

ПРОДУКТИВНОСТЬ СМЕШАННЫХ ПОСЕВОВ ЗЕРНОВЫХ И ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА ДЕРНОВО-СРЕДНЕПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВАХ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

В.А. Шевченко, д.с.-х.н., РАСХН, П.Н. Просвирак, к.с.-х.н., ОАО «Агрофирма «Дмитрова гора»

Рассмотрены условия известкования почвы, принципы подборки компонентов смешанных посевов хлебов I группы и зернобобовых культур, продуктивность смешанных посевов.

Ключевые слова: смешанные посевы, зерновые, зернобобовые культуры, подбор компонентов, норма посева, зернофураж, почва.

Сельскохозяйственная наука и практика накопила многочисленные положительные примеры возделывания смешанных посевов злаковых и бобовых культур. Доказано, что как межвидовые, так и внутривидовые смеси обеспечивают более высокую урожайность в условиях варьирующих факторов внешней среды за счет более высокой устойчивости их к биологическим стрессам и улучшения микроклимата агроценозов, поскольку большая устойчивость к неблагоприятным факторам среды одного из компонентов может способствовать нормальному росту растений другого [1].

Разработаны [3,4] принципы подбора компонентов смешанных посевов хлебов I группы и зернобобовых культур, которые базируются на:

- морфологической совместимости компонентов;
- одинаковом требовании к почвенно-климатическим и гидрологическим условиям;
- одинаковой реакции почвенного раствора;
- одинаковом отношении компонентов смеси к фотопериодизму;
- различной требовательности компонентов к уровню минерального питания. При этом не следует допускать, чтобы все культуры смешанных посевов предъявляли повышенные требования к содержанию в почве одного и того же элемента минерального питания;
- одинаковой толерантности к пестицидам;
- одинаковых темпах роста в начальные фазы развития, что исключает угнетение короткодневных культур длиннодневными;
- одинаковом наступлении уборочной спелости компонентов смешивания.

Таким образом, возделывание смешанных агроэкосистем злаковых и бобовых культур следует рассматривать как важнейший путь рационального использования с помощью культивируемых растений естественных и антропогенных ресурсов окружающей среды, повышения плодородия почвы, предотвращения разрушения и загрязнения окружающей среды.

Целью исследований – изучить влияние различных норм посева смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур на их фотосинтетическую деятельность при получении программированных урожаев сложных агроценозов, сбалансированных по протеину.

Методика. Опыты проводили в 2006-2010 гг. в полевом зернопропашном севообороте на испытательном участке ОАО «Агрофирма «Дмитрова Гора» Конаковского района Тверской области.

Почва дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая хорошо окультуренная. Мощность пахотного слоя 20-22 см, содержание в почве гумуса 1,62-1,78%, легкогидролизуемого азота 72-78 мг/кг почвы, P_2O_5 155-182, K_2O 93-104 мг/кг почвы; $pH_{\text{сол.}}$ 5,8-5,9.

Метеорологические условия в годы проведения исследований значительно отличались между собой и от среднеемноголетних данных как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков. Благоприятные условия складывались в 2006, 2008 и 2009 гг., в то время как 2007 г. был засушливым, а 2010 г. – аномально засушливым и жарким. В этот год гидротермический коэффициент в конце июля опустился до 0,13 (при среднеемноголетней норме 1,25), что резко

снизило активность симбиотического аппарата зернобобовых культур.

В качестве объекта исследований взяты следующие сорта зерновых и зернобобовых культур: ячмень яровой (сорт Зазерский 85) + горох посевной (Таловец 70); овес яровой (Скакун) + вика яровая (Узуновская 91); тритикале (Ульяна) + горох полевой, пелюшка (сорт Флора).

Предшественник – озимая пшеница. Посев проводили сеялкой Рапид, которая позволяет одновременно высевать семена различной величины. Повторность опыта – четырехкратная. Общая площадь деланки 50 м²; учетная – 35 м².

При выполнении программы исследований использовали современные методики, применяемые в научно-исследовательских учреждениях сельскохозяйственного профиля.

Результаты исследований и их обсуждение. В связи с тем, что в опыте участвуют в качестве компонентов смешанных посевов ячмень и горох, требующие нейтральной реакции почвенного раствора, а почвы опытных участков кислые – перед посевом проводили известкование. Поскольку 1 т $CaCO_3$ сдвигает $pH_{\text{сол.}}$ дерново-среднеподзолистой почвы на 0,1 единицы, для изменения $pH_{\text{сол.}}$ с 5,8 до 7,0 вносили известь в дозе 12 т/га, а с учетом примесей и влажности известковых материалов – около 15 т/га. Если соблюдать технологию известкования, то все энергетические затраты окупаются в течение ротации севооборота. Для этого необходимо соблюдать следующие условия:

известковые материалы должны быть сухими и пылевидного помола, что увеличивает их суммарную активную площадь;

известь должна быть равномерно распределена по полю; после внесения извести следует немедленно провести дискование в два следа, а затем вспашку плугом без предплужника и предпосевную культивацию, чтобы равномерно распределить ее по всему пахотному слою;

не следует вносить известь по мерзлой почве и по снегу, так как часть извести уносится с тальми водами в пониженные места рельефа поля, что существенно снижает эффективность известкования;

вносить известь в оптимальный срок: при возделывании яровых культур – весной при наступлении физической спелости почвы, а озимых – сразу после уборки предшественника.

В таблице 1 приведены нормы посева семян при смешанных посевах зерновых и зернобобовых культур.

На основании полученных данных можно заключить, что в смешанных посевах ячменя с горохом и тритикале с пелюшкой во всех изучаемых соотношениях количество посеянных семян остается одинаковым, а изменяется лишь масса посевного материала.

Так, при соотношении овса и вики 90:10% суммарная норма компонентов смешанных посевов составила 5,7 млн всхожих семян на 1 га, а при 50:50% – 4,5 млн/га. На этих же вариантах при возделывании смешанных посевов ячменя с горохом и тритикале с пелюшкой норма посева составила соответственно 4,6 и 3,0 млн всхожих семян на 1 га. Это связано с тем, что ячмень и тритикале – светолюбивые культуры, отличаются повышенной продуктивной кустистостью и более требовательны к почвенному плодородию, чем овес.

Одно из важнейших условий высокой продуктивности посевов – формирование агроценозами оптимальной площади листьев, поглощающих максимальное количество энергии солнечной радиации в течение вегетативного периода [2]. Определяющими факторами эффективного использования солнечной энергии являются быстрое нарастание ассимиляционной поверхности и длительное активное функциониро-

вание листьев. Для зерновых и зернобобовых культур оптимальным соотношением считается, когда на 1 га пашни приходится 4-5 га листовой поверхности.

1. Нормы высева семян при возделывании смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур в зависимости от соотношения компонентов (2006-2010 гг.)

Соотношение компонентов, %	Норма высева семян (ячмень + горох)		Соотношение компонентов, %	Норма высева семян (овес+вика)		Соотношение компонентов, %	Норма высева семян (тритикале + пелюшка)	
	млн шт/га	кг/га		млн шт/га	кг/га		млн шт/га	кг/га
Я-100 (контроль)	5,0	200	О-100 (контроль)	6,0	170	Т-100 (контроль)	5,0	200
Я – 90	4,5	180	О – 90	5,4	153	Т – 90	4,5	180
Г – 10	0,1	30	В – 10	0,3	15	П – 10	0,1	15
Я – 80	4,0	160	О – 80	4,8	136	Т – 80	4,0	160
Г – 20	0,2	60	В – 20	0,6	30	П – 20	0,2	30
Я – 70	3,5	140	О – 70	4,2	119	Т – 70	3,5	140
Г – 30	0,3	90	В – 30	0,9	45	П – 30	0,3	45
Я – 60	3,0	120	О – 60	3,6	102	Т – 60	3,0	120
Г – 40	0,4	120	В – 40	1,2	60	П – 40	0,4	60
Я – 50	2,5	100	О – 50	3,0	85	Т – 50	2,5	100
Г – 50	0,5	150	В – 50	1,5	75	П – 50	0,5	75

Примечание. Я-ячмень, Г-горох, О-овес, В-вика, Т-тритикале, П-пелюшка.

Основную часть ассимиляционной поверхности составляют листья, поскольку в них осуществляется фотосинтез. Но

2. Фотосинтетическая деятельность смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур (2006-2010 гг.)

Показатель	Норма высева семян от посева в чистом виде, %						НСР ₀₅
	Я-100% контроль	Я – 90 Г – 10	Я – 80 Г – 20	Я – 70 Г – 30	Я – 60 Г – 40	Я – 50 Г – 50	
Соотношение компонентов смеси							
Площадь листьев, тыс. м ² /га	32,4	37,8	39,3	38,4	37,9	37,3	2,8
ФПП, тыс. м ² /(га·дней)	1565	1791	1828	1805	1783	1751	127,4
Выход зерна на 1 тыс. ед. ФПП, кг	2,91	2,96	3,04	3,02	2,87	2,82	0,21
Урожайность сухой биомассы, ц/га	81,4	105,7	109,7	106,5	103,4	99,8	7,6
ЧПФ в среднем за вегетацию, (г м ²)/сут	5,2	5,9	6,0	5,9	5,8	5,7	0,4
Соотношение компонентов смеси	О-100% (контроль)	О – 90 В – 10	О – 80 В – 20	О – 70 В – 30	О – 60 В – 40	О – 50 В – 50	НСР ₀₅
Площадь листьев, тыс. м ² /га	34,1	40,6	39,2	37,6	36,2	35,6	2,5
ФПП, тыс. м ² /(га·дней)	1620	1926	1862	1786	1719	1691	121,5
Выход зерна на 1 тыс. ед. ФПП, кг	2,56	2,69	2,84	2,65	2,64	2,60	0,18
ЧПФ в среднем за вегетацию, (г м ²)/сут	5,3	5,4	5,6	5,3	5,2	5,1	0,3
Соотношение компонентов смеси	Т-100% (контроль)	Т – 90 П – 10	Т – 80 П – 20	Т – 70 П – 30	Т – 60 П – 40	Т – 50 П – 50	НСР ₀₅
Площадь листьев, тыс. м ² /га	33,5	35,2	41,7	43,4	42,0	41,1	2,5
ФПП, тыс. м ² /(га·дней)	1787	1836	1929	2017	1977	1923	131,9
Выход зерна на 1 тыс. ед. ФПП, кг	2,66	2,81	2,79	2,70	2,68	2,59	0,12
ЧПФ в среднем за вегетацию, (г м ²)/сут	4,9	5,3	5,4	5,4	5,3	5,2	0,3

Примечание. Я-ячмень, Г-горох, О-овес, В-вика, Т-тритикале, П-пелюшка.

Следовательно, наибольшую ассимиляционную поверхность смешанные посевы зерновых и зернобобовых культур формируют при доле бобового компонента 10-30%.

Фотосинтетический потенциал посевов (ФПП) представляет собой обобщающий показатель, который характеризует продолжительность работы ассимиляционной поверхности как в течение вегетационного периода, так и в определенные промежутки роста и развития растений. В нашем опыте максимальные значения ФПП на смешанных посевах ячменя и гороха – 1828 тыс. м²/(га·дней) отмечены при норме высева бобового компонента 20% от посева в чистом виде; на посевах овса и вики – 1926 тыс. м²/(га·дней) при норме высева вики 10% и в агроценозе тритикале и пелюшки – 2017 тыс. м²/(га·дней) при доле пелюшки 30% от нормы высева в чистом виде. При дальнейшем увеличении нормы высева бобового компонента наблюдается постепенное снижение ФПП на всех видах смешанных посевов. Это происходит из-за сильного полегания посевов, так как злаковый компонент не в со-

стоянии удержать надземную массу вследствие недостаточной прочности стебля. Исходя из полученных данных можно заключить, что ФПП находится в тесной коррективной зависимости с площадью листьев на смешанных агроценозах зернофуражных культур. Поэтому оптимизация ассимиляционного аппарата способствует увеличению активной жизнедеятельности наиболее развитых листьев и удлиняет продолжительность их жизни.

Объективным показателем, характеризующим степень интенсивности работы листьев, является выход зерна на 1 тыс. единиц фотосинтетического потенциала посевов. Его рассчитывают с помощью деления урожайности товарной продукции – зернофуража (кг/га) на ФПП (тыс. м²/(га·дней)). При проведении исследований установлено, что данный показатель оставался довольно высоким и составил на посевах ячменя и гороха – 2,82-3,04 кг, овса и вики – 2,60-2,84, тритикале и пелюшки – 2,59-2,81 кг. Однако его минимальные значения на всех видах смешанных посевов отмечены при норме

фотосинтез может происходить и в других зеленых частях растения – стеблях, осях, усиках, зеленых бобах, однако вклад этих органов в общий синтез органического вещества посевов обычно невелик. При избыточном увлажнении и азотном питании площадь листьев может значительно превышать оптимальные размеры и достигать 70 тыс. м²/га. В таком случае нижние листья затеваются верхними и их доля в процессе фотосинтеза резко снижается. Более того, для поддержания листьев нижнего яруса в жизнеспособном состоянии необходим отток продуктов ассимиляции из верхних листьев, что существенно снижает формирование полезной продукции. В нашем опыте площадь листьев, являясь одним из важнейших факторов, влияющих на величину накопления сухой биомассы растений и в конечном итоге на урожайность посевов, существенно изменялась в зависимости от соотношения компонентов смешанных посевов различных агроценозов (табл. 2). В среднем за годы исследований максимальная ассимиляционная поверхность формировалась в фазе цветения растений и составляла на смешанных посевах ячменя и гороха 39,3 тыс. м²/га при их соотношении 80:20%. На смешанных посевах овса и вики максимальные значения листовой поверхности (40,6-39,2 тыс. м²/га) отмечены при включении в агроценоз 10-20% бобового компонента, а на посевах тритикале и пелюшки наибольшая площадь листовой поверхности сформировалась при норме высева пелюшки 30% от посева в чистом виде и составила 43,4 тыс. м²/га.

высева злакового и бобового компонента 50+50% от посева в чистом виде.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) характеризует интенсивность ассимиляционного процесса посевов и измеряется количеством сухой органической массы (г), которое синтезирует 1 м² листовой поверхности за 1 сут. В среднем за вегетацию она составила на смешанных посевах ячменя и гороха 5,7-6,0 (г·м²)/сут, овса и вики – 5,1-5,6, тритикале и пелюшки – 5,2-5,4 (г·м²)/сут. ЧПФ широко изменяется в течение вегетационного периода. В первый период ЧПФ выше, чем в конце вегетационного периода, так как в начале растения не затеняют друг друга и сорняки не достигают максимальных размеров, поэтому все листья хорошо освещены. В дальнейшем с увеличением площади листьев ЧПФ начинает уменьшаться в связи с затенением и старением нижнего яруса листьев и жесткой конкуренцией между культурными и сорными растениями в борьбе за факторы жизни: свет, воду, содержание в почве питательных элементов и концентрацию СО₂ в приземном слое воздуха.

Урожайность сухой биомассы смешанных посевов равна произведению ФПП и ЧПФ. В наших исследованиях максимальная урожайность отмечена на посевах ячменя и гороха при соотношении компонентов 80:20% от нормы высева в чистом виде и составила 109,7 ц/га, на посевах овса и вики – при соотношении 80:20% – 104,3 ц/га, тритикале и пелюшки – при 70:30% – 108,9 ц/га. Таким образом, максимальная урожайность смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур формируется при малых нормах высева бобового компонента в интервале 20-30% от нормы высева в чистом виде. Остальные 70-80% должны приходиться на злаковый компонент, который является поддерживающей культурой и улучшает освещенность агроценоза.

Поскольку ЧПФ довольно консервативный показатель и при улучшении условий жизни может снижаться из-за увели-

чения площади листьев и их взаимного затенения, единственно верным и надежным способом увеличения урожайности сухой биомассы посевов является борьба с сорняками. В чистых от сорняков посевах улучшаются условия освещенности и ЧПФ культурных растений всегда существенно выше, чем на засоренных посевах. Применение регуляторов роста, интегральные меры защиты растений от вредителей и болезней также повышают ЧПФ, увеличивают урожайность и его качество.

Выводы. 1. При возделывании смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур следует учитывать ассоциативную конкуренцию компонентов агроценоза, поскольку в природе всегда существует как межвидовое, так и внутривидовое соперничество растений за факторы жизни. Для повышения биологической устойчивости к стрессовым ситуациям, возникающим при возделывании смешанных посевов, следует подбирать культуры, совместимые по почвенно-климатическим и морфо-биологическим свойствам, что в итоге определяет высокую продуктивность зернофуража, сбалансированного по переваримому протеину.

2. Максимальная урожайность на смешанных посевах зерновых и зернобобовых культур формируется при малых нормах высева бобового компонента в интервале 20-30% от нормы высева в чистом виде. На злаковый компонент должно приходиться 70-80%.

Литература

1. Жученко А.А. Адаптивное растениеводство. - Кишинев: Штиинца, 1990. - С.220-233.
2. Ничипорович А.А. Пути управления фотосинтетической деятельностью растений с целью повышения их продуктивности // Физиология сельскохозяйственных растений. - М.: МГУ, 1967. Т. I. - С. 309-353.
3. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Коренов Г.В., Филатов В.И. Растениеводство. - М.: Колос, 1997. - С.11-66.
4. Фирсов И.П., Соловьев А.М., Трифонова М.Ф. Технология растениеводства. - М.: Колос С, 2004. - С.297-302.

PRODUCTIVITY OF MIXED CEREAL-LEGUMINOUS CROPS GROWN ON SODDY-MEDIUM-PODZOLIC SOILS IN THE UPPER VOLGA REGION

V.A. Shevchenko, P.N. Prosviryak Russian Academy of Agricultural Sciences

Liming conditions, principles for the selection of components in the mixed plantations of group I cereals and leguminous crops, and the productivity of mixed crops were considered.

Keywords: mixed crops, cereals, leguminous plants, selection of components, sowing rates, fodder grain, soil.