

Вынос элементов питания урожаем картофеля значительно повышался по отношению к варианту без удобрений: азота на 9,0-93 %, фосфора на 18-91, калия на 27-88 %. Совместное применение удобрений и гербицидов существенно повышало вынос этих элементов, соответственно, на 31-114 %, 32-109, 31-109 %. С повышением доз удобрений увеличивался вынос элементов питания сорной растительностью, гербицид существенно снизил вынос азота в 4,9-3,8, фосфора в 4,4-3,5, калия в 8,8-3,3 раза.

Вынос элементов питания урожаем ячменя и сорной растительностью приведен таблицей 5.

5. Вынос азота, фосфора и калия урожаем ячменя и сорняков (в среднем за 2010-2012 гг.), кг

Фактор В (обработка гербицидом)	Фактор А (дозы удобрений)				
	Без удобрений	N ₁₂ P ₁₆ K ₁₆	N ₈₀ P ₄₀ K ₆₀	N ₁₂₀ P ₄₀ K ₆₀	Последствие 40 т/га т.-н. компоста + N ₃₀ P ₁₀ K ₂₀
<i>Азот</i>					
Без обработки	44,3/12,1	55,9/14,0	63,7/13,8	70,6/16,5	71,8/15,1
С обработкой	44,1/1,5	55,4/1,7	66,3/2,8	70,5/3,2	69,8/5,6
<i>Фосфор</i>					
Без обработки	16,2/2,2	18,1/2,4	21,4/2,5	27,4/2,5	32,0/2,7
С обработкой	16,0/0,3	19,6/0,3	22,6/0,5	24,2/0,5	24,6/1,0
<i>Калий</i>					
Без обработки	37,5/18,7	48,5/20,7	54,0/24,6	59,6/23,7	60,6/24,0
С обработкой	36,8/2,2	47,8/2,5	54,8/5,0	60,0/4,6	57,3/9,2

Удобрения и гербициды аналогично повлияли на вынос азота, фосфора и калия урожаем ячменя и сорной растительностью. При повышении доз удобрений вынос элементов питания увеличивался. Применение гербицида не оказало существенного влияния на вынос азота, фосфора и калия культурой, но значительно снизило вынос этих элементов сорной растительностью на разных фонах удобрений, соответственно, в 8,2-2,7 раз, 8,0-2,7, 8,5-2,6 раз.

Следовательно, применение удобрений повышало вынос элементов питания культурами севооборота и сорной растительностью. Обработка гербицидами обеспечивала снижение выноса азота, фосфора и калия сорной растительностью и повышение выноса этих элементов культурами.

Литература

1. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
2. Жуков, Ю.П. Система удобрения в хозяйствах Нечерноземья / Ю.П. Жуков – М.: Московский рабочий, 1983. – 144 с.
3. Жуков, Ю.П. Влияние различных доз удобрений на урожайность культур севооборота и агрохимические свойства дерново-подзолистой почвы // Ю.П. Жуков, О.В. Чухина, Н.В. Токарева, Е.И. Куликова // Плодородие. – 2015. – №2(83). – С.14-20.
4. Чухина, О.В. Влияние удобрений и микропрепаратов на урожайность и вынос элементов питания культурами звена полевого севооборота / О.В. Чухина, В.В. Суров // Плодородие. – 2014. – №3(78). – С.18-22.
5. Чухина, О.В. Плодородие дерново-подзолистой почвы и продуктивность культур в севообороте при применении различных доз удобрений // О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // Агрохимия. – 2013. – № 11. – С. 10-18.
6. Чухина, О.В. Продуктивность культур в севообороте при применении различных доз удобрений // О.В. Чухина, Ю.П. Жуков // АГРО XXI. – 2014. – № 1-3. – С. 39-41.
7. Ягодин, Б.А. и др. Практикум по агрохимии // Под ред. Ягодина Б.А. – М.: Агропромиздат, 1987. 512 с.

EFFECT OF DIFFERENT APPLICATION RATES OF FERTILIZERS AND HERBICIDES ON THE PRODUCTIVITY OF CROP ROTATION

O.V. Chukhina, A.I. Demidova, E.I. Kulikova, N.V. Tokareva

Vereshchagin Vologda State Dairy Farming Academy, ul. Shmidta 2, Molochnoe, Vologda oblast, 160555 Russia

The application of different fertilizer rates to loamy soddy-podzolic soils in the Vologda region has significantly increased the yields of vetch-oat green mass, winter rye grain, potato tubers, and barley grain in the crop rotation both with and without the application of herbicides. The rates of fertilizers calculated by the balance method for the planned yield using the balance coefficients of nutrient utilization from fertilizers and soil have increased the removal of nitrogen, phosphorus, and potassium by crops and weeds compared to the control. The removal of nutrients by crops and weeds increased with increasing rates of fertilizers. The application of herbicide had no significant effect on the removal of nitrogen, phosphorus, and potassium by crop, but significantly decreased the removal of these nutrients by weeds in 5.1–3.2, 5.0–3.2, and 6.0–2.6 times, respectively, on different fertilization backgrounds.

Keywords: vetch-oat mixture, winter rye, potato, barley, yield, productivity, crop rotation, fertilizer rate, herbicides, weed plants, removal of nutrients.

УДК 631.811:633.511

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ И ОРГАНОМИНЕРАЛЬНЫХ СИСТЕМ УДОБРЕНИЯ НА ФОТОСИНТЕЗ, РАДИАЦИОННЫЙ РЕЖИМ И ТРАНСПИРАЦИЮ ХЛОПЧАТНИКА

А.М. Гусейнов, А.Т. Газиев, Н.В. Гусейнов, Х.Г. Халилов, О.З. Омаров, Азербайджанский ГАУ

Выявлены закономерности изменения продуктивного фотосинтеза, коэффициента использования солнечной радиации и транспирации хлопчатника под влиянием органоминеральных удобрений в Гянджа-Газахской зоне Азербайджанской Республики.

Ключевые слова: фотосинтез, радиационный режим, транспирация, удобрения, урожайность, хлопчатник.

В настоящее время в мире хлопок дорожает, что привлекает внимание к этой культуре хлопкосеющих

государств. И в нашей республике – Азербайджане хлопок стало выращивать выгодней по сравнению с прошлыми годами. Цены на хлопок на мировом рынке выросли до исторического максимума, что повлияло на направления научно-исследовательских работ по изучению агроэкологических требований хлопчатника к окружающей среде [1-3].

В первом десятилетии XXI в. в литературе получили развитие представления о посевах сельскохозяйственных культур как о целостной динамической оптико-биологической системе, способной повысить продуктивность растений при рациональном использовании солнечной радиации. Одним из основных вопросов биологической науки является также установление закономерных взаимосвязей между фотосинтезом и транспирацией растений.

В литературе имеются отдельные сведения о характеристике составляющих радиационного баланса хлопкового поля, тогда как вопросы повышения коэффициента использования солнечной радиации в процессе фотосинтеза хлопчатника под действием удобрений остаются неизученными [2, 4].

Цель наших исследований – установить закономерности изменения фотосинтеза, использования солнечной радиации и транспирации хлопчатника под влиянием органоминеральных удобрений.

Методика. Опыты проведены на базе учебного хозяйства АГАУ в 2012-2015 гг. Почвы опытного участка – серо-коричневые. Пахотный слой характеризуется следующими агрохимическими показателями: содержание гумуса – 2,9%, общего азота 0,19 мг/кг, общего фосфора 0,14, легкогидролизуемого азота 63,7, подвижного фосфора 23,1 и обменного калия 525,1 мг/кг.

Продуктивный фотосинтез (т.е. количество диоксида углерода, выделившегося в процессе дыхания растений) и рациональный режим хлопчатника сорта Гянджа 70 изучали путем круглосуточных наблюдений по фазам развития растений в вегетационный период.

Продуктивный фотосинтез и количество CO_2 , выделенного почвой в процессе газообмена, устанавливали при помощи стеклянного домика объемом 50 л по методу Макарова [8]. В опытах определяли также концентрацию диоксида углерода в приземном слое воздуха, температуру воздуха и почвы и влажность почвы. Изучение радиационного режима проводили с помощью походного альбедометра М-69 и гальванометра ГСА-1 в 7-кратной повторности. При определении площади листовой поверхности использовали метод планиметрии.

Повторность опыта – четырехкратная, площадь опытных делянок 120 м². Удобрения вносили в виде $\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{50}$ и 15 т/га навоза.

Повышение использования солнечной радиации в процессе фотосинтеза представляет интерес в связи с тем, что пригянджинская зона в течение года получает огромное количество солнечной радиации (до 135 ккал/см²) при продолжительности солнечного сияния 2200-2500 ч [9].

Результаты и их обсуждение. Исследования показали, что хлопчатник за вегетационный период поглощает колоссальное количество солнечной энергии, которая затрачивается преимущественно на транспирацию и тепловую передачу, и только незначительная часть энергии используется на продуктивный фотосинтез.

Установлено, что под влиянием органоминеральных удобрений хлопчатник способен потреблять больше

солнечной энергии. Так, если в неудобренном варианте хлопчатник использовал 1824 млн ккал/га, то на фоне $\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{50}$ и 15 т/га навоза – до 1906 млн ккал/га, или 4,5%. Обусловлено это тем, что с внесением минеральных удобрений и навоза увеличивается площадь листовой поверхности хлопчатника. Так, в неудобренном варианте площадь листовой поверхности хлопчатника в фазе начала раскрывания коробочек составляла 17500 м²/га, а при использовании минеральных удобрений и навоза увеличивалась до 25500 м²/га. Под влиянием минеральных удобрений и навоза изменились составляющие радиационного режима хлопчатника (табл.1).

1. Составляющие радиационного режима хлопчатника на фоне удобрений, % от суммарной радиации

Радиация	Без удобрений	$\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{50}$	$\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{50}+15\text{т/га навоза}$
Отраженная растением	16,9	17,4	18,4
Поглощенная растением	34,8	36,2	38,3
Проникающая	48,3	46,4	43,3

Продуктивный фотосинтез хлопчатника был наиболее высоким – до 6,1 мг CO_2 / (дм²·ч) при поступлении на хлопковое поле суммарной радиации в пределах 500-3000 ккал/(дм²·ч) (рис. 1). Подобные условия наблюдаются преимущественно в утренние часы, когда фотосинтетический аппарат растений особенно активен и продуктивный фотосинтез возрастает [5, 7].

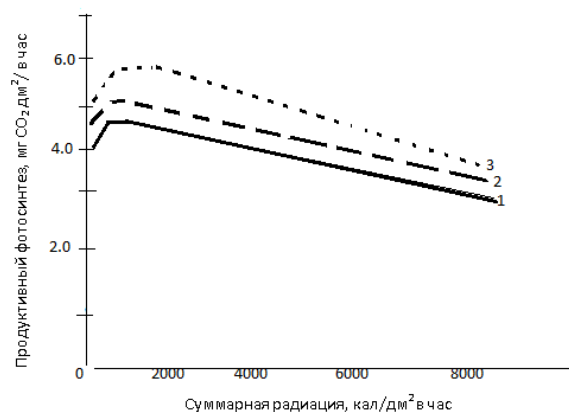


Рис. 1. Взаимосвязь продуктивного фотосинтеза хлопчатника и суммарной радиации при внесении удобрений:
1 – без удобрений; 2 – $\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{50}$; 3 – $\text{N}_{100}\text{P}_{100}\text{K}_{50} + 15$ т/га навоза

Благоприятные условия для фотосинтетической деятельности хлопчатника наступают также, когда солнечный свет несколько ослаблен дневной облачностью и растения достаточно хорошо обеспечены водой и минеральным питанием.

Таким образом следующее увеличение суммарной радиации от 3000 до 8500 ккал/(дм²·ч) вызывало последовательное снижение продуктивного фотосинтеза хлопчатника – до 3,7-3,9 мг CO_2 /(дм²·ч).

Подобное явление наблюдается обычно в летний период в жаркие дневные часы, когда повышение суммарной радиации вызывает нарушение водного режима растений и увеличение расхода поглощенной энергии на транспирацию и теплопередачу. Вследствие этого продуктивный фотосинтез хлопчатника подвергается резкой депрессии. Особенно четко проявилась тесная связь между величиной суммарной радиации и коэффициентом ее использования на фотосинтез (рис. 2).

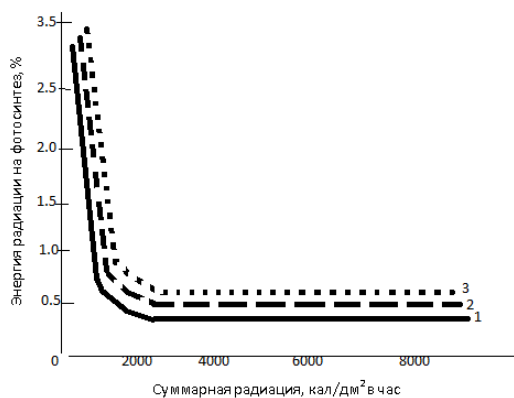


Рис. 2. Использование хлопчатником энергии радиации на фотосинтез в зависимости от суммарной радиации при внесении удобрений: 1 – без удобрений; 2 – $N_{100}P_{100}K_{50}$; 3 – $N_{100}P_{100}K_{50}$ + 15 т/га навоза

Таким образом, установлено, что дневные и сезонные изменения интенсивности солнечной радиации являются основными факторами, влияющими на коэффициент использования энергии в процессе фотосинтеза.

Исследования показали, что минеральные удобрения и навоз являются важными источниками воздействия на процесс фотосинтеза. Так, если продуктивный фотосинтез в контрольном варианте составляет 4,4 мг $CO_2/(дм^2 \cdot ч)$, то на фоне $N_{100}P_{100}K_{50}$ он увеличивался до 5,2 мг $CO_2/(дм^2 \cdot ч)$, а на фоне $N_{100}P_{100}K_{50}$ и 15 т/га навоза – до максимальной величины – 5,5 мг $CO_2/(дм^2 \cdot ч)$ (табл. 2).

Эти данные соответствуют показателям продуктивного фотосинтеза хлопчатника [3,3-8,3 мг $CO_2/(дм^2 \cdot ч)$, или 4-10 г/(м² сут)], полученным другими исследователями [2, 6].

2. Влияние минеральных и органоминеральных систем удобрения на изменение продуктивного фотосинтеза и транспирацию хлопчатника (среднее за 2012-2015 гг)

Вариант опыта	Время, ч					Ср. в течение суток
	6.00	9.00	12.00	15.00	18.00	
Продуктивный фотосинтез, мг CO ₂ /(дм ² ·ч)						
Контроль (без удобрений)	5,1	3,7	3,9	4,3	4,9	4,4
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₅₀	6,1	4,6	4,5	4,8	5,4	5,2
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₅₀ +15т/га навоза	6,0	4,7	5,2	5,2	5,6	5,5
Транспирация, кг/(га·ч)						
Контроль (без удобрений)	265	1098	2694	2825	901	1556
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₅₀	263	1314	2826	2856	878	1627
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₅₀ +15т/га навоза	264	1315	2826	2856	879	1628
Коэффициент транспирации						
Контроль (без удобрений)	76	435	1016	967	270	553
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₅₀	63	419	923	876	239	504
N ₁₀₀ P ₁₀₀ K ₅₀ +15т/га навоза	64	410	798	806	230	435

В период активного фотосинтеза наблюдалось снижение концентрации диоксида углерода в ярусе хлопчатника в пределах 0,02-0,03 об. %. При внесении 15 т/га навоза на фоне $N_{100}P_{100}K_{50}$ концентрация диоксида углерода в ярусе растений увеличивалась до 0,04-0,05 об.%. Вследствие этого создались более благоприятные условия для повышения продуктивного фотосинтеза хлопчатника.

Под влиянием органоминеральных удобрений возрастает использование энергии радиации на фотосинтез

(в % от суммарной радиации, поглощенной посевам). Так использование энергии радиации на контроле составляло лишь 1, 23%, а на фоне $N_{100}P_{100}K_{50}$ достигало 1,39%. Особенно резкое повышение использования энергии (1,47%) наблюдалось при внесении 15 т/га навоза на фоне $N_{100}P_{100}K_{50}$.

Значительная часть солнечной энергии вызывает нагревание хлопчатника и усиливает транспирацию. С учетом показателей поглощенной хлопчатником солнечной энергии и затрат энергии на испарение воды растением (скрытая теплота испарения воды равна 586 ккал/кг воды), произведены расчеты транспирации. Коэффициент транспирации учитывали на единицу органического вещества хлопчатника в соответствии с тем, что в процессе фотосинтеза на 1 г CO_2 растение образует 0,6 г органического вещества [5].

Наблюдая за дневным ходом фотосинтеза и транспирации хлопчатника, обнаруживается обратная взаимозависимость, т.е. возрастание транспирации сопровождается уменьшением продуктивного фотосинтеза и наоборот (см. табл. 2). В утренние часы продуктивный фотосинтез увеличивался, тогда как транспирация характеризовалась пониженными величинами. Затем в 12.00-15.00 ч происходило резкое повышение транспирационного коэффициента, понижение продуктивного фотосинтеза. К 18.00 ч транспирация вновь снижалась, а фотосинтез возрастал. Естественно, что такое явление оказывает отрицательное действие на формирование урожая хлопчатника. Не наблюдалось различий в транспирации хлопчатника на фоне минеральных удобрений и при дополнительном внесении навоза. Таким образом, применение минеральных удобрений и навоза позволяет рационально использовать влагу на продуктивный фотосинтез. Это находит отражение в показателях коэффициента транспирации.

Из таблицы 2 видно, что под влиянием минеральных удобрений и навоза на формирование единицы урожая хлопчатника затрачивалось значительно меньше воды, вследствие чего коэффициент транспирации снижался до 435, а в варианте без удобрений он увеличивался до 533. Таким образом, при внесении минеральных удобрений и навоза по сравнению с неудобренным вариантом наблюдались снижение коэффициента транспирации на 19,5% и повышение продуктивного фотосинтеза на 25,0%.

В варианте с совместным внесением минеральных удобрений в дозе $N_{100}P_{100}K_{50}$ и 15 т/га навоза повысились использование солнечной радиации и продуктивность фотосинтеза, что оказало положительное влияние на урожайность хлопчатника. Урожай хлопка - сырца в среднем за 4 года (2012-2015) в неудобренных вариантах составил 23,7 ц/га, в минеральных 29,2, а в органоминеральных – 33,8 ц/га.

Заключение. На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы.

1. Дневные и сезонные изменения интенсивности солнечной радиации являются основными факторами, влияющими на продуктивный фотосинтез и использование энергии.

2. Продуктивный фотосинтез хлопчатника достигает сравнительно высоких показателей при суммарной радиации до 3000 кал/(дм²·ч). Последующее повышение суммарной радиации до 8500 кал/(дм²·ч) вызывает последовательное уменьшение продуктивного фотосинтеза хлопчатника.

3. Применение $N_{100}P_{100}K_{50}$ и 15 т/га навоза повышало продуктивный фотосинтез хлопчатника и использование солнечной радиации на процессы фотосинтеза.

4. В дневном фотосинтезе и транспирации хлопчатника обнаруживается обратная зависимость – возрастание транспирации сопровождалось спадом продуктивного фотосинтеза и наоборот. Под влиянием $N_{100}P_{100}K_{50}$ и 15 т/га навоза на формирование единицы урожая хлопчатника затрачивалось значительно меньше воды, снижался коэффициент транспирации. При внесении этих удобрений наблюдалось уменьшение транспирационного коэффициента на 19,5% и увеличение продуктивного фотосинтеза на 25,0% по сравнению с неудобренным вариантом.

5. Урожай хлопка сырца в среднем за 4 года (2012-2015) в неудобренных вариантах составил 23,7 ц/га, в минеральных – 29,2, а в органоминеральных – 33,8 ц/га.

Литература

1. Алиев Д.А. Фотосинтетическая деятельность, минеральное питание и продуктивность растений. – Баку: Элм, 1974. – 332 с.
2. Белоусов М.А. Физиологические основы корневого питания хлопчатника. – Ташкент, 1975. – 238 с.
3. Гусейнов А.М., Гусейнов М.С., Гусейнов Н.В. Влияние концентрации питательных элементов на рост, развитие и качество урожая хлопчатника // Проблемы агрохимии и экологии. – №1. – 2011. – С. 47-51.
4. Вознесенский В.А. Фотосинтез пустынных растений. – Л.: Наука, 1977. – 256 с.
5. Мушинская О.А., Рябина З.Н., Мушинская Н.И. Транспирация как составная часть водного режима растений и ее изучение у видов рода *Populus* L. // Вестник ОГУ. – № 6. – 2007. – С. 95-99.
6. Журбицкий З.И. Влияние постоянного электрического поля на абсорбцию CO_2 листьями растений // ДАН СССР, 1975. Т. 223. – №5. – С. 1273-1375.
7. Смашевский Н.Д. Экология фотосинтеза // Астраханский Вестник экологического образования. – №2 (28). – 2014. – С. 165-180.
8. Макаров Б.Н. К методике определения газообмена между почвой и атмосферой и содержание углекислоты в почвенном воздухе // Почвоведение. – №2. – 1955. – С. 35-42.
9. Шихлинский Э.М. Рациональный баланс Азербайджана // Тр. Азерб. географ. о-ва. – Баку, 1960. – С. 39-42.

EFFECT OF MINERAL AND ORGANOMINERAL FERTILIZER SYSTEMS ON PHOTOSYNTHESIS, RADIATION REGIME, AND TRANSPIRATION PROCESSES IN COTTON PLANTS

A.M. Huseynov, A.T. Qaziyev, N.V. Huseynov, H.Q. Halilov, O.Z. Omarov
Azerbaijan State Agrarian University, Atatürk av. 262, Ganja, Azerbaijan, AZ2000 E-mail: info@azdau.com

In recent years, more attention has been given to cotton growing in relation with the development of the non-oil sector of economy in the Republic of Azerbaijan. This factor gave a great incentive for research works. In this work, we studied the effect of organomineral fertilizers on photosynthesis, radiation regime, and transpiration processes in cotton plants.

Keywords: photosynthesis, radiation regime, transpiration, fertilizers, cotton yield

УДК: 633.313:631.559

ПРОДУКТИВНОЕ ДОЛГОЛЕТИЕ ЗЛАКОВЫХ И БОБОВЫХ ТРАВ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ КРАТНОСТИ СКАШИВАНИЯ И УДОБРЕНИЯ

Н.Н. Лазарев, д.с.-х.н., РГАУ-МСХА,
Г.Е. Мёрзлая, д.с.-х.н., ВНИИА,

А.М. Стародубцева, Всероссийский центр карантина растений
127550 г. Москва, ул. Тимирязевская, 49, E-mail: lazarevnick2012@gmail.com Тел. 499-976-10-05

В 18-летних исследованиях установлено, что люцерна изменчивая Пастбищная 88 на хорошо окультуренной дерново-подзолистой почве способна сохранять продуктивное долголетие в течение 12 лет, обеспечивая при двукратном скашивании урожайность в одновидовых посевах и травосмесях 6-7 т/га сухого вещества. При увеличении числа укосов до трех уменьшаются доля люцерны в ботаническом составе травостоев и сбор корма на 16-48%. Устойчивость клевера ползучего зависит от условий увлажнения, и его травостой в значительной степени изреживаются даже в короткие периоды с дефицитом атмосферных осадков. Продуктивное долголетие клевера лугового не превышает трёх лет, поэтому его целесообразно включать в бобово-злаковые травосмеси как дополнительный компонент с другими бобовыми травами. Злаковый травостой с доминированием костреца безостого при ежегодном внесении N_{90} на 13-18-й годы пользования превосходит по урожайности бобово-злаковые травостой.

Ключевые слова: долголетие, люцерна изменчивая, клевер луговой и ползучий, злаковые травы, удобрение.

Продуктивное долголетие травостоев зависит от биологических особенностей слагающих его компонен-

тов, устойчивости их к неблагоприятным экологическим условиям и режимам использования. В мировом травосеянии из бобовых трав наибольшие площади отведены под люцерну и клевер ползучий, причем для укосного использования – преимущественно под люцерну, а для пастбищного – под клевер ползучий [1].

Долголетие клевера лугового редко превышает 2-3 года [2, 3], устойчивость клевера ползучего в значительной мере зависит от условий увлажнения [4, 5]. Наиболее долголетней культурой является люцерна. Однако в Нечерноземной зоне на дерново-подзолистых почвах отрицательное влияние на устойчивость люцерны в составе агрофитоценозов негативное действие могут оказывать кислая реакция почвенной среды и близкий уровень грунтовых вод. В настоящее время во ВНИИ кормов им. В.Р. Вильямса выведены новые сорта люцерны изменчивой, способные формировать устойчивые урожаи даже на бедных почвах сенокосов и пастбищ [7].

Цель исследований – оценить продуктивное долголетие клевера лугового и ползучего, люцерны изменчивой в одновидовых посевах и травосмесях со злаковыми травами, а также костреца безостого и тимopheевки луговой в составе двухкомпонентной травосмеси.