

УДК 631.531.04:[633.253+633.367]:[633.32+633.366]

А. Р. ЦЫГАНОВ, Н. МАКОВСКИ, С. С. КАМАСИН, Б. В. ШЕЛЮТО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ ПОСЕВА ЛЮПИНО-ОВСЯНЫХ И КЛЕВЕРО-ДОННИКОВЫХ СМЕСЕЙ

Белорусская государственная сельскохозяйственная академия

(Поступила в редакцию 21.12.2006)

Донник белый – наиболее высокорослое растение в группе многолетних трав, которое формирует основной урожай в верхнем ярусе. В то же время нижний ярус травостоя остается незаполненным, что обуславливает возможность размещения там второй менее высокорослой культуры и тем самым позволяет увеличить коэффициент использования световой энергии в посеве (тригонометрическое выражение эффекта представлено на рис. 2).

Присутствие клевера в посевах донника также значительно уменьшает содержание кумарина в кормах [1].

Совместное выращивание зерновых злаков и бобовых культур имеет еще более широкий ряд преимуществ перед посевами указанных культур в чистом виде, а именно:

- увеличивается индивидуальная урожайность растений обоих компонентов смеси за счет несовпадения по календарным срокам максимумов поглощения влаги, элементов питания и других факторов жизни, что позволяет оптимизировать их в критические периоды роста и развития обоих видов;

- симбиотический азот бобовых может частично использоваться злаковым компонентом смеси за счет корневых выделений и прижизненного отмирания корневых волосков бобовых или бобовые по крайней мере меньше используют почвенный азот, а больше симбиотический;

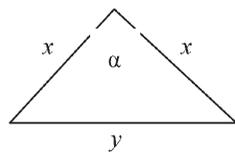
- практически отсутствуют общие вредители и болезни;

- зерновые злаки и бобовые имеют различные: ярусность и типы листьев, корней, общую архитектуру растений;

- овес может играть фитосанитарную роль по отношению к люпину, позволяющую уменьшить поражаемость люпина корневыми гнилями и тлей [2].

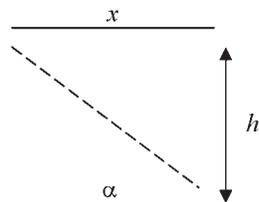
При традиционном способе посева каждый сошник сеялки высевает заранее подготовленную смесь на одинаковую глубину, что не всегда допустимо. К тому же происходит сепарация семян компонентов смеси в семенном ящике, тем самым исключая равномерность их распределения по полю. Кроме того, зерновые злаки и бобовые требуют разных технологических условий: обеспеченности минеральным азотом, степени аэрации почвы, глубины пахотного горизонта, несколько отличного температурного режима и др.

Большие проблемы возникают при подборе одновременно созревающих сортов и приемлемых гербицидов для люпино-овсяных смесей. Данные культуры наиболее интересны в смеси из-за их способности усваивать малоподвижные формы фосфора, что обуславливает возможность получения трансгрессивного эффекта. Кроме того, они могут произрастать на более легких и кислых почвах. Основной же причиной отсутствия широкого интереса к люпино-овсяным смесям, выращиваемым на зернофураж, является различная скорость протекания начальных фаз развития: люпин часто заглушается быстрорастущим овсом, причем в фазу закладки будущих генеративных органов люпина. Все это в значительной степени снижает преимущества совместных посевов и не позволяет реализовать полностью потенциал их урожайности.



При $\alpha = 90^\circ$, $x = y \sin 45^\circ$
 $x = y \frac{\sqrt{2}}{2}$; $2x = y\sqrt{2} = 1,41y$

Рис. 1. Тригонометрическое доказательство увеличения площади поверхности почвы на 41% при микрорельефном способе посева



$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{x}, \quad \alpha = \operatorname{arc} \operatorname{tg} \frac{h}{x}$$

где α – угол падения солнечного луча;
 x – ширина листа; h – расстояние между листьями по высоте

Рис. 2. Тригонометрическое доказательство увеличения освещенности листьев растений в нижнем ярусе при микрорельефном способе посева и при посеве разнорослых культур

Для устранения указанных недостатков и создания дополнительных преимуществ нами был разработан микрорельефный способ посева злаково-бобовых зерносмесей, сущность которого заключается в формировании в процессе посева почвенных гребней равнобедренно-треугольной формы. При этом бобовый компонент высевается в почвенные гребни на глубину 2–8 см, а злаковый компонент между почвенными гребнями – на глубину 2–3 см. Высота гребней (14–15 см) равна половине их основания (28–30 см).

Теоретические предпосылки увеличения урожайности компонентов злаково-бобовой зерносмеси при микрорельефном способе посева. Полезная площадь поверхности почвы увеличивается на 41%. Тем самым снижается конкуренция за свет между компонентами смеси в начальные периоды развития, когда происходит закладка будущих генеративных органов, количество и качество которых зависит в том числе и от степени освещенности. Данное утверждение легко доказывается тригонометрически (рис. 1, 2).

Из данных рис. 2 видно, что величина угла падения солнечного луча на нижний лист прямо пропорциональна расстоянию между листьями и обратно пропорциональна ширине листьев.

Это имеет следующие преимущества:

- увеличивается продуктивная кустистость и озерненность соцветий злакового компонента смеси в силу того, что между почвенными гребнями концентрируется нитратный азот, повышается влажность почвы и понижается ее температура. В конечном итоге зерновые злаки удлиняют период вегетации, но формируют большую урожайность по сравнению с традиционным способом посева;

- увеличивается пахотный горизонт и температура почвы в гребнях, а также возможна активизация симбиотического комплекса за счет усиления аэрации, что способствует увеличению количества бобов на растениях бобовых, количества семян в бобах и массы 1000 семян. Не в меньшей степени этому способствует и подъем стартовой точки роста бобовых, которые отличаются от злаков замедленным темпом в начальные фазы роста;

- семена обоих компонентов смеси высеваются на оптимальную для каждого из них глубину;

- уменьшаются потери при уборке в случае полегания посевов, так как полегшие растения соприкасаются с почвой только на вершинах гребней, быстрее просыхают, препятствуют прорастанию сорняков, а подъемные пальцы мотвила жатки могут захватывать пласт полегших растений ниже уровня его расположения;

- объем почвы с максимальным воздухообменом (0–10 см) при формировании гребней высотой 15 см и шириной 30 см по основанию увеличивается на 34%, что активизирует жизнедеятельность полезной аэробной микрофлоры и может способствовать не только увеличению эффективного, но и потенциального плодородия почвы;

– дополнительное оборудование сеялки сошниками-окучками и профилирующе-прикатывающими катками позволяет производить посев после однократной культивации зяби или по весновспашке;

– подъем корневой системы бобовых по отношению к корням злаков теоретически позволяет увеличить долю симбиотического азота, получаемого последними за счет прижизненного отмирания корневых волосков и корневых выделений бобовых;

– возможность снижения общей нормы минерального азота до 45 кг д. в/га, в том числе 30–35 кг/га в виде подкормки в фазу середина – конец кущения злаков, поскольку гранулы твердых азотных удобрений скатываются с гребней, т. е. удваивают дозу подкормки для зерновых и не наносят существенного ущерба симбиотическому комплексу бобовых;

– чередование рядков бобовых и злаковых культур ограничивает их перезаражение болезнями и вредителями, специфичными для каждого из них, что уменьшает или даже исключает обработку посевов фунгицидами и инсектицидами;

– при микрорельефном способе посева на поверхности оказывается средний слой пахотного горизонта, наименее засоренный семенами сорняков, что позволяет снизить гербицидную нагрузку посевов;

– созданный микрорельеф почвы позволяет производить междурядную поверхностную обработку посевов [3] и полностью исключить применение гербицидов. Важность данного момента заключается еще и в том, что в настоящий период нет гербицидов, которые не оказывали бы негативного влияния различной степени на один из компонентов смеси. Особенно это актуально для совместных посевов люпина и зерновых злаков;

– исключается вероятность изменения местоположения высеянных семян в почве от воздействия заделывающих механизмов, так как заделка семян между гребнями осуществляется за счет осыпания почвы с гребней после их прикатывания профилирующе-прикатывающими катками сеялки [4];

– появляется дополнительное углекислотное питание растений из-за увеличения поверхности «испарения» CO_2 почвой (рис. 1);

– посев озимых зерновых и вики озимой поперек господствующих ветров будет способствовать дополнительному снегонакоплению, но более раннему сходу снега;

– микрорельефный посев поперек склонов, особенно в бассейнах рек и озер, будет иметь не только противозрозионное значение, но и предотвратит смывание минеральных удобрений с дождем.

Все вышеуказанное создает реальные перспективы появления экологического земледелия с высокими урожаями малой себестоимости [2].

Цель настоящих исследований – установить эффективность смешанных посевов в зависимости от способа посева по урожайности, продуктивности и коэффициентам биологической эффективности (LER) по сравнению с монокультурами обоих компонентов смесей.

Объекты и методы исследований. Полевые опыты проводили на опытных полях кафедры растениеводства и кафедры кормопроизводства БГСХА в 1995–1999 гг. и 2002–2004 гг.

Объектами исследований являлись: люпино-овсяная зерносмесь, монокультура овса посевного, монокультура люпина узколистного, клеверо-донниковые смеси, монокультура донника белого и клевера лугового.

Почва опытного участка дерново-подзолистая, легкосуглинистая, развивающаяся на лессовидных суглинках, подстилаемых моренным суглинком. С глубины 0,9–1,1 м встречается песчаная прослойка. Мощность пахотного горизонта 22–24 см. Характеризовалась следующими агрохимическими показателями пахотного горизонта: pH_{KCl} 6,1; содержание гумуса – 1,6%; P_2O_5 – 223 мг/кг почвы; K_2O – 241 мг/кг почвы.

Опыт с люпином и овсом включал 4 варианта:

I (контроль) – люпин узколистный в чистом виде с нормой высева 0,8; 1,2 млн шт/га семян 100%-ной посевной годности (ПГ). В 1995–1997 гг. высевали сорт Бисер 375 (суперэлита, элита); в 1998–1999 гг. – Першацвет (I, II репродукция);

II (контроль) – овес посевной в чистом виде (4,5; 5,0 млн шт/га семян 100%-ной ПГ). Сорта – Эрбграф, Буг (I, II репродукция);

III – овес (2,25; 2,50 млн шт/га) + люпин (0,4; 0,6 млн шт/га), т. е. с половинными от монокультур нормами высева, посев черзрядный;

IV – аналогично варианту III + микрорельеф почвы с высотой гребней 14–15 см и шириной по основанию 28–30 см.

В 1995–1999 гг., кроме 1997 г., проводили микроделяночные модельные опыты с площадью учетных делянок 1,0 и 1,8 м². Ширина между рядками посева 15 см. Посев вручную.

Для уменьшения влияния краевого эффекта микроделянки размещали в посевах зерновых культур (чаще ячменя) и крайние рядки не учитывали.

В 1997 г. посев произведен сеялкой СЗУ-3,6 (аналог СЗ-3,6), оборудованной профилирующе-прикатывающими катками. Высев люпина осуществляли из туковых ящиков сеялки в гребни на глубину 2–3 см; высев овса – из семенных ящиков сеялки между почвенными гребнями на глубину 2–3 см. Площадь учетной делянки – 100 м².

Для борьбы с сорняками использовали почвенный гербицид Гезогард 50 в дозе 1,2 кг/га (по препарату). Повторность опыта – четырехкратная.

В 1995–1996 гг. норма внесения удобрений составляла N₄₅P₆₀K₉₀, в том числе N₃₀ в подкормку (фаза середины кущения овса). В 1998–1999 гг. агрофон был без азота (P₆₀K₉₀).

Урожайные данные обрабатывали статистически, методом дисперсионного анализа.

В 2002–2004 гг. проводили опыт, заложенный дважды путем повторения во времени. Почва участка дерново-подзолистая легкосуглинистая слабооподзоленная, развивающаяся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом моренным суглинком с глубины около 1 м.

Агрохимические показатели пахотного слоя почвы следующие: рН_{KCl} 0,6, гидролитическая кислотность – 0,85 ммоль на 100 г почвы, степень насыщенности основаниями – 95%, гумуса (по Тюрину) – 1,50%, элементов минерального питания: фосфора P₂O₅ – 183 и калия K₂O – 173 мг на 1 кг почвы. Мощность гумусово-аккумулятивного горизонта A₁ составляла 21 см, подзолисто-иллювиального A₂B₁ – 8 см, иллювиального B₁ – 33 см.

Опыт проводили по следующей схеме:

I – донник в чистом виде (7 млн шт/га семян 100%-ной ПГ);

II – клевер в чистом виде (7 млн шт/га семян 100%-ной ПГ);

III – донник (3,5 млн шт/га) + клевер (3,5 млн шт/га), посев в один рядок;

IV – донник (3,5 млн шт/га) + клевер (3,5 млн шт/га), посев культур в разные рядки (черзрядный посев);

V – донник (3,5 млн шт/га) + клевер (3,5 млн шт/га), посев в разные рядки по схеме 1 + 2;

VI – донник (3,5 млн шт/га) + клевер (3,5 млн шт/га), посев в разные рядки по схеме 2 + 1.

Расстояние между рядками 15 см. Посев беспокровной ранневесенний. Агрофон P₉₀K₁₃₅. Площадь учетной делянки 50 м². Повторность опыта четырехкратная.

Коэффициенты биологической эффективности смешанных посевов (по международной классификации LER [5]) рассчитывали как сумму отношений урожайностей компонентов смесей к урожайностям соответствующих контролей монокультур.

При оценке биологической эффективности клеверо-донниковых смесей учитывали только чистую урожайность донника и клевера, т. е. за вычетом урожая сопутствующих видов.

Результаты и их обсуждение. Несмотря на то что норма высева люпина на микрорельефном варианте составляла 50% от контроля (вариант I), урожайность семян люпина на этом варианте составляла по годам 69–85% от контроля I при среднем значении 73% (табл. 1), в том числе в годы исследований с агрофоном N₄₅P₆₀K₉₀ – 72% и в годы исследований с агрофоном P₆₀K₉₀ – 82%. Увеличение индивидуальной урожайности растений по сравнению с контролем происходило в большей степени за счет увеличения количества бобов на растении и в меньшей степени за счет увеличения количества семян в бобе и массы 1000 семян.

В то же время в III варианте, где люпин также высевали в половинной дозе по отношению к контрольному варианту, урожайность семян составляла от 40 до 61% к контролю, причем максимальные значения (61%) отмечены лишь в годы без азотных удобрений. Наименьшее значение – 40% от контроля – было в 1997 г., когда учетная площадь делянки составляла 100 м². Данный факт свидетельствует о том, что, несмотря на все предосторожности, не удалось избежать влия-

ния эффекта краевых рядков на микроделянках. В любом случае следует признать, что угнетение люпина более высокорослым и конкурентоспособным овсом при рядковом посеве смеси является более сильным, чем взаимное угнетение растениями люпина на контроле.

Указанное угнетение оказывает большее негативное влияние на индивидуальную урожайность растений, чем позитивное влияние от уменьшения нормы высева на 50%, или по крайней мере сводит позитивное влияние к нулевому эффекту, поскольку в среднем за годы исследований сбор семян в **III варианте составил около 50% от контроля.**

На микрорельефном варианте, где люпин страдал от затенения овсом в меньшей степени, позитивное влияние на урожайность отдельного растения от уменьшения нормы высева проявилось полнее.

Относительно овса следует отметить, что урожайность отдельного растения с уменьшением нормы высева возрастала на обоих вариантах посева люпино-овсяных смесей (табл. 1). Так, при половинной норме высева на **III и микрорельефном вариантах урожайность составила 56 и 76%** соответственно в среднем за годы исследований.

Увеличение индивидуальной урожайности растений на варианте **III с гладким посевом** обеспечивалось в большей степени повышением озерненности соцветий и в меньшей степени повышением продуктивной кустистости. На варианте **IV с микрорельефным способом посева** определяющим являлось повышение продуктивной кустистости, а в отдельные годы и более высокая озерненность соцветий по сравнению с контролем монокультуры.

Это свидетельствует о том, что овес в составе смесей с люпином находится в более выгодном положении, так как угнетается люпином меньше, чем взаимное угнетение растениями овса в монокультуре. Наиболее близкая к показателю монокультуры урожайность овса в смесях имела место в 1997 г. при посеве сеялкой: 60% при гладком посеве и 92% при микрорельефном посеве, причем более высокая урожайность контроля в последнем случае была недостоверной.

Факт получения достоверной прибавки урожайности овса в 1998 г. на микрорельефном варианте по отношению к **III варианту представляет интерес в том плане, что она получена без внесения азотных удобрений.** Факторами, способствующими ее получению, на наш взгляд, была повышенная влажность почвы между гребнями и концентрация здесь же нитратного азота за счет активизации аммонифицирующих и нитрифицирующих микроорганизмов в почвенных гребнях с повышенной аэрацией и температурой в гребнях. По этой же причине нельзя исключать и вероятность активизации свободноживущих микроорганизмов-азотфиксаторов.

Общий сбор зерна овса и семян люпина на микрорельефном варианте превысил урожайность люпина в чистом виде на 95% и урожайность овса в чистом виде – на 22%. При гладком способе посева смеси ее урожайность была больше урожайности люпина (вариант I) **на 40% и меньше урожайности овса (вариант II) на 13%.**

Однако более ясную картину при сравнении уровней урожайности монокультур и смешанных посевов дает суммарно-производная урожайность с 2 га. При расчете данного показателя урожайности с двух контролей суммируются, а урожайности с вариантов со смесями умножаются на 2. Считаем, что такая методика приемлема в случаях, когда норма высева компонентов в смеси составляет половину от контролей монокультур.

Из данных последней колонки табл. 1 видно, что даже при гладком посеве смеси (вариант III) производная урожайность на 7,5% выше суммарной урожайности контролей. Это свидетельствует о том, что более выгодно посеять 2 га люпино-овсяной смеси с половинной нормой высева от монокультуры, чем 1 га овса и 1 га люпина узколистного в виде монокультуры, хотя в данном случае прибавки и не столь велики, а значит потребуют дополнительного экономического обоснования.

При микрорельефном способе посева производная урожайность смеси в среднем за 5 лет была почти на 40% больше аналогичного показателя **III варианта и на 50,4% больше суммарной урожайности контролей**, а при посеве сеялкой – на 72%, что свидетельствует о явном трансгрессивном эффекте.

В клеверо-донниковых смесях по продуктивности посевов доминирующее положение занимал донник во всех вариантах посева (табл. 2). Общий сбор сухого вещества на контроле с монокультурой донника превышал таковой с клеверного варианта на 15,3 ц/га, или на 31%. Наиболее близкими к монокультуре донника по урожайности оказались варианты с черезрядным посевом

Т а б л и ц а 1. Урожайность семян люпина и овса в чистом виде и в смеси, 1995–1999 г., ц

Вариант	Люпин					Овес					Общий сбор с варианта					Суммарный (производный) сбор с 2 га, среднее за годы исследований					
	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	Среднее	1995 г.	1996 г.	1997 г.	1998 г.	1999 г.	Среднее	1995 г.	1996 г.	1997 г.		1998 г.	1999 г.	Среднее		
I. Люпин в чистом виде (0,8–1,2 млн шт/га семян 100%-ной ПГ) (контроль)	34,2	39,7	19,5	10,4	11,2	23,0	–	–	–	–	–	–	–	34,2	39,7	19,5	10,4	11,2	23,0	59,7	
II. Овес в чистом виде (4,5–5,0 млн шт/га семян 100%-ной ПГ) (контроль)	–	–	–	–	–	–	33,9	62,4	51,8	16,2	19,1	36,7	33,9	62,4	51,8	16,2	19,1	36,7	–	–	–
III. Овес (2,25–2,50 млн шт/га) + люпин (0,4–0,6 млн шт/га семян 100%-ной ПГ)	17,6	19,5	7,8	6,3	6,8	11,6	18,9	32,8	30,9	9,6	10,4	20,5	36,5	52,3	38,7	15,9	17,2	32,1	–	–	64,2
IV. Микрореельный вариант (овес (2,25–2,50 млн шт/га) + люпин (0,4–0,6 млн шт/га семян 100%-ной ПГ)	25,6	27,4	13,9	8,8	8,9	16,9	28,9	41,1	47,4	11,2	11,5	28,0	54,5	68,5	61,3	20,0	20,4	44,9	–	–	89,8
НСР ₀₅	3,0	5,8	4,5	1,7	1,9		5,2	6,6	9,0	1,4	1,8										

Т а б л и ц а 2. Продуктивность донника белого и клевера лугового в чистом виде и в смеси, среднее 2002–2004 гг.

Вариант	Урожайность сухого вещества, ц/га *					Сбор сырого протеина, кг/га					Выход обменной энергии, Гдж					Сбор кормовых единиц, ц	
	Донник белый	Клевер луговой	Общий сбор с варианта	Суммарно-производная урожайность с 2 га	Среднее	с 1 га	с 2 га	с 1 га	с 2 га	с 1 га	с 2 га	с 1 га	с 2 га	с 1 га	с 2 га	с 1 га	с 2 га
I. Донник белый (7 млн шт/га)	64,1 (8,7)	–	64,1 (8,7)*	112,9	112,9	1032	1898	53,8	98,7	35,9	69,1	–	–	–	–	–	–
II. Клевер луговой (7 млн шт/га)	–	48,8 (6,5)	48,8 (6,5)	–	–	859	–	44,9	–	–	–	–	–	–	–	–	–
III. Донник (3,5 млн шт/га) + клевер (3,5 млн шт/га), в один рядок	37,6	12,9	55,0 (4,5)	110,0	110,0	897	1794	47,3	94,6	32,5	65,0	–	–	–	–	–	–
IV. Донник (3,5 млн шт/га) + клевер (3,5 млн шт/га), чересрядно	38,2	18,0	61,1 (4,9)	122,2	122,2	1039	2078	53,8	107,6	38,5	77,0	–	–	–	–	–	–
V. Донник (3,5 млн шт/га) + клевер (3,5 млн шт/га), 1 + 2 рядка	33,4	18,5	51,9 (4,9)	103,8	103,8	893	1786	46,2	92,4	32,7	65,4	–	–	–	–	–	–
VI. Донник (3,5 млн шт/га) + клевер (3,5 млн шт/га), 2 + 1 рядок	49,4	12,0	61,4 (5,8)	122,8	122,8	1001	2002	52,8	105,8	36,2	72,4	–	–	–	–	–	–

НСР₀₅ по опыту первой закладки: 2002 г. – 0,8 ц/га; 2003 г. – 4,2 ц/га; по опыту второй закладки: 2003 г. – 1,3 ц/га; 2004 г. – 3,1 ц/га.

* В скобках показан вес сопутствующих видов в урожае.

семян донника и клевера, а также вариант VI по схеме 2 + 1 – 71,7 и 80,5% соответственно от контроля. В то же время производная с 2 га урожайность на последнем варианте превышала суммарную с двух контролей урожайность на 8,8% и на 8% производную урожайность с IV варианта, где клевер и донник высевались черезрядно.

Данная тенденция сохранялась и при оценке показателей продуктивности (табл. 2). Так, по сбору сырого протеина с 2 га IV вариант превышал суммарный сбор донника с клевером в монокультуре на 9,5%, а VI – на 5,5%. По выходу обменной энергии и кормовых единиц эта же закономерность сохранилась, т. е. черезрядное размещение донника с клевером превышало все остальные варианты в сумме с 2 га – их показатели выше монокультур на 9 и 11,4%, а VI варианта – на 1,7 и 6,3% соответственно.

Вместе с тем нельзя не отметить и тот факт, что по продуктивности с 1 га посева эти варианты также превышали монокультуры донника и клевера, за исключением сбора обменной энергии в (ГДж) в VI варианте по отношению к I варианту.

Варианты с размещением донника и клевера в один рядок и по схеме 1 + 2 по всем показателям продуктивности посевов суммарно с 2 га были несколько ниже. Однако в расчете на 1 га посева они превышали монокультуру клевера лугового по сбору сухого вещества на 12,7 и 6,3%, по сбору сырого протеина – 4,4 и 4,0%, по выходу обменной энергии – 5,3 и 3,0% соответственно и только по сбору кормовых единиц были несколько выше.

Таким образом, анализ продуктивности посевов показывает, что в посевах донника и клевера в монокультуре, а также в их совместных посевах при любых способах размещения семян преимущество по урожайности и продуктивности остается за донником. Посев донника с клевером черезрядно и по схеме 2 + 1 по суммарной продуктивности с 2 га имеют более высокие показатели продуктивности, чем отдельный посев этих культур. Это можно объяснить тем, что при таком способе посева растения донника меньше затеняют друг друга и растения клевера в нижнем ярусе фитоценоза.

Результаты анализа подтверждаются и величинами коэффициентов биологической эффективности смешанных посевов (LER).

В люпино-овсяных посевах максимальный LER = 1,51 имел место при микрорельефном способе выращивания в годы с агрофоном $N_{45}P_{60}K_{90}$. Несколько меньший LER = 1,48 – на микрорельефе в целом за годы исследований и там же LER = 1,46 – в годы исследований с агрофоном $P_{60}K_{90}$. Наименьший LER = 1,04 получается при гладком способе посева в годы с агрофоном $N_{45}P_{60}K_{90}$, несколько больший LER = 1,06 в целом за годы исследований и LER = 1,17 в годы с агрофоном $P_{60}K_{90}$ также при гладком черезрядном посеве.

Коэффициент биологической эффективности донника белого и клевера лугового в один рядок составил 0,98 при LER донника 0,68 и LER клевера 0,30. В варианте с размещением донника в 1 рядок, а клевера с половинной нормой высева в 2 рядка LER снизился до 0,96 при LER донника 0,58, клевера 0,38. Данный факт свидетельствует о более низкой биологической эффективности смеси по сравнению с монокультурами ее компонентов, что связано с сильным угнетением клевера донником даже там, где высевали 2 рядка клевера и 1 рядок донника. Низкое значение биологической активности донника в этом варианте можно объяснить тем, что растения клевера в нижнем ярусе сильно затеняли друг друга. При черезрядном посеве клеверо-донниковой смеси LER смеси уже был равен 1,12 при LER донника 0,69 и LER клевера 0,43. Близкое значение коэффициента биологической активности получено в варианте, где донник высевался с клевером по схеме 2 + 1 : здесь LER составил 1,1 при LER донника 0,76 и клевера 0,34. Это свидетельствует о том, что более выгодно посеять 2 га клеверо-донниковой смеси с половинными от монокультур нормами высева, чем 1 га клевера и 1 га донника с полными нормами высева. В первом случае при незначительном снижении индивидуальной урожайности растений клевера (на 16%) значительно возрастет индивидуальная урожайность растений донника (на 38%), что и обеспечивает трансгрессивный эффект. На варианте, где донник высевали с клевером по схеме 2 + 1, индивидуальная урожайность растений клевера уменьшилась на 47% по сравнению с контролем, а растений донника возросла на 52%. Нельзя не учитывать и существенное повышение основных показателей продуктивности при таком способе посева смеси по сравнению с монокультурой ее компонентов.

Выводы

Различные морфология, биология, агротехника овса посевного и люпина узколистного не позволяют полностью реализовать потенциал трансгрессивной урожайности их смешанных посевов.

Микрорельефный способ выращивания злаково-бобовых зерносмесей имеет целый ряд теоретических преимуществ перед традиционным в плане оптимизации основных факторов жизни для обоих компонентов смеси и устранения проблем, присущих традиционному способу посева.

1. Наибольшая урожайность семян люпина в смеси получена при микрорельефном способе посева – 73% от контроля монокультуры и 146% по сравнению с гладким посевом, а в годы с агрофоном $P_{60}K_{120}$ данный показатель достигал 82% от контроля.

2. В среднем за годы исследований урожайность овса в составе смеси при микрорельефном способе посева составила 76% от показателя контроля монокультуры, а при гладком посеве только 56% от контроля.

3. Общий сбор зерна овса и люпина на микрорельефном варианте превышал урожайность люпина в монокультуре на 95% и урожайность овса в монокультуре – на 22%. При гладком способе посева аналогичный показатель был больше урожайности люпина в чистом виде на 40% и меньше урожайности овса в чистом виде на 13%.

4. Урожайность люпино-овсяной смеси, полученная с 2 га микрорельефного варианта, в среднем за 5 лет, была на 50,4% больше, чем суммарная урожайность монокультуры овса с 1 га и монокультура люпина с 1 га. Аналогичный показатель при гладком способе посева смеси был лишь на 7,5% больше суммарной урожайности монокультур.

5. При посеве клевера лугового и донника белого в один рядок и по схеме 1 + 2 с половинной от контролей нормой высева производные с 2 га показатели урожайности и продуктивности были ниже соответствующих суммарных показателей с двух контролей монокультур.

6. При черезрядном посеве клевера и донника в смеси, а также по схеме 2 + 1 производная с 2 га урожайность превышала суммарную с 2 контролей на 8 и 8,8%, при этом сбор сырого протеина повысился на 9,5 и 5,5% и обменной энергии – на 9 и 1,7%, а выход кормовых единиц – на 11,4 и 6,3% соответственно.

7. Увеличение урожайности смесей обеспечивалось повышением индивидуальной урожайности растений донника на 38–52% при снижении данного показателя клевера на 16–47% по сравнению с контрольными показателями монокультур.

8. Максимальный коэффициент биологической эффективности $LER = 1,51$ был получен при микрорельефном способе на агрофоне $N_{45}P_{60}K_{90}$. На этом же агрофоне получен минимальный $LER = 1,04$ при гладком способе посева. При этом же способе посева на агрофоне $P_{60}K_{90}$ показатель LER увеличился до 1,17, тогда как при микрорельефном посеве на данном агрофоне уменьшился до 1,46. В среднем за годы исследований LER гладкого посева равен 1,06; LER микрорельефного посева – 1,48.

9. Биологическая эффективность смешанных посевов донника белого и клевера лугового в один рядок LER смеси был равен 0,98 при LER донника 0,68 и LER клевера 0,30. При посеве донника с клевером по схеме 1 + 2 $LER = 0,96$ при LER донника 0,58 и клевера 0,38. При черезрядном размещении компонентов смеси LER донника увеличился до 0,69 и клевера – до 0,43, при этом LER смеси был больше единицы и равнялся 1,12. Посев по схеме 2 + 1 обеспечил повышение биологической активности донника до $LER = 0,76$ и снизил LER клевера до 0,34 при общем LER смеси, равном 1,1.

Литература

1. Ш е л у т о Б. В. Биологические основы повышения устойчивости и продуктивности многолетних бобовых трав на дерново-подзолистых почвах Беларуси. Горки: БГСХА, 2005. С. 66–69.
2. К а м а с и н С. С. Экологические и ресурсосберегающие аспекты микрорельефной технологии выращивания злаково-бобовых зернофуражных смесей // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. 2004. Вып. 4. С. 45–47.

3. Способ одновременного посева разных сельскохозяйственных культур: пат. ВУ 2186 С 1 / С. С. Камасин; N 950186; заявл. 06.04.1995; опубл. 13.01.1996. Минск: Белгоспатент, 1996.
4. Культиватор для междурядной обработки почвы на полях с микрорельефным способом посева: пат. ВУ 3887 С 1 / С. С. Камасин; № 950987; заявл. 21.12.1995; опубл. 14.12.2000. Минск: Белгоспатент, 2000. 4 с.
5. Прикатывающий каток сеялки: пат. ВУ 3890 С 1 / С. С. Камасин; № 950986; заявл. 21.12.1995; опубл. 30.06.2001. Минск: Белгоспатент, 2001.
6. Прохоров В. К., Ламан Н. А., Шашко К. Г., Кравченко В. М. Физиолого-экологические основы оптимизации продукционного процесса агрофитоценозов. Минск: ИООО «Право и экономика», 2005. С. 83–84.

A. R. TSYGANOV, N. MAKOWSKI, S. S. KAMASIN, B. V. SHELJUTA

EFFICIENCY OF DIFFERENT PLANTING METHODS OF ALFALFA-OAT AND CLOVER-HONEY-CLOVER MIXTURES

Summary

The theoretical substantiation of the joint red clover and honey-clover growing is presented in the article. The productivity of a given grass mixture is given in comparison with the monoculture of both crops. The coefficients of the biological activity of two mixed planting methods are shown.

The characteristic of the microlandscape method of planting a legume-grass mixture is outlined, the main theoretical prerequisites of the increase in the yield of the both mixture components are considered. The data on the yield of alfalfa-oat mixtures, when two planting methods are used, are analyzed and compared with the monoculture of the both mixtures.