

ЗЕМЛЯРОБСТВА І РАСЛІНАВОДСТВА

УДК 631.584.5:631.8

Т. Ф. ПЕРСИКОВА, Н. Л. ПОЧТОВАЯ

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРОДУКТИВНОСТИ ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ОВСА, ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ И ЛЮПИНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МАКРО- И МИКРОУДОБРЕНИЙ, БИОПРЕПАРАТОВ И РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА

*Белорусская государственная сельскохозяйственная академия,
Горки, Беларусь, e-mail: persikova52@rambler.ru*

(Поступила в редакцию 27.05.2014)

Одним из факторов, сдерживающих развитие животноводства и повышение его продуктивности в Республике Беларусь, является недостаточная обеспеченность скота высококачественными кормами, сбалансированными по питательным веществам, в первую очередь по переваримому протеину. Дефицит кормового белка в настоящее время составляет 30 %, как следствие, около 200 млн долларов в год расходуется на импорт белкового сырья для приготовления комбикормов [1]. Эффективный источник белка в условиях республики – зернобобовые культуры и их смеси, доля которых в структуре посевных площадей кормовых культур не превышает 30 % [2].

При анализе научных работ отечественных и зарубежных исследователей выявлено, что смешанные посевы имеют значительное преимущество перед одновидовыми как по потенциальной продуктивности, так и по экологической устойчивости [3–5]. В условиях Беларуси широко распространены и достаточно изучены двухкомпонентные смешанные посевы зернобобовых с овсом, ячменем, яровой пшеницей, которые используются на зеленую массу и зерно [6–9].

Однако имеется недостаточно информации о ресурсосберегающем применении удобрений при возделывании многокомпонентных смешанных посевов люпина. Это положение в полной мере обуславливает необходимость исследований по изучению продуктивности смешанных посевов (овес + яровая пшеница + люпин) в зависимости от комплексного применения макро- и микроудобрений, биопрепаратов, регуляторов роста растений в условиях дерново-подзолистых суглинистых почв Беларуси.

Цель исследований – разработать ресурсосберегающую систему комплексного применения макро- и микроудобрений, биопрепаратов и регуляторов роста растений при возделывании смешанных посевов овса, яровой пшеницы и люпина узколистного.

Объекты и методы исследований. Полевые исследования проводили на опытном поле БГСХА «Тушково» на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве, развивающейся на легком лессовидном суглинке, подстилаемом с глубины более 120 см моренным суглинком с прослойкой песка на контакте, средней степени окультуренности ($I_{ок} = 0,73$).

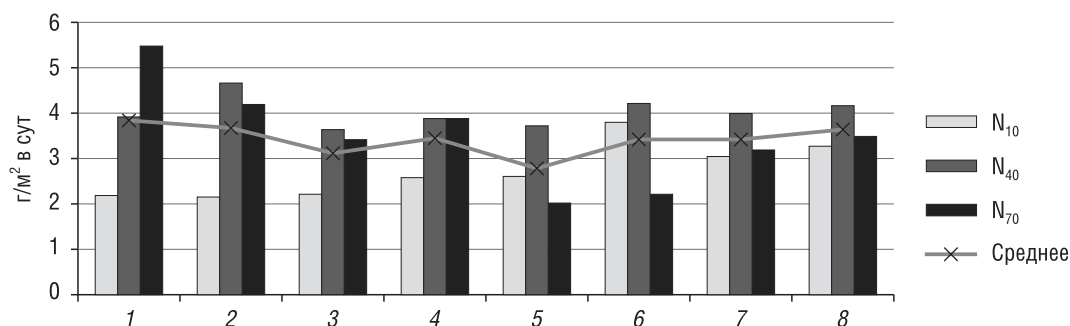
На трех уровнях азотного питания (N_{10} , N_{40} , N_{70}) на фоне $P_{60}K_{90}$ для трех культур (овес, яровая пшеница и люпин узколистный) в одновидовых и смешанных посевах изучали эффективность двух биопрепаратов: а) на основе симбиотической азотфиксации – сапронит для инокуляции семян люпина узколистного; б) на основе ассоциативной азотфиксации – ризобактерин для инокуляции семян овса и яровой пшеницы. В смешанных посевах соотношение компонентов

в смеси составило 40:30:30 соответственно от нормы высева в чистом виде. Общая площадь делянки – 60 м², учетная – 50 м².

В мелкоделяночном опыте на разных уровнях азотного питания (N_{10} , N_{40} , N_{70}) и инокуляции семян биопрепаратами изучали эффективность регуляторов роста гомобрассинолид (в дозе 25 мл/га) и эпин (в дозе 50 мл/га), а также микроэлементов (меди, цинка). В качестве микроудобрений использовали $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ – 250 г/га, $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ – 200 г/га. Микроэлементы и регуляторы роста растений применяли в фазу бутонизации люпина узколистного и выхода в трубку зерновых культур. Повторность в опытах – 4-кратная. Агротехника возделывания овса, яровой пшеницы и люпина узколистного была общепринятой для северо-восточной зоны Беларуси [10]. Оценку смешанных посевов проводили согласно Методическому руководству по исследованию смешанных агрофитоценозов [11]. Полученные данные обрабатывали статистическими методами дисперсионного и корреляционного анализов с использованием стандартного компьютерного программного обеспечения (Excel 7.0, Statistic 7.0, NCSS–2000). Экономическую эффективность определяли расчетно-нормативным методом на основании технологических карт с учетом существующих расценок и цен на продукцию за период исследований в соответствии с Методикой определения агрономической и экономической эффективности удобрений [12].

Результаты и их обсуждение. Максимальное накопление общей сухой надземной биомассы как одновидовыми, так и смешанными посевами овса, яровой пшеницы и люпина узколистного отмечается в фазу молочно-восковой спелости злаковых культур и сизых бобов люпина. На фоне $N_{10}P_{60}K_{90}$ наибольшее количество сухого вещества накапливалось в смешанных посевах – 1214 г/м². Это подтверждает способность этих агрофитоценозов более полно использовать солнечную энергию, плодородие почвы и все другие факторы жизни за счет ярусного размещения надземной массы. С улучшением азотного питания происходит закономерное увеличение величины прироста сухого вещества: в посевах овса – на 22,2–32,6 %, пшеницы – на 27,2–55,9 %, люпина – на 6,1–10,5 %. На фоне внесения $N_{40}P_{60}K_{90}$ и $N_{70}P_{60}K_{90}$ сбор сухого вещества в смешанных посевах (овес + яровая пшеница + люпин) составил 1366,5 и 1367,9 г/м², что выше одновидовых посевов люпина в среднем на 28,3 %. Применение биопрепаратов привело к увеличению накопления биомассы в смешанных посевах в среднем по трем уровням азотного питания на 5,9–10,9 %. Максимальный выход сухого вещества отмечен на фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ с инокуляцией семян люпина сапронитом – 1608,3 г/м².

Важным показателем при изучении продукционных процессов является чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ), она характеризует интенсивность накопления органического вещества единицей листовой поверхности за определенный промежуток времени (сутки) и непосредственно связана с урожайностью. Как в одновидовых, так и в смешанных посевах люпина ЧПФ был выше (4,17 и 4,21 г/м² в сутки) на фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ при обработке семян биопрепаратами (рисунок). В посевах овса ЧПФ был выше на фоне N_{70} – 5,48 г/м² в сутки, а в посевах пшеницы на фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ при инокуляции семян ризобактерином – 3,90 г/м² в сутки. Смешанные посевы (овес + пшеница + люпин) по величине чистой продуктивности фотосинтеза в среднем уступали посевам овса на 0,24 г/м² в сутки, но превосходили посевы яровой пшеницы и люпина на 1,01 и 0,42 г/м² в сутки.



ЧПФ в одновидовых и смешанных посевах овса, пшеницы и люпина в зависимости от условий питания: 1 – овес; 2 – овес + РБ; 3 – пшеница; 4 – пшеница + РБ; 5 – люпин; 6 – люпин + С; 7 – овес + пшеница + люпин; 8 – овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С)

В результате статистической обработки данных установлена высокая корреляционная зависимость ($r = 0,68-0,97$) конечной урожайности зерна изучаемых культур от фотосинтетической деятельности посевов (табл. 1).

Т а б л и ц а 1. Оценка зависимости между урожайностью зерна и продуктивностью фотосинтеза растений

Коррелирующий признак	Уравнение регрессии	Коэффициент корреляции (r)
<i>Овес</i>		
S листовой поверхности, тыс. м ²	$Y = 22,1859 + 0,5161 X$	+0,89
ФП, млн м ² /га·сут	$Y = 21,3927 + 17,9781 X$	+0,87
ЧПФ, г/м ² ·сут	$Y = 28,8579 + 2,2481 X$	+0,96
<i>Пшеница</i>		
S листовой поверхности, тыс. м ²	$Y = 12,3144 + 0,3853 X$	+0,91
ФП, млн м ² /га·сут	$Y = 35,4675 + 4,5994 X$	+0,68
ЧПФ, г/м ² ·сут	$Y = 32,6145 + 2,8443 X$	+0,95
<i>Люпин</i>		
S листовой поверхности, тыс. м ²	$Y = 12,3144 + 0,6668 X$	+0,77
ФП, млн м ² /га·сут	$Y = 13,5695 + 21,1641 X$	+0,80
ЧПФ, г/м ² ·сут	$Y = 14,6753 + 2,8482 X$	+0,97
<i>Овес + пшеница + люпин</i>		
S листовой поверхности, тыс. м ²	$Y = 26,7343 + 0,4117 X$	+0,75
ФП, млн м ² /га·сут	$Y = 43,4354 - 9,5910 X$	+0,33
ЧПФ, г/м ² ·сут	$Y = 24,8021 + 3,2981 X$	+0,93

Полученные данные рекомендуется использовать для прогнозирования урожайности овса, яровой пшеницы и люпина узколистного в одновидовых и смешанных посевах.

В условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв средней степени окультуренности оптимальной дозой азота на фоне внесения $P_{60}K_{90}$ для люпина и смешанных посевов (овес + яровая пшеница + люпин) является 40 кг/га, где урожайность составила 25,1 и 38,9 ц/га (табл. 2). В посевах овса и яровой пшеницы урожайность была выше на фоне $N_{70}P_{60}K_{90}$ – 40,3 и 39,0 ц/га соответственно. Применение азотных удобрений в посевах овса обеспечило 36,8 % сбора урожая зерна, в одновидовых и смешанных посевах люпина – 12,5 и 14,1 %.

Как показали результаты исследований, эффективность биопрепаратов зависит от уровня азотного питания и вида посева. В посевах овса и яровой пшеницы инокуляция семян ризобактерином на фоне N_{40} обеспечила получение урожайности 39,7 и 40,5 ц/га соответственно. В одновидовых и смешанных посевах люпина внесение до посева 40 кг/га минерального азота и инокуляция семян сапронитом увеличили урожайность до 27,3 и 40,9 ц/га. Доля инокуляции в формировании урожайности в одновидовых и смешанных посевах овса, яровой пшеницы и люпина составляет 0,2–1,2 %.

Важным показателем эффективности смешанных посевов является не только их урожайность, но и количество бобового компонента в смеси. Доля зернобобового компонента в общем урожае смеси на фоне N_{10} в среднем составила 11,5 %, на фоне $N_{70}P_{60}K_{90}$ – 9,2 %. Более высокий вклад люпина в урожайность смеси – 12,8 % – обеспечила инокуляция семян биопрепаратами на фоне N_{40} .

Для получения полноценных кормов большое значение имеет содержание в них белка и выход его с единицы площади. В смешанном люпино-злаковом посеве выход сырого протеина на 6,2–19,4 % выше, чем в одновидовых посевах овса и пшеницы. Накопление сырого протеина растет не только за счет включения в смешанные посевы зернобобового компонента, но и за счет повышения содержания белка в зерне злаков. Такую же закономерность отмечают и Н.Н. Зенькова [4], Л.И. Пуховская [8], Л.Л. Яговенко [9] в опытах с овсом, ячменем и другими культурами. Сбор сырого протеина с гектара смеси в среднем меньше одновидовых посевов люпина на 1,9 ц/га (33,9 %) при снижении расхода дорогостоящего семенного материала на 70 %. Максимальный выход сырого протеина в смеси наблюдался в варианте с обработкой бобового компонента сапронитом, без обработки зерновых ризобактерином, на фоне 40 кг/га минерального азота – 6,3 ц/га (см. табл. 2).

Т а б л и ц а 2. Кормовая продуктивность одновидовых и смешанных посевов овса, яровой пшеницы и люпина узколистного в зависимости от уровня азотного питания и применения биопрепаратов

Вариант опыта	Урожайность, ц/га	Сбор сырого протеина, ц/га	Выход к.ед., ц/га	Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином, г	Выход обменной энергии, ГДж/га
$N_{10} P_{60} K_{90}$					
Овес	32,7	3,7	32,7	74,3	42,4
Овес + РБ	34,3	4,2	34,3	80,1	44,3
Пшеница	37,0	4,6	50,7	73,8	50,5
Пшеница + РБ	39,2	5,2	53,7	78,1	53,4
Люпин	23,0	7,4	26,7	231,6	29,2
Люпин + С	24,7	8,2	28,7	239,7	31,3
Пшеница + овес + люпин	34,7	5,1	39,8	100,5	45,8
Пшеница (РБ) + овес (РБ) + люпин (С)	35,5	5,4	40,9	103,8	46,6
Пшеница + овес + люпин (С)	35,3	5,3	40,1	103,9	46,6
$N_{40} P_{60} K_{90}$					
Овес	37,5	4,7	37,5	81,3	48,5
Овес + РБ	39,7	5,1	39,7	82,8	51,3
Пшеница	38,2	5,2	52,2	79,6	51,9
Пшеница + РБ	40,5	5,7	55,5	82,5	55,1
Люпин	25,1	8,2	29,1	237,6	31,6
Люпин + С	27,3	9,2	31,7	244,0	34,4
Пшеница + овес + люпин	38,9	5,9	43,7	105,2	51,3
Пшеница (РБ) + овес (РБ) + люпин (С)	37,7	5,9	43,9	109,2	49,5
Пшеница + овес + люпин (С)	40,9	6,3	44,5	110,7	53,8
$N_{70} P_{60} K_{90}$					
Овес	40,3	5,2	40,3	83,5	51,8
Овес + РБ	39,5	5,4	39,5	88,1	50,7
Пшеница	39,0	5,5	53,5	82,5	53,1
Пшеница + РБ	40,2	5,7	55,1	84,1	54,6
Люпин	20,6	6,3	23,9	222,2	26,1
Люпин + С	20,4	6,3	23,6	223,8	25,8
Пшеница + овес + люпин	35,3	5,5	39,9	107,7	46,0
Пшеница (РБ) + овес (РБ) + люпин (С)	36,6	6,0	42,0	110,5	47,6
Пшеница + овес + люпин (С)	37,5	5,8	43,0	104,4	49,0
НСР ₀₅	(А) – 1,15; (В) – 2,10; (АВ) – 3,64				

У с л о в н ы е о б о з н а ч е н и я: РБ – ризобактерин; С – сапронит. То же для табл. 3.

По обеспеченности 1 к.ед. переваримым протеином зерносмесь (овес + яровая пшеница + люпин узколистный) уступала чистым посевам люпина, однако она превосходила по этому показателю злаковые культуры и соответствовала зоотехническим нормам. Следует отметить, что в зерносмеси обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином на фоне N_{40} и инокуляции семян составила 109,2–110,7 г, что близко к варианту смесей на фоне N_{70} (104,4–110,5 г). При относительном равенстве прямых производственных затрат на 1 га смешанные посевы показали по сравнению с овсом и яровой пшеницей в одновидовых посевах увеличение обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином на 25,0–27,4 %.

Выход обменной энергии во всех рассматриваемых вариантах возделывания овса и пшеницы с повышением уровня азотного питания возрастал. По концентрации энергии пшеница является энергонасыщенным кормом, и максимальной величины эти показатели достигают в одновидовых посевах при обработке семян перед посевом ризобактерином на фоне N_{40} – 55,1 ГДж/га (см. табл. 2). Максимальный выход обменной энергии в посевах овса (51,8 ГДж/га) был отмечен в вариантах внесения азотных удобрений в дозе 70 кг/га д.в. Выход обменной энергии на

фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ с инокуляцией семян сапронитом в одновидовых посевах люпина возростал до 34,4 ГДж/га, в смешанных – до 53,8 ГДж/га. Следовательно, по выходу обменной энергии смешанные посевы при оптимальной технологии возделывания превосходят одновидовые посевы овса и люпина на 2,0 и 19,4 ГДж/га.

Таким образом, в смешанных посевах (овес + яровая пшеница + люпин) внесение до посева 40 кг/га д.в. минерального азота на фоне $P_{60}K_{90}$ при инокуляции семян люпина сапронитом является оптимальным, так как урожайность составила 40,9 ц/га, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – 110,7 г, сбор сырого протеина – 6,3 ц/га, выход обменной энергии – 53,8 ГДж/га.

В Беларуси более 60 % пашни слабо обеспечены доступной медью, более 70 % – цинком [12], поэтому эти элементы имеют особо важное значение в минеральном питании растений из-за дефицита их в почве. В целях ослабления отрицательного воздействия на растение неблагоприятных условий, более полной реализации потенциала сельскохозяйственных культур большое значение в технологии их возделывания стало занимать использование регуляторов роста растений.

Для смешанных посевов (овес + пшеница + люпин) высокоэффективно применение в период вегетации растений цинка, а также эпина при инокуляции семян биопрепаратами, что обеспечило сбор зернофуража на фоне $N_{10}P_{60}K_{90}$ 38,9 и 39,5 ц/га соответственно и экономию до 60 кг/га минерального азота (табл. 3). На фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ эффективно использование меди, цинка, эпина и гомобрассинолида при инокуляции семян биопрепаратами, где урожайность составила 41,2, 41,1, 42,7 и 41,9 ц/га. Применение меди и цинка в смешанных посевах (овес + яровая пшеница + люпин) показало близкую эффективность на фоне $N_{10}P_{60}K_{90}$ (38,4 и 38,9 ц/га) и $N_{40}P_{60}K_{90}$ (41,2 и 41,1 ц/га). Только на фоне $N_{70}P_{60}K_{90}$ применение меди обеспечило тенденцию увеличения урожайности зерна на 1,8 ц/га по сравнению с вариантом обработки посевов в период вегетации цинком. Обработка посевов микроэлементами и регуляторами роста увеличивала содержание сырого протеина в зерне на 1,3–1,6 и на 1,1–1,2 %. При применении на фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ микроэлементов и инокуляции семян биопрепаратами сбор сырого протеина возрос до 7,0 и 7,1 ц/га, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином составила 113,1 и 114,3 г, выход обменной энергии – 57,2 и 57,0 ГДж/га соответственно (см. табл. 3). При применении биопрепаратов и регуляторов роста растений эти показатели также были выше на фоне N_{40} : сбор сырого протеина – на уровне 7,1 ц/га, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – 110,9 и 112,0 г, выход обменной энергии – 59,4 и 58,0 ГДж/га.

Т а б л и ц а 3. Эффективность микроэлементов, регуляторов роста и биопрепаратов в зависимости от уровня азотного питания

Вариант опыта (Фактор В)	Урожайность, ц/га	Прибавка, ц/га	Сбор сырого протеина, ц/га	Обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином, г	Выход обменной энергии, ГДж/га
Фон I – $N_{10}P_{60}K_{90}$ (фактор А)					
Овес + пшеница + люпин	34,6	–	5,1	100,5	45,8
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + Cu	38,4	3,8	6,3	109,2	52,3
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + Zn	38,9	4,3	6,6	112,3	53,2
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + Э	39,5	4,9	6,4	108,7	54,1
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + ГБ	38,2	3,6	6,3	110,7	52,0
Фон II – $N_{40}P_{60}K_{90}$					
Овес + пшеница + люпин	38,9	–	5,9	105,2	51,3
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + Cu	41,2	2,3	7,0	113,1	57,2
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + Zn	41,1	2,2	7,1	114,3	57,0
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + Э	42,7	3,8	7,1	110,9	59,4
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + ГБ	41,9	3,0	7,1	112,0	58,0
Фон III – $N_{70}P_{60}K_{90}$					
Овес + пшеница + люпин	35,3	–	5,5	107,7	46,0
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + Cu	40,6	5,3	7,2	122,2	53,6
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + Zn	38,8	3,5	6,8	121,8	50,8
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + Э	38,5	3,2	6,6	117,7	51,0
Овес (РБ) + пшеница (РБ) + люпин (С) + ГБ	38,4	3,1	6,7	118,8	51,1
НСР ₀₅	(А) – 0,6; (В) – 1,1; (АВ) – 1,9				

Таким образом, некорневая обработка смешанных посевов (овес + яровая пшеница + люпин) эпином (50 мл/га) и цинком (200 г/га) на фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ позволила получить урожайность на уровне 41,1–42,7 ц/га, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином составила 110,9–114,3 г при данных показателях без обработок указанными препаратами – 38,9 ц/га и 105,2 г соответственно.

Некорневая подкормка сульфатом меди, независимо от уровня азотного питания, повышала накопление меди в зерне на 5,4–8,5 %. Применение цинка на фоне N_{10} привело к возрастанию концентрации микроэлемента в зерне смеси на 3,0–4,9 %, на фоне N_{40} – на 0,9–8,9 % и на фоне N_{70} – на 11,8 %. Ни один из микроэлементов по содержанию в зерне изучаемых культур не превышал предельно допустимую концентрацию (ПДК меди в зерне злаковых и зернобобовых культур составляет 10 мг/кг, цинка – 50 мг/кг). Большое значение в оптимизации минерального питания растений имеет учет взаимодействия цинка и азота. В результате корреляционного анализа, в среднем по трем уровням азотного питания, выявлена высокая зависимость содержания цинка от содержания азота в зерне овса ($r = 0,75$), пшеницы ($r = 0,77$) и смешанного посева ($r = 0,84$). Положительно коррелировало содержание меди с содержанием азота в зерне овса ($r = 0,75$), что указывает на синергический характер поступления этих элементов в семена. Таким образом, применение некорневой подкормки медью и цинком не только повышает урожайность изучаемых культур, но и способствует повышению качества зерна.

В смешанных посевах уменьшаются затраты совокупной энергии на производство 1 кг сырого протеина: по сравнению с посевами овса – на 12,6–23,9 % и с посевами пшеницы – на 6,3–14,0 %. Затраты энергии на получение 1 к.ед. в смешанных посевах на 6,1–14,3 и 10,5–22,9 % меньше по сравнению с посевами овса и люпина. Применение биопрепаратов (ризобактерина и сапронита) в одновидовых и смешанных посевах изучаемых культур повышает агроэнергетический коэффициент на 0,05–0,15 ед. по сравнению с фоновым вариантом ($N_{10}P_{60}K_{90}$). С повышением доз вносимых азотных удобрений энергетическая эффективность снижается.

В смешанных посевах окупаемость 1 кг NPK выше, чем в одновидовых посевах овса и люпина, на 1,4 и 3,5 кг к. ед. Наиболее агрономически эффективным и экономически обоснованным приемом при возделывании люпина в смеси с овсом и пшеницей является инокуляция семян люпина сапронитом на фоне внесения $N_{40}P_{60}K_{90}$: окупаемость 1 кг NPK составила 10,2 кг к. ед. при уровне рентабельности 111,5 % и агроэнергетическом коэффициенте – 3,08.

В условиях дерново-подзолистых легкосуглинистых почв средней степени окультуренности с недостаточным содержанием цинка в смешанных посевах овса, пшеницы и люпина на фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ экономически, энергетически и агрономически обоснована инокуляция семян перед посевом биопрепаратами и некорневое внесение в фазу выхода в трубку злаков цинка и эпина, так как обеспечивает окупаемость 1 кг NPK – 11,3 и 11,5 кг к. ед., рентабельность – 109,0 и 113,9 %, агроэнергетический коэффициент – 3,05 и 3,07.

Выводы

1. Смешанные посевы (овес + пшеница + люпин) по выходу надземной биомассы превосходят одновидовые посевы люпина на 28,3 %, по показателям чистой продуктивности фотосинтеза в среднем уступают посевам овса (на 0,24 г/м² в сутки), но превосходят посевы яровой пшеницы и люпина (на 1,01 и 0,42 г/м² в сутки). Оптимизация азотного питания путем внесения до посева 40 кг/га минерального азота и предпосевной обработки семян люпина сапронитом при возделывании смешанного посева обеспечила максимальные параметры фотосинтеза – 4,21 г/м² в сутки.

2. В смешанных посевах (овес + яровая пшеница + люпин) внесение до посева 40 кг/га минерального азота на фоне $P_{60}K_{90}$ и инокуляция семян люпина сапронитом является оптимальным вариантом: урожайность составила 40,9 ц/га, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – 110,7 г, сбор сырого протеина – 6,3 ц/га, выход обменной энергии – 53,8 ГДж/га, агроэнергетический коэффициент – 3,08, окупаемость 1 кг NPK – 10,2 кг к. ед., рентабельность – 111,5 %. Выращивание и использование трехкомпонентной бобово-злаковой смеси имеет преимущество по сравнению с одновидовыми посевами овса и пшеницы, так как обеспечивает повышение продуктивности по выходу белка – на 6,2–19,4 %, по обеспеченности кормовой единицы переваримым протеином – на 25–27,4.

3. При возделывании трехкомпонентного агрофитоценоза уменьшаются затраты совокупной энергии на производство 1 кг сырого протеина на 12,6–23,9 % по сравнению с посевами овса и на

6,3–14,0 % по сравнению с посевами пшеницы, повышается окупаемость 1 кг NPK на 1,4 и 3,5 кг к. ед. по сравнению с посевами овса и люпина.

4. На дерново-подзолистой почве с низкой обеспеченностью цинком применение серно-кислого цинка в дозе 200 г/га для некорневой подкормки в фазу выхода в трубку овса и яровой пшеницы, бутонизации люпина и инокуляция семян перед посевом биопрепаратами на фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ повышает урожайность смешанного посева (овес + яровая пшеница + люпин) на 8,0 % и обеспечивает высокое качество зерна: сбор сырого протеина – 7,12 ц/га, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – 114,3 г, выход обменной энергии – 57,0 ГДж/га. Некорневая обработка смешанных посевов (овес + пшеница + люпин) эпином высокоэффективна на фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$, так как урожайность повышается на 12,0 %, сбор сырого протеина составляет 7,14 ц/га, обеспеченность 1 к.ед. переваримым протеином – 110,9 г, выход обменной энергии – 59,4 ГДж/га.

5. Разработанные агрономические приемы являются ресурсосберегающими и экономически обоснованными, так как на фоне $N_{40}P_{60}K_{90}$ в смешанных посевах (овес + яровая пшеница + люпин) при инокуляции семян компонентов биопрепаратами и некорневой подкормке цинком и эпином рентабельность составила – 109,0 и 113,9 %, окупаемость 1 кг NPK – 11,3 и 11,5 кг к. ед., агроэнергетический коэффициент – 3,05 и 3,07.

Литература

1. Кукреш, Л.В. Проблема грандиозная! А решение простое / Л.В. Кукреш, Н.С. Купцов // Белорус. нива. – 2007. – № 19. – С. 2.
2. Кадыров, М.А. Кормопроизводство в Беларуси: состояние, проблемы, решения для обеспечения прибыльности животноводческой отрасли / М.А. Кадыров // Проблемы дефицита растительного белка и пути его преодоления: материалы междунар. науч.-практ. конф., Жодино, 13–15 июля 2006 г. / Ин-т земледелия и селекции НАН Беларуси, редкол.: М.А. Кадыров [и др.]. – Минск, 2006. – С. 3–20.
3. Такунов, И.П. Адаптивный потенциал и урожайность люпина в смешанных агрофитоценозах / И.П. Такунов, А.С. Кононов // Аграрная наука. – 1995. – № 2. – С. 41–42.
4. Яговенко, Л.Л. Эффективность смешанных посевов ячменя с люпином / Л.Л. Яговенко, Г.Л. Яговенко, Е.И. Исаева // Кормопроизводство. – 2005. – № 6. – С. 21–22.
5. Пимохова, Л.И. Смешанные люпино-злаковые посевы – эффективное средство снижения поражаемости люпина антракнозом / Л.И. Пимохова, А.В. Ивашкина // Сб. науч. тр. / Всерос. науч.-исслед. ин-т люпина. – Брянск, 2007. – 308 с.
6. Шофман, Л.И. Повышение продуктивности и качества смешанных посевов однолетних кормовых культур на супесчаных почвах: автореф. дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.09 / Л.И. Шофман; Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия и кормов. – Жодино, 1996. – 35 с.
7. Физиолого-экологические основы оптимизации продуктивного процесса агрофитоценозов (поликультура в растениеводстве) / В.Н. Прохоров [и др.]; ред. А.В. Кильчевский. – Минск: Право и экономика, 2005. – 370 с.
8. Зенькова, Н.Н. Влияние соотношений компонентов, доз азотного удобрения, сроков уборки на продуктивность и качество вико-овсяных смесей в условиях северной части Беларуси: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.01.09 / Н.Н. Зенькова; Белорус. науч.-исслед. ин-т земледелия и кормов. – Жодино, 2000. – 19 с.
9. Пуховская, Л.И. Доступные резервы повышения продуктивности и качества зернофуража в смешанных агроценозах узколистного кормового люпина со злаковыми культурами / Л.И. Пуховская, А.И. Немирович, В.Н. Халецкий // Земляробства і ахова раслін. – 2009. – № 1. – С. 39–42.
10. Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. материалов / Науч.-практ. центр НАН Беларуси по земледелию. – 2-е изд., доп. и перераб. – Минск: ИВЦ Минфина, 2007. – 448 с.
11. Методическое руководство по исследованию смешанных агрофитоценозов / Н.А. Ламан [и др.]. – Минск: Навука і тэхніка, 1996. – 101 с.
12. Справочник агрохимика / В.В. Лапа [и др.]; под ред. В.В. Лапа. – Минск: Белорус. наука, 2007. – 390 с.

T. F. PERSICOVA, N. L. POSHTOVAYA

COMPARATIVE ASSESSMENT OF THE PRODUCTIVITY OF PURE AND MIXED SEEDS OF OAT, SPRING WHEAT AND LUPINE DEPENDING ON THE APPLICATION OF MACRO- AND MICRO FERTILIZERS, BIO-PREPARATIONS AND GROWTH REGULATORS

Summary

The article deals with the comparative analysis of the productivity of the legume-grass mixture (oats + wheat + lupine) and presents economic, agricultural and energetic characteristics of using agricultural practice to intensify the technology of mixture cultivation.

It is established, that the agricultural practice is economically proved, as against $N_{40}P_{60}K_{90}$ in the mixed crops (oats + spring wheat + lupine) when processing the seeds of the components with bio-preparations, zinc and epin the profit makes 193.1 and 204.5 \$/ha, profitability – 109.0 and 113.9 %, recoupment of 1 kg of NPK – 11.3 and 11.5 kg of fodder, agropower index – 3.05 and 3.07.