

УДК 631.5

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТОКИ ПОСЕВОВ КОЗЛЯТНИКА ВОСТОЧНОГО И ПЯТИКОМПОНЕНТНОЙ СМЕСИ МНОГОЛЕТНИХ ТРАВ

¹Иванов Д.А., ²Сутягин В.П., ²Тюлин В.А.

¹*Всероссийский НИИ мелиорированных земель, Эммаусс, e-mail: volok123@gmail.com;*

²*ФГБОУ ВО «Тверская государственная сельскохозяйственная академия», Тверь*

Исследования, выполненные в стационарном опыте агроэкологического полигона ВНИИМЗ, показали, что наибольшее количество энергии с урожаем многолетних травостоев используется на вершине холма. Козлятник восточный по склонам больше создаёт энергию на южном склоне, а посевы пятикомпонентной смеси многолетних трав – на северном склоне. На вершине холма энергетический потенциал почвы в плантации козлятника восточного больше на 366 ГДж/га, чем в посевах многолетних трав пятикомпонентной смеси, на северном склоне – на 214 ГДж/га, на южном склоне – на 193 ГДж/га. Наибольший энергетический эквивалент урожая козлятника восточного формируется на вершине холма, что на 19,5 ГДж/га больше, чем на южном склоне, а энергетический эквивалент урожайности пятикомпонентной смеси многолетних трав выше на северном склоне, что на 31 ГДж/га больше, чем на южном склоне.

Ключевые слова: гумус, бобово-злаковая поликомпонентная смесь, агроландшафтный стационар, экспозиция склона, конечно-моренный холм, козлятник восточный, пожнивно-корневые остатки

ENERGY FLOWS CROPS KOZLYATNIKA EASTERN AND TWO-COMPONENT MIXTURES OF PERENNIAL GRASSES

¹Ivanov D.A., ²Sutyagin V.P., ²Tyulin V.A.

¹*All-Russian Research Institute of Reclaimed Lands, Emmaus, e-mail: volok123@gmail.com;*

²*Federal state budgetary educational institution of Higher Education*

Tver State Agricultural Academy, Tver

The researches executed in stationary experience of the VNIIMZ agroecological ground showed that the greatest number of energy with a crop of long-term herbage is used at hill top. Kozlyatnik east on slopes creates energy on the southern slope, and crops of pya-tikomponentny mix of long-term herbs – on a northern slope more. At hill top the power capacity of the soil in a plantation of a kozlyatnik east is 366 GDZh/hectare more, than in crops of long-term herbs of five-component mix, on a northern slope – on 214 GDZh/hectare, on the southern slope – on 193 GDZh/hectare. The greatest power equivalent of a crop of a kozlyatnik east is formed at hill top that is 19,5 GDZh/hectare more, than on the southern slope, and the power equivalent of productivity of five-component mix of long-term herbs is higher on a northern slope that is 31 GDZh/hectare more, than on the southern slope.

Keywords: humus, bean and cereal multicomponent mix, agrolandscape hospital, slope exposition, of course thin hill, kozlyatnik east, pozhnivno-root remains

Функционирование системы «почва – растение» в значительной степени определяется аккумуляцией и трансформацией органического вещества в почве, что показано в многочисленных исследованиях отечественных и зарубежных авторов [5, 6, 8]. Основной составляющей её признаётся гумус почвы, параметры которого значительно варьируют в количественном и качественном отношении по зонам и типам почвы.

Уровень гумусированности почвы зависит от состояния принятой системы земледелия, которая призвана должным образом обеспечить воспроизводство гумуса без дополнительных, неоправданно высоких затрат [1, 10]. При этом биологические особенности растения ставят на первое место. В этой связи повышается роль фитоценологических источников органического вещества в содержании гумуса в почве. Исследования в этом направлении указывают на возможность пополнения запасов органического вещества почвы за счёт растительных остатков.

Разнообразные данные о трансформации органического вещества в ландшафте удобнее анализировать и сопоставлять при переводе их в энергетические единицы [2, 4, 6]. Потоки различных видов энергии в земледелии сливаются в системе «почва – растение – атмосфера», где происходит преобразование кинетической энергии солнца в потенциальную энергию органического вещества растений и где формируется круговорот биологических веществ в экосистеме. Поскольку в системах земледелия почва выступает как биокосное тело, следует учитывать и закономерности почвообразовательных процессов, хотя уже и трансформированных человеком, и считать их первичными, а социально-экономические факторы – вторичными [3, 7]. Возделывание сельскохозяйственных культур оказывает существенное влияние на динамику почвообразовательных процессов почвы.

Расширение посевов злакобобовых травостоев особенно актуально для земельных угодий нечерноземной зоны, почвы которых

нуждаются в больших количествах удобрений [7, 8, 9]. Почвы Тверской области имеют рН KCl на уровне 5,5–5,6. Средневзвешенное содержание гумуса в почвах составляет 2,1%, что соответствует группе среднеобеспеченных. По содержанию доступного фосфора большая часть почв Тверской области находится на уровне от среднего до высокого (более 75%). Динамика содержания доступного калия в почвах Тверской области имеет тенденцию снижения со 115 до 95 мг/кг, а в настоящее время его значение варьирует от 94 до 99 мг/кг и в целом соответствует группе среднеобеспеченных почв. Основной формой миграции химических элементов являются водорастворимые органико-минеральные комплексы, способные как к стабилизации, так и к миграции [10].

Цель исследований – изучить интенсивность энергетических потоков в системе «растение – почва» в зависимости от ландшафтно-экологических условий, антропогенных воздействий и биоразнообразия растительных сообществ на примере козлятника восточного и пятикомпонентной смеси многолетних бобово-злаковых трав.

Материалы и методы исследований

Исследования проводились на агроэкологическом полигоне ВНИИМЗ с 1997 по 2012 гг. Он расположен в пределах конечно-моренного холма с относительной высотой 15 м, состоящего из межхолмных депрессий (северной и южной), южного склона крутизной 3–5°, плоской вершины и северного склона крутизной 2–3°. Почвенный покров представлен вариацией-мозаикой дерново-подзолистых глееватых и глеевых почв, развивающихся на двучленных отложениях различной мощности. Южный склон характеризуется господством песчаных и супесчаных почв, тогда как на северном преобладают их легкоуглинистые разновидности, что является генетической особенностью конечно-моренных гряд.

Почвы агроэкологического стационара осушены регулярным гончарным дренажем с междренными расстояниями от 20 до 40 м. Агрохимическое обследование почв стационара проводилось в начале и конце исследований. Почва на южном склоне дерново-подзолистая слабооглеенная супесчаная, среднеслабосмытая на мощном двучлене, содержание гумуса составляло 2,92%, P_2O_5 – 727 и K_2O – 238 мг/кг почвы, рН KCl – 5,81. Плоская вершина характеризуется дерново-подзолистой, преимущественно глееватой песчаной почвой на среднемощном двучлене, содержание гумуса составляет 2,69%, P_2O_5 – 439 и K_2O – 292 мг/кг почвы, рН KCl – 5,36). На северном склоне почва дерново-подзолистая глееватая легко-среднесуглинистая на маломощном двучлене, содержание гумуса составляло 3,21%, P_2O_5 – 289 и K_2O – 116 мг/кг почвы, рН KCl – 6,12. Удобрения за время наблюдений не вносились. Исследования проводили на плантациях козлятника восточного и травосмеси из 5 компонентов, состоящей из следующих видов многолетних трав:

1. Люцерна синегрибридная сорта «Вега».
2. Клевер луговой «ВИК-7».
3. Тимофеевка луговая «ВИК-9».
4. Овсяница луговая «ВИК-5».
5. Райграс пастбищный «ВИК-6».

Результаты исследований и их обсуждение

Природные условия склонов различной экспозиции конечно-моренного холма, ботанический состав посевов многолетних трав, сроки их использования оказывают существенное влияние на энергетический баланс агроэкосистемы. В табл. 1 показана потенциальная энергия почвы в виде энергетического эквивалента гумуса почвы на плантации козлятника восточного и посевов пятикомпонентной смеси многолетних трав в начале (1997) исследований и через 15 лет в 2011–2012 г.

Таблица 1

Потенциальный запас энергии гумуса в слое почвы 0–20 см агроландшафтного полигона, ГДж/га

Элементы рельефа	Козлятник восточный			Пятикомпонентная смесь многолетних трав		
	1998 г.	2011 г.	среднее	1998 г.	2012 г.	среднее
Южный склон	2014,8	2228,7	2125,2	2014,8	1842,3	1932,0
Вершина холма	1856,1	2166,6	2014,8	1856,1	1435,2	1649,1
Северный склон	2214,9	2677,2	2449,5	2214,9	2256,3	2235,6
Среднее	2028,6	2359,8	2194,2	2028,6	1842,3	1938,9
Доверительный интервал, ± ГДж/га	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1

Результаты исследований свидетельствуют, что в посевах козлятника восточного энергетический потенциал почвы за годы исследований повысился на 214 ГДж/га и в среднем был больше на 255 ГДж/га, чем в посевах пятикомпонентной смеси многолетних трав, причём на вершине холма энергии было больше на 366 ГДж/га, на северном склоне – на 214 ГДж/га, на южном склоне – на 193 ГДж/га. Следует отметить, что почвы под обоими видами многолетних трав обладают большей энергией на северном склоне, а меньшей – на вершине холма. Так, в посевах козлятника на северном склоне потенциальной энергии больше на 435 ГДж/га, а в посевах пятикомпонентной смеси на 586 ГДж/га.

Энергетический потенциал почвы во многом определяется количеством пожнивно-корневых остатков, образованных культурой. В табл. 2 представлены энергетические эквиваленты пожнивно-корневых остатков многолетних травостоев на агроландшафтном полигоне. Пожнивно-корневые остатки представляют собой оставшуюся после скашивания стерню, узел кущения многолетних трав и корни. Исследования показали, что энергетический потенциал пожнивно-корневых остатков у козлятника восточного на 97 ГДж/га больше, чем у пятикомпонентной смеси многолетних трав.

ский потенциал пожнивно-корневых остатков накапливается на вершине конечного моренного холма. Влияние экспозиции склонов на процесс накопления энергии во многом определяется свойствами травостоя. Так, козлятник восточный больше энергии после вершины холма накапливает на южном склоне, а посеvy пятикомпонентной смеси многолетних трав – на северном склоне. Разница между северным и южным склоном составляет от 5 до 26 ГДж/га, причём, 26 ГДж/га – это разница в посевах козлятника восточного.

Энергия пожнивно-корневых остатков сельскохозяйственных культур является важным показателем функционирования агроэкосистем. Это приходная статья энергетических потоков агроэкосистемы. На ее основе совместно с другими потоками энергии можно определить КПД системы.

Энергетический эквивалент урожайности многолетних травостоев является итоговым показателем функционирования агроэкосистемы. Он является статьей отчуждения (потери) энергии из агроэкосистемы. Данные табл. 3 свидетельствуют о потере энергетического эквивалента системы в виде урожайности козлятника восточного и пятикомпонентной смеси многолетних трав к концу исследований. Энергия урожайности козлятника восточного выше, чем пятикомпонентной смеси многолетних трав, в среднем на 1,5 ГДж/га.

Таблица 2

Энергетический эквивалент массы пожнивно-корневых остатков агрофитоценозов многолетних трав на агроландшафтном полигоне, ГДж/га сухой массы

Элемент рельефа	Козлятник восточный 1998–2011 гг	Пятикомпонентная смесь многолетних трав 1998–2012 гг.
Южный склон	355,2	265,0
Вершина холма	458,8	303,4
Северный склон	333,0	284,2
Среднее	381,1	284,2
Доверительный интервал, ± ГДж/га	0,2	0,4

Необходимо отметить, что энергетический эквивалент органического вещества почвы на плантации козлятника восточного почти в 6 раз больше энергии пожнивно-корневых остатков, а в посевах трав больше чем в 10 раз.

Экспозиции склонов оказали заметное влияние на энергетические характеристики агроэкосистемы ландшафтного полигона. Данные табл. 2 свидетельствуют, что независимо от ботанического состава и срока пользования многолетним травостоем наибольший энергетиче-

Наибольшее количество энергии урожая козлятника восточного формируется на вершине холма – на 19,5 ГДж/га больше, чем на южном склоне. Одной из причин является более развитая корневая система в этом местоположении, развитие которой, вероятно, определяется гидрологическими условиями эксперимента. Энергетический эквивалент урожайности пятикомпонентной смеси многолетних трав выше на северном склоне – на 31 ГДж/га больше, чем на южном склоне.

Таблица 3

Влияние элементов конечно-моренного холма на энергетический эквивалент урожайности многолетних травостоев, ГДж/га

Элементы рельефа	Козлятник восточный			Пятикомпонентная смесь многолетних трав		
	1998 г.	2011 г.	среднее	1998 г.	2012 г.	среднее
Южный склон	102,0	130,2	117,2	110,9	103,4	107,2
Вершина холма	141,1	130,2	136,7	126,0	112,8	120,3
Северный склон	104,2	132,4	119,4	144,8	131,6	139,1
Среднее	115,0	130,2	123,7	127,8	116,6	122,2
Доверительный интервал \pm ГДж/га	8,2	0,6	3,9	0,6	0,6	0,2

Таблица 4

Доля отчуждаемой энергии с урожаем из суммы энергии гумуса и пожнивно-корневых остатков, %

Элементы рельефа	Посевы козлятника восточного			Посевы пятикомпонентной смеси многолетних трав		
	1998 г.	2011 г.	среднее	1998 г.	2011 г.	среднее
Южный склон	4,4	5,0	4,7	4,9	4,8	4,9
Вершина холма	6,0	5,0	5,5	6,0	6,2	6,2
Северный склон	4,1	4,4	4,3	5,9	5,1	5,5
Среднее	4,8	4,7	4,8	5,6	5,4	5,5

Агроландшафтная система многолетних травостоев функционирует как термодинамическая система открытого типа, где устойчивость или стабильность её определяется энергетическим балансом. В настоящей работе не приводится поступление энергии солнца, потому что результаты ФАР по элементам конечно-моренного холма различаются незначительно.

Данные табл. 4 показывают, что наибольшее количество энергии с урожаем многолетних травостоев используется на вершине холма. Козлятник восточный по склонам больше расходует на южном склоне, а посевы пятикомпонентной смеси многолетних трав – на северном склоне. Устойчивое функционирование агроландшафтного полигона как экосистемы объясняется результатами табл. 4, где отчуждение энергии составляет в среднем 5,5%. По нашим данным, отчуждение энергии более 30% начинает отрицательно влиять на баланс органического вещества в агроэкосистеме.

Заключение

1. В посевах козлятника восточного энергетический потенциал почвы в среднем больше на 255 ГДж/га по сравнению с многолетними травами пятикомпонентной смеси. По элементам холма на вершине энергетический потенциал почвы под козлятником восточным больше на 366 ГДж/га, на северном склоне – на 214 ГДж/га, на южном склоне – на 193 ГДж/га, чем в многолетних травах пятикомпонентной смеси.

2. Энергетический потенциал пожнивно-корневых остатков у козлятника восточного на 97 ГДж/га больше, чем у пятикомпонентной смеси многолетних трав. Энергия пожнивно-корневых остатков на вершине холма выше, чем на других элементах, потому, что архитектоника посевов козлятника на вершине создала благоприятные условия для течения процесса фотосинтеза.

3. Наибольшее количество энергии урожая козлятника восточного формируется на

вершине холма, что на 19,5 ГДж/га больше, чем на южном склоне. Одной из причин этого является более развитая корневая система на вершине холма. Энергетический эквивалент урожайности пятикомпонентной смеси многолетних трав выше на северном склоне, что на 31 ГДж/га больше, чем на южном склоне.

4. Наибольшее количество энергии с урожаем многолетних травостоев отчуждается на вершине холма. Козлятник восточный по склонам больше расходует на южном склоне, а посевы пятикомпонентной смеси многолетних трав – на северном склоне.

5. Предлагается многолетние травостои с козлятником восточным, люцерной синегибридной использовать в выводных полях не менее 10 лет.

Список литературы

1. Булаткин Г.А. Эколого-энергетические проблемы оптимизации продуктивности агроэкосистем. – Пушино. ОНТИ НЦБИ АН СССР. 1991. – 42 с.
2. Коринец В.В. Необходим системно-энергетический подход к изучению агроценоза // Земледелие. – 1988. – № 5. – С. 28–30.
3. Сутягин В.П. Агроэкологические аспекты продукционного процесса в растениеводстве / Сутягин В.П., Тюлин В.А. – Тверь: Изд. «Агросфера», 2008. – 332 с.
4. Сутягин В.П. Биоэнергетический подход к изучению агрофитоценозов // Агро XXI. – 2008. – № 10–12. – С. 10–12.
5. Сутягин В.П. Методические особенности изучения севооборотов с короткой ротацией при применении удобрений и химических средств защиты растений // Вестник Тверского государственного университета. Серия: Химия. – 2011. – № 12. – С. 263–267.
6. Сутягин В.П. Принципы формирования устойчивости агрофитоценозов адаптивно-ландшафтного земледелия. – Тверь: Изд. ТГСХА «Агросфера», 2007. – 286 с.
7. Тюлин В.А. Продукционный процесс зерновых культур и многолетних трав в различных ландшафтных условиях / В.А. Тюлин, Д.А. Иванов, Н.В. Гриц // М-во сельского хозяйства Российской Федерации, ФГОУ ВПО «Тверская гос. с.-х. акад.». – Тверь, 2010.
8. Тюлин В.А. Формирование устойчивой продуктивности бобово-злаковых и злаковых травостоев. – Тверь: Изд. ООО «Губернская медицина», 2000. – 224 с.
9. Тюлин В.А., Кобзин А.Г., Амбросимова Н.Н., Вагунин Д.А. Эффективность приёмов обработки почвы при создании бобово-злаковых травостоев // Кормопроизводство. – 2011. – № 11. – С. 14–16.
10. Фокин А.Д. Роль растений в перераспределении веществ по почвенному профилю // Почвоведение. – 1999. – № 1. – С. 125–133.