

ОСОБЕННОСТИ РАСЧЕТА ДОЗ УДОБРЕНИЙ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПЛАНИРУЕМОЙ УРОЖАЙНОСТИ ЯЧМЕНЯ И ГОРОХА НА КОРМОВЫЕ ЦЕЛИ В ЧИСТЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ РОССИИ

В.А. Шевченко, д.с.-х.н., РАСХН

Представлен расчёт доз удобрений на программируемый урожай ячменя и гороха при выращивании в чистых и смешанных посевах при разном соотношении компонентов смеси для получения зернофуража, сбалансированного по переваримому протеину.

Ключевые слова: программирование урожая, смешанные посевы, зернофураж, расчет доз удобрений, стоимость удобрений.

Увеличение урожайности зерновых фуражных культур возможно при возделывании смешанных посевов злаковых и бобовых растений по интенсивным технологиям с учётом критериев их совместимости по всем факторам, снижающим действие механизмов как биотического, так и абиотического угнетения продукционного процесса. В условиях Северо-Западного региона России все культуры смешанных посевов должны быть длиннодневными, быстро растущими в первые фазы развития, сами заглушать сорняки и не требовать применения гербицидов [1].

Очень важно подобрать для смешивания сорта, которые не только увеличат сбор полезной продукции с единицы площади, но и улучшат качество зернофуража за счёт повышенного содержания в нем белка. Для этого компоненты смесей должны быть подобраны по видовому и сортовому составу с учётом критериев их совместимости по морфологии растений, одинаковым требованиям к почвенно-климатическим и гидрологическим условиям, а также к реакции почвенного раствора.

В этом плане смешанные посевы ячменя и гороха вполне совместимы по всем перечисленным критериям. Однако перед их посевом поле должно быть известковано, поскольку эти культуры хорошо растут и развиваются при $pH_{\text{сол.}}$ 6,8-7,5, в то время как почвы Тверской области имеют кислую реакцию ($pH_{\text{сол.}}$ 5,8-5,9). Исходя из имеющихся в литературе данных, 1 т $CaCO_3$ сдвигает $pH_{\text{сол.}}$ среднесуглинистой почвы на 0,1 единицы, следовательно, чтобы довести $pH_{\text{сол.}}$ до 6,8 необходимо внести на 1 га 10 т $CaCO_3$ [2].

Широкое использование зерна ячменя для кормления сельскохозяйственных животных объясняется его благоприятным биохимическим составом: в нем содержится 50-60% крахмала, 10-15% белка, а в 1 кг – 1,12 корм. ед. Именно по этой причине при производстве большинства кормов его вводят в качестве основного компонента. Однако, содержание переваримого протеина при возделывании ячменя в чистом виде составляет всего 70 г на 1 корм. ед. при зоотехнической норме 110-120 г [3]. Поэтому для производства высокобелкового фуражного зерна его следует возделывать в смешанных посевах с горохом посевным, так как он содержит в 1 корм. ед. 158 г переваримого протеина, что на 32-44 % больше научно обоснованной нормы. Горох – важный компонент высокобелкового фуражного зерна при совместном возделывании с ячменём.

Горох посевной характеризуется наибольшей совместимостью при выращивании его с ячменём как по темпам роста и развития растений, так и по требованиям к почвенно-климатическим условиям и к реакции почвенного раствора. В некоторых областях Нечерноземной зоны на зелёный корм, сено и силос горох высевают вместе с овсом и ячменём. Так, по данным А.А. Петровой [4], в условиях Верхневолжья в сложных агроценозах ячменя и овса с горохом посевным снижение доли злаковых компонентов и повышение доли гороха сопровождаются увеличением площади листьев расте-

ний ячменя и гороха. В её опытах наибольшая суммарная площадь листьев в агроценозе ячмень + горох формируется в варианте при норме высева 60% ячменя + 40% гороха от посева в чистом виде, а общий урожай зернофуража находится в тесной прямой зависимости от суммарной площади листьев ($r=0,91$). В смешанных посевах ячменя с горохом получены наибольший урожай зерна – 26,8 ц/га и максимальный выход корм. ед. – 30,3 ц/га. При этом по сравнению с чистыми посевами ячменя смешанные посевы ячменя и гороха обеспечивают сбалансированный корм по белку, поскольку при таком соотношении злаковых и бобовых компонентов 1 корм. ед. содержит 114,8 г переваримого протеина, что соответствует зоотехнической норме.

По данным Н.Н. Иванютиной [5], в условиях Северо-Западного региона России на неудобренном фоне для получения сбалансированного по белку зернофуража наиболее предпочтительны смешанные посевы ячменя с горохом, которые обеспечивают наибольший выход кормовых единиц (29,1-33,5 ц/га) и сбор переваримого протеина (306-326 кг/га).

В опытах М.С. Рогова и Н.И. Попова [6] доказано, что возделывание смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур гарантирует высокие и устойчивые урожаи зернофуража. При этом увеличивается сбор кормовых единиц, улучшается качество корма, повышается урожайность зерна по сравнению с одновидовыми посевами ячменя в пользу ячменно-бобовой смеси на 2-5 ц/га.

Цель наших исследований – изучить особенности формирования программируемых урожаев ячменя и гороха в чистых и смешанных посевах при разном соотношении компонентов смешивания. Это необходимо для получения зернофуража, сбалансированного по белку.

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 горизонта 20-22 см, содержание в почве гумуса 1,62-1,78%, легкогидролизуемого азота 72-78 мг/кг, 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 и от среднесезонных данных как по температурному режиму, так и по количеству выпавших осадков и их распределению по декадам и месяцам вегетационного периода. Это позволило более объективно оценить влияние расчетных доз удобрений на урожайность ячменя и гороха. Благоприятные условия сложились в 2006, 2008 и 2009 гг., в то время как 2007 г. был засушливым, а 2010 г. – аномально засушливым и жарким.

Предшественник – озимая пшеница. В качестве объектов исследований были взяты сорта ячменя ярового Зазерский 85 и гороха посевного Таловец 70. Повторность опыта четырехкратная. Общая площадь делянки – 50 м², учетная – 35 м². Расположение делянок – методом рендомизации.

В опыте изучали следующие варианты: 1. Ячмень – в чистом виде без удобрений (контроль I); 2. Горох – в чистом виде без удобрений (контроль I); 3. Ячмень – в чистом виде на запланированный урожай (контроль II); 4. Горох – в чистом виде на запланированный урожай (контроль II); 5. Ячмень – 90% от нормы высева в чистом виде + горох – 10% (180+30

кг/га); 6. Ячмень – 80% + горох 20% (160+60 кг/га); 7. Ячмень – 70% + горох – 30% (140+90 кг/га); 8. Ячмень – 60% + горох – 40% (120+120 кг/га); 9. Ячмень – 50% + горох – 50% (100+150 кг/га).

Расчёт доз удобрений на запланированный урожай проводили балансовым методом с учётом доли компонентов смешивания злаковых и бобовых культур [7].

При выполнении программы исследований использовали методики, применяемые в научных учреждениях сельскохозяйственного профиля [1, 8, 9, 10].

Результаты исследований и их обсуждение. При расчёте доз удобрений на программируемый урожай необходимо учитывать обеспеченность почвы доступными для растений формами элементов питания, знать соотношение и химический состав основной и побочной продукции и потребность растений в азоте, фосфоре и калии на 1 ц; учитывать коэффициенты использования элементов минерального питания из почвы, а также из корневых и пожнивных остатков предшественника; установить дозы NPK, не использованные предшественником. На основании возможного выноса NPK из почвы, растительных остатков и ранее внесённых, но не использованных предшественником минеральных удобрений рассчитывают урожайность зерна за счёт эффективного плодородия почвы и определяют планируемую прибавку.

В наших исследованиях действительно возможная урожайность зерна ячменя по приходу фотосинтетически активной радиации, влагообеспеченности посевов и тепловым ресурсам региона составляет 62,3 ц/га, а гороха – 36,7 ц/га (табл. 1).

1. Расчёт доз удобрений с учётом последействия предшественника на полную норму высева ячменя и гороха, кг д.в./га

№ п/п	Показатель	Ячмень-62,3 ц/га			Горох-36,7 ц/га		
		N	P	K	N	P	K
1	Выносятся с 1 ц зерна, кг	2,5	1,0	2,3	6,6	1,6	2,0
2	Общий вынос, кг/га	155,8	62,3	143,3	242,2	58,7	73,4
3	Содержится в почве: мг/100г	7,5	16,9	9,7	7,5	16,9	9,7
	кг/га	225,0	507,0	291,0	225,0	507,0	291,0
4	Коэффициент использования из почвы, %	25	10	13	25	10	13
5	Возможный вынос из почвы, кг/га	56,3	50,7	37,8	56,3	50,7	37,8
6	Дозы NPK, не использованные предшественником, кг/га	-	13,8	17,9	-	13,8	17,9
7	Поступило с остатками предшественника, кг/га	34,2	14,6	60,3	34,2	14,6	60,3
8	Коэффициент использования NPK из остатков, %	25	30	70	25	30	70
9	Использовано NPK из остатков, кг/га	8,6	4,4	42,2	8,6	4,4	42,2
10	Вынос NPK из почвы, удобрений и остатков (пп. 5, 6, 9), кг/га	64,9	68,9	97,9	64,9	68,9	97,9
11	Урожайность зерна за счёт эффективного плодородия почвы, ц/га	26,0	68,9	42,6	9,8	43,1	49,0
12	Необходимо внести NPK дополнительно, кг/га	90,9	-	45,4	177,3	-	-
13	Коэффициент использования из удобрений в год внесения, %	55	25	60	55	25	60
14	Потребуется внести с учётом коэффициента использования, кг/га	165,3	-	75,7	322,4	-	-
15	Припосевное внесение фосфора, кг/га	-	10,0	-	-	10,0	-
16	Суммарная доза внесения NPK, кг/га	-	251,0	-	-	332,4	-
17	Планируемая прибавка зерна, ц/га	-	36,3	-	-	26,9	-
18	Прибавка зерна от внесения 1 кг NPK, кг:						
	планируемая		14,5			8,1	
	биологическая		8,0			6,9	
	фактическая		7,8			6,7	

Зная величину действительно возможной урожайности и определив исходную величину урожая, соответствующую эффективному плодородию конкретного поля, рассчитывают планируемую прибавку: для ячменя – 36,3 ц/га (62,3-26,0), для гороха – 26,9 ц/га (36,7-9,8).

Далее все расчёты ведут на планируемую прибавку урожая зерна с учётом выноса NPK на 1 ц основной и побочной продукции и коэффициентов использования питательных веществ растениями из вносимых удобрений.

Перед уборкой определяли биологическую урожайность ячменя и гороха в чистых и смешанных посевах на зернофураж. При возделывании запланированных урожаев ячменя прибавка зерна от внесения 1 кг д.в. минеральных удобрений составила: планируемая – 14,5; биологическая – 8,0; фактическая – 7,8 кг, при возделывании гороха соответственно 8,1; 6,9; и 6,7 кг. Таким образом сохраняется разница между планируемой и фактической прибавкой зерна от внесения 1 кг д.в. NPK, что объясняется низкой эффективностью минеральных удобрений в неблагоприятные по погодным условиям годы – 2007 и 2010, которые отличались резким недостатком атмосферных осадков и повышенной температурой воздуха.

При возделывании смешанных посевов ячменя и гороха увеличивается продуктивность ячменя по мере роста доли бобового компонента. Так, если при соотношении злакового и бобового компонента 90+10% недобор зерна ячменя к уровню программируемой урожайности составил 14,5 ц/га, то при 80+20% – снизился до 10,2; при 70+30% – до 5,7; при 60+40% – до 2,6, а при 50+50% даже превысил запланированную урожайность зерна на 1,9 ц/га.

При переводе гороха на минеральный тип азотного питания, напротив, отмечено превышение его урожайности при всех соотношениях компонентов посевов. Максимальная биологическая урожайность гороха была получена при структуре посева 70+30%, что на 8,3 ц/га зерна больше уровня программируемой урожайности.

При возделывании смешанных посевов ячменя и гороха максимальный сбор корм. ед. с 1 га (64,4 ц/га), а также оптимальная обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином по зоотехническим нормам кормления (103,7 г) достигнуты при соотношении ячменя и гороха в злаково-бобовых агроценозах 70+30% от нормы высева семян в чистом виде.

При возделывании ячменя и гороха в чистом виде их биологическая урожайность существенно ниже смешанных посевов и составляет у ячменя 46,0 ц/га, у гороха 32,7 ц/га, в то время как в оптимальном варианте смешанных посевов (70+30%) – 57,2 ц/га, что на 24,3-74,9% выше К-II (табл. 2).

2. Биологическая урожайность ячменя (числитель) и гороха (знаменатель) в чистых и смешанных посевах (2006-2010 гг.)

Соотношение компонентов от нормы высева семян в чистом виде, %	Биологическая урожайность, ц/га	К программируемой урожайности, ±	К фактической урожайности, ±
Ячмень-100	25,3	-0,7	+1,8
(Горох-100)(К-I)	10,3	+0,5	+0,4
Ячмень-100	46,0	-16,3	+0,5
(Горох-100)(К-II)	32,7	-4,0	+0,6
90	41,5	-14,5	-1,4
10	7,9	+4,2	-2,3
80	39,6	-10,2	+0,2
20	14,3	+7,0	-1,8
70	37,9	-5,7	+0,1
30	19,3	+8,3	+0,4
60	34,8	-2,6	-0,5
40	20,5	+5,8	0,7
50	33,1	+1,9	+0,3
50	22,8	+5,4	+0,2
НСР ₀₅	2,4	-	-
	1,1		

Примечание. К-I и К-II – посев ячменя и гороха в чистом виде; К-I – контроль без удобрений; К-II – контроль с расчетными дозами удобрений на запланированный урожай.

Продовольственная безопасность нашей страны напрямую связана с уровнем применения минеральных удобрений и интенсивностью химизации земледелия в целом. Важно отметить, что вносимые с удобрениями элементы питания растений являются природными соединениями, и поэтому они не оказывают негативного влияния на окружающую среду. Наоборот, применение минеральных удобрений в научно обоснованных дозах, наряду с повышением урожайности и качества растениеводческой продукции, улучшает социальную и экологическую обстановку. Однако в последние 20 лет экспорт удобрений достиг 88%, а поставки сельскому хозяйству уменьшились до 11% от объема производства, в результате урожайность важнейших сельскохозяйственных культур постепенно снижается, а страна всё больше зависит от экспорта продовольствия. В итоге все это увеличивает стоимость удобрений.

При внесении доз удобрений на планируемую урожайность зерна ячменя (62,3 ц/га) и гороха (36,7 ц/га) их биологическая урожайность была меньше расчетной, соответственно, на 16,3 и 4,0 ц/га. Таким образом внесение расчётных доз удобрений на получение планируемой урожайности зерна ячменя и гороха оказалось нецелесообразным, потому что растения в данном случае не использовали в среднем за годы проведения исследований 26,2 и 10,9% азота и 7,9 и 10,8% калия соответственно. Поэтому от внесения 1 кг NPK вместо ожидаемой прибавки зерна ячменя она составила всего 65,2% от планируемой, а у гороха – 85,2%.

В нашем опыте стоимость удобрений в структуре затрат при возделывании чистых посевов ячменя и гороха в варианте (К-I), где вносили только припосевное удобрение в дозе 10 кг д.в./га P₂O₅ составила при выращивании ячменя 3,0%, гороха – 3,7% (табл. 3). При интенсивном возделывании обеих культур на запланированную урожайность и переводе их на минеральный тип азотного питания (К-II) стоимость удобрений в структуре затрат возросла и составила при возделывании ячменя 32,2%, гороха – 40,4%. При этом самые высокие затраты приходится на азотные удобрения, что составляет, соответственно, 74,5 и 96,6%.

3. Стоимость удобрений при возделывании ячменя и гороха в чистых и смешанных посевах (в ценах на 01.01.2011 г.)

Структура посева	N		P ₂ O ₅		K ₂ O		Стоимость удобрений в структуре затрат	
	кг д.в./га	все-го, руб/га	кг д.в./га	все-го, руб/га	кг д.в./га	все-го, руб/га	руб/га	%
Соотношение компонентов от нормы высева семян в чистом виде,								

%								
Ячмень-100% (Горох-100%) (К-I)			10,0	251			251	3,0
			10,0	251			251	3,7
Ячмень-100% (Горох-100%) (К-II)	165,3	3701	10,0	251	75,7	1018	4970	32,2
	322,4	7218	10,0	251	0	0	7469	40,4
90	148,8		9,0		68,1			
10	32,2	4052	1,0	251	0	917	5220	32,9
80	132,2		8,0		60,6			
20	64,5	4403	2,0	251	0	816	5470	34,1
70	115,7		7,0		53,0			
30	96,7	4756	3,0	251	0	715	5722	35,4
60	99,2		6,0		45,4			
40	129,0	5109	4,0	251	0	614	5974	36,8
50	82,7		5,0		37,9			
50	161,2	5460	5,0	251	0	513	6224	38,1

При возделывании ячменя и гороха в смешанных посевах стоимость минеральных удобрений в структуре затрат изменяется в зависимости от соотношения компонентов. Так при соотношении ячменя и гороха 90+10% от нормы высева семян в чистом виде расходы на минеральные удобрения составляют 5220 руб/га, при соотношении 80+20% – 5470, при 70+30% – 5722, при 60+40 – 5974, при 50+50% – 6224 руб/га. Таким образом по мере насыщения агроценоза бобовым компонентом стоимость удобрений возрастает.

В варианте смешанных посевов ячменя и гороха при соотношении компонентов 70+30% от нормы высева семян в чистом виде, где достигнута необходимая обеспеченность 1 корм. ед. переваримым протеином, получена максимальная фактическая урожайность зернофуража – 56,7 ц/га, которая по отношению к программируемому уровню находится в пределах ошибки опыта (табл. 4).

При увеличении доли гороха в смешанных посевах с ячменём до 40 и 50% от нормы высева семян в чистом виде урожайность зернофуража и сбор корм. ед. с 1 га остаются на уровне варианта с соотношением компонентов 70+30%. Однако за счёт увеличения затрат на минеральные удобрения стоимость продукции возрастает, соответственно, на 786 и 1651 руб/га, а себестоимость – на 82 и 199 руб/га, что влияет на чистый доход и уровень рентабельности.

Себестоимость 1 корм. ед. в контрольном варианте без внесения удобрений составила 3,17-5,89 руб., при возделывании программированных урожаев с внесением расчётных доз удобрений – 3,03-4,92 руб., что существенно выше, чем при выращивании смешанных посевов зернофуража. Самая низкая себестоимость 1 корм. ед. (2,51 руб.) получена в смешанных посевах ячменя и гороха при соотношении компонентов 70+30% от нормы высева семян в чистом виде.

4. Урожайность ячменя (числитель) и гороха (знаменатель) в чистых и смешанных посевах и экономическая эффективность их возделывания (2006-2010 гг.)

Структура посева	Урожайность зерна, ц/га			Сбор корм. ед., ц/га	Стоимость продукции, руб. с 1 га	Себестоимость 1 корм. ед., руб.	Себестоимость продукции, руб. с 1 га	Чистый доход, тыс. руб. с 1 га	Рентабельность, %
	программируемая	фактическая	± к программируемой						
Соотношение компонентов от нормы высева семян в чистом виде, %									
Ячмень-100 (Горох-100) (К-I)	26,0	23,5	-2,5	26,3	9870	3,17	8350	1520	18,2
	9,8	9,9	+0,1	11,6	7900	5,89	6829	1071	15,7
Ячмень-100 (Горох-100) (К-II)	62,3	45,5	-16,8	51,0	19110	3,03	15456	3654	23,6
	36,7	32,1	-4,6	37,6	25616	4,92	18492	7124	37,9
90	56,1	42,9	-13,2	48,0					
10	3,7	10,2	+6,5	11,9	26158	2,65	15883	10275	64,7
80	49,8	39,4	-10,4	44,1					
20	7,3	16,1	+8,8	18,8	29397	2,55	16039	13358	83,3
70	43,6	37,8	-5,8	42,3					
30	11,0	18,9	+7,9	22,1	30958	2,51	16155	14803	91,6
60	37,4	35,3	-2,1	39,5					
40	14,7	21,2	+6,5	24,8	31744	2,53	16237	15507	95,5
50	31,2	32,8	+1,6	36,7					
50	18,4	23,6	+5,2	27,6	32609	2,54	16354	16255	99,4
HCP ₀₅ , ц/га	-	3,1	-	3,2	1469	0,19	952	566	3,8

Уровень рентабельности в смешанных посевах был существенно выше (64,7-99,4%), чем при выращивании ячменя и гороха в чистом виде как в варианте К-I (без удобрений) – 15,7-18,2%, так и при программном выращивании в варианте К-II (с расчетными дозами удобрений) – 23,6-37,9% при НСР₀₅ 3,8%.

Выводы. 1. Максимальная урожайность зернофуража – 56,7 ц/га и минимальная себестоимость 1 корм. ед. – 2,51 руб. получены в смешанных посевах при соотношении ячменя и гороха 70+30% от нормы высева семян в чистом виде. Такие агроценозы при оптимальном соотношении компонентов смешивания и адаптированные к почвенно-климатическим условиям региона, позволяют сбалансировать зернофураж по переваримому протеину и повысить продуктивность кормовых культур.

2. Для повышения эффективности выращивания смешанных посевов зерновых и зернобобовых культур в условиях Северо-Западного региона России, необходимо оптимизировать следующие технологические операции при их возделывании: а) норму высева рассчитывать в пропорциональном соотношении 70+30% от посева семян злакового и бобового компонентов в чистом виде; б) расчет доз удобрений проводить с учетом выноса элементов питания каждым компонентом под запланированный урожай; в) уровень действительно возможной урожайности определять по состоянию почвенно-климатической обеспеченности региона.

Литература

1. Усанова З.И. Теория и практика создания высокопродуктивных посевов полевых культур. // -Тверь: ТГСХА, 1999, – 330 с.
2. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е., Корнев Г.В., Филатов В.И. Растениеводство - М.: Колос, 1997.- С. 58-66.
3. Терехов А.И., Савкина А.Д., Седова В.А. Эффективность производства высокобелкового зерна. -М.: Россельхозиздат, 1979.- С. 40-58.
4. Петрова А.А. Экологически безопасные технологии возделывания зерновых фуражных культур в северной части Центрального Нечерноземья. Автореф. дисс. канд. с.-х. наук - Балашиха: ВСХИЗО, 1995, – 24 с.
5. Иванютина Н.Н. Программирование урожайности ячменя и овса в чистых и смешанных посевах. Автореф. дисс. канд. с.-х. н. - Балашиха: РГАЗУ, 1999, – 20 с.
6. Rogov M.C., Popov N.I. Смешанные посевы продуктивнее // Зерновые культуры.- 1992.- № 2-3.- С. 22-23.
7. Каюмов М.К. Программирование урожая. - М.: Московский рабочий, 1981.- С. 7-98.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1989. – 194 с.
9. Посыпанов Г.С., Долгодворов В.Е. Методика определения энергетической эффективности. - М.: МСХА, 1995.- С. 3-22.
10. Шпаков А.С., Трофимов И.А., Кутузова А.А. Агроландшафтно-экологическое районирование и адаптивная интенсификация кормопроизводства Центрального экономического района Российской Федерации. - М.: Росинформагротех, 2005.- С. 229-257.

CALCULATION OF FERTILIZER RATES FOR THE PLANNED YIELDS OF FODDER BARLEY AND PEA IN PURE AND MIXED PLANTATIONS OF THE RUSSIAN NONCHERNOZEMIC ZONE

V.A. Shevchenko

Russian Academy of Agricultural Sciences
ul. Krzhizhanovskogo 15/2, 117218 Russia

The rates of fertilizers for the planned yields of barley and pea grown in pure and mixed plantations at different proportions of components have been calculated to obtain grain forage balanced in digestible protein.

Keywords: planning of yields, mixed plantations, grain forage, calculation of fertilizer rates, fertilizer cost.