ryegrass in the fourth year of life. It did not exceed 22–23% in the mixtures with cock's foot. With the application of nitrogen fertilizers at a dose of N180, the clover content in the second year of swards was only 1–27%. With the aging of the swards, the proportion of clover in the harvest decreased. In the ninth year of life, its amount in swards with the content of perennial ryegrass without nitrogen application decreased to 13–24%, and in agrophytocenoses with cock's foot and with nitrogen application to 0–14%. The cock's foot dominated in the four-component grass mixtures, but during the overwintering of 2015–2016, cock's foot and perennial ryegrass almost entirely dropped out of agrophytocenoses. Tall fescue was a more resistant species. The yield of grass mixtures composed of grass varieties of Russian selection amounted to 4.16–5.52 t/ha of dry weight on average for eight years, and from varieties of Dutch selection, the yield equaled 4.07–5.24 t/ha. There were no significant differences in yield between grass-legume mixtures based on perennial ryegrass and cock's foot. With the introduction of nitrogen in a dose of N180 on grass/legume herbage, the yield increased by only 31%, and the return on fertilizers by yield increases was low, making up 4.6–8.9 kg of dry matter per 1 kg of nitrogen. The aftereffect of nitrogen fertilizers on the yield of grass-legume mixtures without the additional introduction of phosphorus and potassium was insufficiently effective.

In long-term three-component swards, used from the 14th to the 24th years of life, white clover was more stable in the composition of agrophytocenoses after three-fold mowing than with two-mowing. In years with favorable atmospheric moisture conditions, the proportion of white clover in two and three mows reached 20.1–34.7 and 2.2–24.3%, respectively, and with a moisture deficit, it decreased to 0–9%. For 26 years of growing grasses, there was a significant increase in soil acidity – pH_{KCl} decreased from 6.3 to 4.91–5.36, which negatively affected the resistance of clover as the herbage was aging.

Key words: white clover, grass/legume mixtures, nitrogen fertilizers, botanical composition, longevity, productivity.

References

1. Blagoveshchenskiy G.V. Energo-proteinoviy potentsial trav i furazhnykh kul'tur [Energy-protein potential of grasses and forage crops]. Kormoproizvodstvo. 2016; 2: 21–23. (In Rus.)
2. Lazarev N.N. Mnogoletnie bobovye travy v Nechernozem'e [Perennial leguminous grasses in the Non-Black Earth region]. M.: Izd-vo RGAU-MSKHA imeni K.A. Timiryazeva. 2017: 263. (In Rus.)
3. Piskovatskaya R.G. Seleksiya klevera polzuchego (*Trifolium repens* L.) na produktivnost' i ustoychivost' v pastbishchnykh travostoyakh [Selection of white clover (*Trifolium repens* L.) for productivity and sustainability in pasture herbage]. Adaptivnoe kormoproizvodstvo. 2017; 4: 76–81. (In Rus.)
4. Adamovics A., Gutmane I. Productivity and quality of multicomponent grass swards on three soil types. Grassland science in Europe. 2016; 21: 329–331.
5. Carlsson G., Huss-Danell K. Nitrogen fixation in perennial forage legumes in the field. Plant and Soil. 2003; 253: 353–372.
6. Chapman D.F., Parsons A.J., & Schwinning S. Management of clover in grazed pastures: expectations limitations and opportunities. In: Woodfield D.R. (ed.) White Clover: New Zealand's Competitive Edge. Grassland Research and Practice Series. 1996; 6: 55–64.
7. Chapman D., Lee J., Rossi L., Edwards G., Pinxterhuis J., Minnee E. White clover: The forgotten component of high-producing pastures? Anim. Prod. Sci. 2017; 57: 1269–1276.

8. *Dineen M., Delaby L., Gilliland T., McCarthy B.* Meta-analysis of the impact of white clover inclusion on milk production of grazing dairy cows. *Grassland science in Europe*. 2016; 21: 394–396.
9. *Egan M., Galvin N., Hennessy D.* Incorporating white clover (*Trifolium repens* L.) into perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) swards receiving varying levels of nitrogen fertilizer: Effects on milk and herbage production. *Journal of Dairy Science*. 2018; 101: 3412–3427.
10. *Fisher A., Wilman D.* Effect of interval between harvests and spring applied fertilizer N on the growth of white clover in mixed swards. *Grass and Forage Science*. 1995; 50: 162–171.
11. *Guy C., Hennessy D., Gilliland T.J., Coughlan F., McCarthy B.* Perennial ryegrass ploidy and white clover: how do they affect sward performance? *Grassland science in Europe*. 2018; 23: 75–77.
12. *Harris S., Clark D., Auldred M., Waugh C., Laboyrie P.* Optimum white clover content for dairy pastures. *Proceedings of the New Zealand Grassland Conference*. 1997; 59: 29–33.
13. *Hart A.L.* Physiology. White clover. CAB International. Wallingford, Oxon, UK. 1987: 125–151.
14. *Humphreys M.O.* Genetic improvement of forage crops – past, present and future. *Journal of Agricultural Science*. 2005; 30: 288–296.
15. *Laidlaw A.S., Teuber N.* Temperate forage grass-legume mixtures: advances and perspectives. *Proceedings XIX International Grassland Congress*. Sao Paulo, Brazil. 2001: 85–92.
16. *Ledgard S.F.* Transfer of fixed nitrogen from white clover to associated grasses in swards grazed by dairy cows estimated using ¹⁵N methods. *Plant and Soil*. 1991; 131: 215–223.
17. *Levy E.B.* Grasslands of New Zealand. Government Printer. Wellington. 1970: 374.
18. *Lüscher A., Mueller-Harvey I., Soussana J.F., Rees R.M., Peyraud J.L.* Potential of legume-based grassland-livestock systems in Europe: a review. *Grass and Forage Science*. 2014; 69: 206–228.
19. *McClearn B., Gilliland T.J., Delaby L., Guy C., Dineen M., Coughlan F., McCarthy B.* Milk production per cow and per hectare of spring-calving dairy cows grazing swards differing in *Lolium perenne* L. ploidy and *Trifolium repens* L. *Journal of Dairy Science*. 2019; 102: 8571–8585.
20. *Peeters A., Parente G., Le Gall A.* Temperate legumes: key-species for sustainable temperate mixtures. *Proc. 21st General Meeting of the European Grassland Federation*, Badajoz, Spain. *Grassland Science in Europe*. 2006; 11: 205–220.
21. *Reynolds S.G., Frame J.* Grasslands: developments, opportunities, perspectives. Rome: FAO. 2005: 539.
22. *Rhodes I., Collins R.P., Evans D.R.* Breeding white clover for tolerance to low temperature and grazing stress. *Euphytica*. 1994; 77: 239–242.
23. *Sheaffer C.C., Mathison R.D.* Forage legumes. Clovers, birdsfoot trefoil, cicer milkvetch, crownvetch, sainfoin and alfalfa. *Minnesota Agricultural Experiment Station. Station Bulletin 597*. 1993: 40.
24. *Williams E.D., Hayes M.J.* Growing spring cereals in a white clover (*Trifolium repens*) crop. *Journal of Agricultural Science*. Cambridge. 1991; 117: 23–37.

Лазарев Николай Николаевич, профессор кафедры растениеводства и луговых экосистем, д-р с.-х. наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, Лиственничная аллея, д. 3; тел.: (499) 976–10–05, (8985) 723–38–12; e-mail: lazarevnick2012@gmail.com).

Кухаренкова Ольга Владимировна, канд. с.-х. наук, доцент кафедры растениеводства и луговых экосистем, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; Российская Федерация (127550, г. Москва, Лиственничная аллея, д. 3; тел.: (499) 976–10–05; e-mail: kucharaov@gmail.com).

Куренкова Евгения Михайловна, ассистент кафедры растениеводства и луговых экосистем, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, Лиственничная аллея, д. 3; тел.: (499) 976–10–05; e-mail: ekurenkova@rgau-msha.ru).

Бойцова Анастасия Юрьевна, аспирант кафедры растениеводства и луговых экосистем, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, Российская Федерация, г. Москва, Лиственничная аллея, д. 3; тел.: (499) 976–10–05; e-mail: anastasia.saprykina@bk.ru).

Nikolai N. Lazarev, DSc (Ag), Professor, the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127550, Russian Federation; phones: (499) 976–10–05; (985) 723–38–12; E-mail: lazarevnick2012@gmail.com).

Olga V. Kukharekova, PhD (Ag), Associate Professor, the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127550, Russian Federation; phone: (499) 976–10–05; E-mail: kucharaov@gmail.com).

Evgeniya M. Kurenkova, assistant, the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127550, Russian Federation; phone: (499) 976–10–05; E-mail: ekurenkova@rgau-msha.ru).

Anastasia Yu. Boitsova, postgraduate student, the Department of Crop Production and Meadow Ecosystems, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy (49 Timiryazevskaya Str., Moscow (127550, Russian Federation; E-mail: anastasia.saprykina@bk.ru).