

Т. А. СЛАДКОВСКАЯ, В. В. МОИСЕЕНКО

ФОТОСИНТЕТИЧЕСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЛИСТОВОГО АППАРАТА РАСТЕНИЙ ЕЖИ СБОРНОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЭЛЕМЕНТОВ ТЕХНОЛОГИИ ВЫРАЩИВАНИЯ В УСЛОВИЯХ ПОЛЕСЬЯ УКРАИНЫ

(Поступила в редакцию 04.08.2015)

Приведены результаты исследований влияния площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала на урожайность семян ежи сборной в условиях Полесья Украины. На основании полученных данных представлены результаты статистической обработки по выявлению корреляционных связей между фотосинтетическим потенциалом и урожайностью семян ежи сборной. Установлена высокая корреляционная связь между урожаем и площадью листовой поверхности ($r=0,97$), а также между урожаем и фотосинтетическим потенциалом ($r=0,93$). Также показана зависимость урожая семян от сортовых особенностей ежи сборной, сроков сева и удобрения.

We have presented results of research into the influence of leaf surface area and photosynthetic capacity on cocksfoot seed yield in conditions of Ukrainian Polissya. On the basis of these data, we have presented results of statistical processing aimed at identifying the correlations between photosynthetic potential and productivity of cocksfoot seeds. We have established high correlation between yield and leaf surface area ($r = 0,97$), and between yield and photosynthetic capacity ($r = 0,93$). We have also shown dependence of seed yield on variety peculiarities of cocksfoot, sowing terms and fertilizer.

Введение

Ежа сборная относится к основным наиболее урожайным компонентам травостоя, особенно при интенсивном использовании сенокосов и пастбищ, поскольку хорошо отзывается на внесение удобрений и орошения В. Р. Вильямс считал ее наиболее ценным и пригодным для хозяйственного использования растением.

Ежа одинаково важна как для сенокосного, так и для пастбищного пользования, она более урожайная по сравнению с другими травами, хорошо переносит затенение. При использовании на пастбищах в благоприятных условиях она способна интенсивно отрастать весной и наращивать зеленую массу после каждого стравливания. Ее листья остаются зелеными до поздней осени. Это позволяет получать ранний пастбищный корм, сокращать интервалы между стравливания до 15-20 дней и избежать сезонных колебаний в продуктивности пастбищ. С целью увеличения пастбищного периода целесообразно до 25% и более площадей занимать чистыми посевами ежи сборной [1, 6, 10].

Очень важны такие свойства ежи сборной, как стабильная по годам урожайность, высокая чувствительность к удобрениям, особенно азотным, широкая приспособленность к окружающим условиям, быстрое отрастание после скашивания и стравливания, высокая кормовая ценность вегетативной массы. Активно используя весеннюю влагу ежа даже в засушливые годы дает сравнительно высокие урожаи в первом укосе. Это культура интенсивного использования. За пастбищный период при орошении ее можно стравливать 5–6 раз. С травостоя ежи сборной можно получать высокие выровненные урожаи кормов в течение многих лет. Этим удлиняются сроки использования травостоя, сокращаются производственные затраты на создание и улучшение сенокосов и пастбищ. Ежа сборная, не-

смотря на относительную нетребовательность к плодородию почвы, лучше других пастбищных растений откликается на влажность почвы и удобрение [4, 5, 10].

Анализ источников

Урожайность растений определяется прежде всего размерами и производительностью работы фотосинтетического аппарата, в процессе роста и развития растений который должен как можно скорее достичь оптимального размера. Одним из факторов, что регулирует площадь ассимиляционной поверхности, является питательный режим растений. Поэтому в период вегетации необходимо создавать благоприятные условия питания, чтобы растения сформировали оптимальную площадь листового аппарата для эффективной фотосинтетической деятельности. Высокие урожаи можно получить только в посевах, динамично формирующих оптимальную площадь листьев, способную к активной работе в течение длительного времени вегетации [2].

Биологическое значение размеров листовой поверхности состоит в том, что от них зависит степень поглощения посевами фотосинтетической активной радиации (ФАР). Именно для мощности ассимиляционного аппарата принято определять фотосинтетический потенциал (ФП) – показатель, характеризующий возможность посевов использовать для фотосинтеза ФАР. Считают, что высокопроизводительные посевы имеют ФП не менее 2,2–3,0 млн. м² в сутки в расчете на 100 дней фактической вегетации [8, 9].

Методы исследования

Схема опыта:

Фактор А – сорта ежи сборной:

1) Киевская ранняя;

2) Муравка.

фактор В – удобрения:

1) без удобрений (контроль);

2) P₆₀K₆₀;

3) N₆₀P₆₀K₆₀;

4) N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖКУ;

5) N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖКУ + бор.

Фактор С – сроки посева:

1) весенний;

2) летний.

Полевые опыты проводились в 2013–2015 гг. на участках Житомирского областного объединения по семеноводству кормовых культур – ООО «Житомирсемтрав», Житомирский р-н, с. Глубочица. Почва опытных участков дерново-подзолистая легкосуглинистая, содержание гумуса – 1,82 %. На травостое ежи сборной применяли высококонцентрированное комплексное хелатное удобрение для внекорневой подкормки зерновых культур в фазу выхода в трубку – Квантум-Зерновые с содержанием P₂O₅ – 6 %, K₂O – 9 %, SO₃ – 3 %, В – 0,5 %, Zn – 1,6 %, Cu – 1,6 %, Mn – 0,7 %, Mo – 0,015 %, Ni – 0,01 %, Co – 0,003 %, гуминовые вещества, аминокислоты. Концентрированное борное удобрение Квантум-Бор Актив содержит бор в органической форме, применяется для внекорневой подкормки культур. Благодаря активной органической форме бора и наличие в его составе молибдена и меди препарат легко усваивается растениями.

Основная часть

Высокие урожаи можно получить только в посевах, динамично формирующих оптимальную площадь листьев, способную к активной работе в течение длительного времени вегетации [3].

Наши исследования показали, что минеральное питание значительно влияет на формирование листовой поверхности ежи сборной. В течение всего вегетационного периода на удобренных делянках она была больше, чем на контроле. Максимальных размеров листовая поверхность достигла в период выхода в трубку. Площадь листовой поверхности сортов ежи сборной в зависимости от срока сева и фона питания менялась следующим образом (табл. 1). По фонам питания N₆₀P₆₀K₆₀, N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖКУ и N₆₀P₆₀K₆₀ + ЖКУ + В сорта ежи сборной Киевская ранняя и Муравка как при весеннем, так и летнем посеве имели наибольшую площадь листьев; разницы между этими вариантами в пределах НСР₀₅. Нами установлено, что внесение N₆₀P₆₀K₆₀ увеличило площадь листовой поверхности в сравнении с неудобренным контролем в среднем на 13 %. Внесение жидких комплексных удобрений почти не оказало влияния на данный показатель в сравнении с N₆₀P₆₀K₆₀. Исключение из состава полного минерального удобрения азота приводило к значительному уменьшению показателей.

Таблица 1. Динамика площади листовой поверхности сортов ежи сборной в зависимости от сроков посева и удобрения, тыс. м²/га (среднее за 2013–2015 гг.)

Сорт	Покровная культура	Удобрение	Фаза роста и развития				
			кущение	выход в трубку	выметывание метелки	цветение	молочная спелость
Киевская ранняя	весенний	Контроль	14,5	33,7	26,9	23,5	11,8
		P ₆₀ K ₆₀	15,5	35,0	28,0	24,1	12,3
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	16,9	40,8	32,3	28,1	14,6
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ	16,9	40,5	31,4	27,8	14,5
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ+В	17,2	41,1	31,8	28,1	14,4
	летний	Контроль	15,0	32,1	26,2	22,8	11,3
		P ₆₀ K ₆₀	15,2	34,0	27,8	23,8	11,7
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	18,4	44,9	34,8	32,3	14,9
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ	18,6	45,3	35,4	32,3	15,0
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ+В	18,3	45,1	35,1	32,5	15,0
Муравка	весенний	Контроль	14,6	33,5	27,0	23,8	11,8
		P ₆₀ K ₆₀	15,9	34,8	28,2	24,5	12,5
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,7	45,3	34,9	32,5	15,1
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ	17,6	45,0	34,4	32,5	15,5
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ+В	17,7	44,9	34,9	32,6	15,4
	летний	Контроль	15,1	32,7	26,2	24,4	11,5
		P ₆₀ K ₆₀	16,1	34,8	28,1	26,3	12,3
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	17,7	45,6	35,8	32,3	15,1
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ	17,9	45,2	34,4	32,0	14,7
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ+В	18,0	45,0	34,5	32,3	15,0
НСР ₀₅ общая			1,4	5,4	3,6	3,9	1,6

По срокам сева в фазе выхода в трубку сорт ежи сборной Муравка был лучшим как при весеннем, так и при летнем посеве (средние площади листьев составляли соответственно 40,7 и 40,4 тыс. м²); сорт Киевская ранняя достигал площади листьев сорта Муравка варианта летнего посева – 40,3 тыс. м². Анализ данных, полученных в опыте, позволил установить, что между размером листовой поверхности и уровнем урожая существует прямая корреляционная зависимость. Так, в период выметывания метелки коэффициент корреляции составлял 0,94. Эта зависимость действует в пределах 88 % данных выборки. Эту зависимость можно описать уравнением регрессии $y = -0,252 + 0,019 \cdot x$.

Таблица 2. Динамика фотосинтетического потенциала сортов ежи сборной в зависимости от сроков посева и удобрения, тыс. м²/га в сутки

Сорт	Срок посева	Удобрение	Фаза роста и развития			
			кущение-выход в трубку	выход в трубку-выметывание метелки	выметывание метелки-цветение	цветение-молочная спелость
Киевская ранняя	весенний	контроль	1,3	1,3	1,9	1,3
		P ₆₀ K ₆₀	1,4	1,5	2,4	1,3
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,3	1,6	2,7	1,4
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ	1,4	1,8	2,6	1,5
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ+В	1,4	1,8	2,6	1,5
	летний	контроль	1,5	1,6	2,2	1,4
		P ₆₀ K ₆₀	1,4	1,5	2,3	1,3
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,3	1,7	2,9	1,4
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ	1,5	1,9	3,0	1,6
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ+В	1,5	1,9	3,0	1,5
Муравка	весенний	контроль	1,4	1,7	2,5	1,3
		P ₆₀ K ₆₀	1,3	1,5	2,4	1,1
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,4	1,7	2,9	1,3
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ	1,6	1,9	3,0	1,4
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ+В	1,6	1,9	3,0	1,4
	летний	контроль	1,4	1,6	2,5	1,2
		P ₆₀ K ₆₀	1,3	1,4	2,4	1,1
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1,4	1,7	3,0	1,3
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ	1,6	2,0	3,0	1,4
		N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ +ЖКУ+В	1,6	1,9	3,0	1,4
НИР ₀₅ общий			0,09	0,21	0,41	0,25

Один из главных факторов, определяющих уровень продуктивности растений, – фотосинтетический потенциал одного гектара посева. Этот показатель характеризуется суммой ежедневных показателей площади листьев в посевах за полный период вегетации или какие-то его части. В связи с этим возникает необходимость изучения фотосинтетической деятельности посевов кормовых трав в зависимости от приемов возделывания в конкретной почвенно-климатической зоне.

Фотосинтетический потенциал (ФП) отражает фотосинтетическую площадь и продолжительность работы растений над созданием урожая. Основными факторами, которые определяют этот показатель, являются почвенно-климатические условия, биологические особенности сорта, густота растений, уровень минерального питания.

Фотосинтетический потенциал сортов ежи сборной в зависимости от сроков посева и фона питания у сортов Киевская ранняя и Муравка в фазе выметывания метелки был одинаков – в среднем 3,0 млн. м²×сут./га. Поскольку фотосинтетический потенциал рассчитывается на основании показателей площади листьев, то здесь наблюдаются те же тенденции. Величина ФП находится в зависимости от норм азота и фазы роста и развития растения. Анализ данных, полученных в опыте, позволил установить, что между фотосинтетическим потенциалом и уровнем урожая существует прямая корреляционная зависимость.

В период выметывания метелки коэффициент корреляции составлял 0,93. Эта зависимость действует в пределах 86 % данных выборки. Зная уровень фотосинтетического потенциала при помощи уравнения регрессии $y = -0,23 + 0,46 \cdot x$ можно с большим уровнем достоверности ($p = 0,0001$) предвидеть возможную урожайность ежи сборной.

Заключение

Минеральные удобрения довольно существенно влияют на формирование у растений ежи сборной площади листовой поверхности и фотосинтетического потенциала в течение всего вегетационного периода этой культуры. Наилучшими эти показатели были при использовании полного минерального удобрения, летнего срока посева и использования сорта Муравка.

Установлена корреляционная зависимость между фотосинтетическим потенциалом и уровнем урожайности семян и рассчитано уравнение регрессии. Коэффициент корреляции составляет 0,93.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вильямс, В. Р. Избранные сочинения / В. Р. Вильямс. – М.: АН СССР, – 1950. – 459 с.
2. Жимела Г. П. Фотосинтетична продуктивність посівів пшениці твердої ярої залежно від мінеральних добрив та біопрепаратів / Г. П. Жемела, Д. М. Шевніков // Вісник полтавської державної аграрної академії. – 2013. – № 3. – С. 36–40.
3. Каращук, Г. В. Розміри та фотосинтетична діяльність листового апарату рослин сорізу залежно від мінеральних добрив в умовах зрошення півдня України / Г. В. Каращук. – Таврійський науковий вісник: наук. журн. – 2009. – № 64. – С. 62–69.
4. Мойсеенко, В. В. Формирование семян многолетних злаковых трав в зависимости от технологии выращивания в условиях Полесья Украины / В. В. Мойсеенко, Т. А. Сладковская // Ресурсосберегающие технологии в луговом кормопроизводстве: сб. науч. тр. / СПбГАУ. – 2013. – С. 232–236.
5. Мойсієнко, В. В. Насіннева та кормова продуктивність грятости збірної залежно від технології вирощування в умовах Полісся / В. В. Мойсієнко, Т. А. Сладковська // Вісн. ЖНАЕУ. – 2014. – № 1. – С. 62–68.
6. Мойсієнко, В. В. Формування сіяних багаторічних фітоценозів інтенсивного використання шляхом підбору травосумішок / В. В. Мойсієнко // Вісник НАУ. – 2002. – Вип. 50. – С. 92–100.
7. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев / А. А. Ничипорович. – М.: Колос, 1950. – 352 с.
8. Ничипорович, А. А. Фотосинтез и урожай / А. А. Ничипорович. – М.: Знание, 1966. – 47 с.
9. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах / А. А. Ничипорович [и др.]. – М., 1961. – 78 с.
10. Скоблин, Г. С. Ежа сборная / Г. С. Скоблин. – М.: Колос, 1983. – 101 с.