

Влияние способа и дозы внесения азота на формирование урожайности зерна горохоячменной смеси в Среднем Предуралье

С.Л. Елисеев, д.с.-х.н., профессор, Е.А. Ренёв, к.с.-х.н., Ю.А. Ренёва, ст. преподаватель, Пермская ГСХА

Одной из проблем получения высоких и экономически оправданных урожаев сельскохозяйственных культур остаётся оптимальная обеспеченность растений элементами питания, в частности азотом, в современных технологиях возделывания сельскохозяйственных культур [8]. К настоящему времени накоплена информация по установлению оптимальных доз азотных удобрений под зерновые, зернобобовые культуры и их смеси. Учёными установлено, что в условиях умеренной интенсификации производства наиболее продуктивной культурой в одновидовом посеве в Предуралье является ячмень [1, 2]. В смешанном посеве увеличение дозы азота сопровождается повышением продуктивности злакового компонента при одновременном её снижении у бобового. Возможно, регулированию азотного питания бобово-злаковых смесей будет способствовать способ внесения удобрений. Однако исследований по изучению способов внесения азотных удобрений проведено недостаточно, особенно на смешанных посевах [3, 4].

Цель исследований – оптимизировать дозу азота в зависимости от способа его внесения для достижения урожайности зерна горохоячменной смеси высокого качества на уровне 4 т/га.

Материалы и методы исследований. Для решения поставленной цели на учебно-научном опытном поле ФГБОУ ВПО Пермская ГСХА в 2011–2013 гг. заложили двухфакторный опыт. Схема опыта включала: фактор А – способ внесения азота: А₁ – предпосевное, А₂ – прикорневое, А₃ – некорневое; фактор В – доза азота, кг/га: В₁ – без удобрения, В₂ – 15, В₃ – 30, В₄ – 45, В₅ – 60.

Опыт проводили по общепринятым методикам [5]. Расположение вариантов – систематическое, методом расщеплённых делянок, повторность четырёхкратная. Общая площадь делянки составляла 75 м², учётная – 48 м². Опыты закладывали на дерново-подзолистой тяжелосуглинистой почве со средним содержанием гумуса (2,2–2,9%), высоким содержанием калия (138–150 мг/кг почвы) и фосфора (293–398 мг/кг почвы).

В годы исследований сложились непростые условия для развития горохоячменной смеси. Май и июнь характеризовались тёплой погодой со среднесуточной температурой воздуха +11,9 и +17,6°С, что на 1–2°С выше среднеемноголетних значений, и достаточной влагообеспеченностью – количество осадков 48–91 мм, что составило 89–136% от среднеемноголетних значений соответственно.

Такие погодные условия способствовали быстрому развитию растений, особенно ячменя в фазу кущения. Июль характеризовался жаркой погодой, средняя температура составляла +19,8°С, причём повышалась в первую и вторую декаду до 25–30°С, что на фоне незначительного количества осадков (52% от среднеемноголетних значений) приводило к угнетению растений гороха ячменём и снижению его выживаемости за вегетацию, особенно на фоне повышенных доз азота, в связи с хорошим развитием последнего к фазе колошения.

Агротехника в опыте была общепринятой для Предуралья [6]. После уборки предшественника – озимой пшеницы проводили лущение стерни ЛДГ-15Б, затем через две недели – зяблевую вспашку на глубину пахотного слоя ПЛН-4-35. Весенняя обработка почвы включала ранневесеннее боронование БЗТС-1,0 и предпосевную культивацию КПС-4,0 с боронованием в два следа. Фосфорно-калийные удобрения вносили фоном в дозах P₄₂K₁₀₄, которые рассчитаны на возмещение выноса урожайностью ячменя 4 т/га по М.К. Каюмову [7]. Азотные удобрения (карбамид) вносили согласно схеме опыта. Нормы высева компонентов составляли 12,5% гороха и 87,5% ячменя от нормы высева в чистом виде (горох 1,2 млн всхожих семян/га, ячмень 5,5 млн всхожих семян/га). Способ посева рядовой, смешанный, сеялкой ССНП-16. Глубина посева 4–5 см. Урожайность при уборке пересчитывали на 100-процентную чистоту и 14-процентную влажность. Уборку зерна проводили комбайном СК-5М-1 однофазным способом в конце восковой спелости ячменя.

Результаты исследований. Урожайность горохоячменной смеси формировалась в основном за счёт злакового компонента, доля которого в урожае достигала более 98% (табл. 1). При такой низкой доле гороха в смеси получить зерно, соответствующее зоотехнической норме кормления сельскохозяйственных животных, возможно только при повышенных дозах азота или изменении соотношения при посеве в сторону увеличения бобового компонента.

Наиболее высокую урожайность горохоячменной смеси в среднем за три года наблюдали при внесении азотных удобрений под предпосевную культивацию – 4,47 т/га и в некорневую подкормку – 4,28 т/га, что существенно больше, чем при внесении азотных удобрений в прикорневую подкормку – на 0,46–0,27 т/га соответственно.

Аналогичная закономерность наблюдалась и по урожайности ячменя. Урожайность же гороха не зависела от приёмов внесения азота, но с увеличением дозы его внесения существенно снижалась

1. Влияние способа внесения азота на формирование урожайности зерна горохо-ячменной смеси, среднее за 2011–2013 гг.

Способ внесения (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор В)	Урожайность, т/га			Доля гороха в урожае, %	Среднее по В		
		всего	в том числе			всего	в том числе	
			ячмень	горох			ячмень	горох
Предпосевное	0	3,55	3,51	0,04	1,1	3,58	3,53	0,05
	15	4,09	4,06	0,03	0,7	3,87	3,84	0,03
	30	4,44	4,43	0,01	0,2	4,27	4,26	0,01
	45	4,90	4,89	0,01	0,1	4,55	4,54	0,01
	60	5,36	5,36	0,00	0,0	4,98	4,98	0,00
Среднее по А ₁ В		4,47	4,45	0,02	0,4			
Прикорневое	0	3,55	3,50	0,05	1,4			
	15	3,47	3,45	0,02	0,6			
	30	4,05	4,02	0,03	0,7			
	45	4,25	4,24	0,01	0,2			
	60	4,70	4,70	0,00	0,0			
Среднее по А ₂ В		4,01	3,99	0,02	0,6			
Некорневое	0	3,63	3,58	0,04	1,1			
	15	4,05	4,02	0,03	0,7			
	30	4,33	4,32	0,01	0,2			
	45	4,51	4,50	0,01	0,2			
	60	4,89	4,89	0,00	0,0			
Среднее по А ₃ В		4,28	4,26	0,02				
НСР ₀₅ ч.р. Ф.А		0,58	0,62	F<F ₀₅	0,5			
НСР ₀₅ ч.р. Ф.В		0,33	0,32	0,03				
НСР ₀₅ гл.эфф. Ф.А		0,26	0,28	F<F ₀₅				
НСР ₀₅ гл.эфф. Ф.В		0,19	0,19	0,02				

2. Влияние способа внесения азота на формирование структуры урожайности ячменя, среднее за 2011–2013 гг.

Способ внесения (фактор А)	Доза азота, кг/га (фактор В)	ПВ, %	Выживаемость растений за вегетацию, %	Количество продуктивных стеблей к уборке, шт/м ²	Коэффициент кущения	Количество зёрен в колосе, шт.	Масса 1000 зёрен, г	Продуктивность колоса, г	Биологическая урожайность, т/га
Предпосевное	0	65	81	454	1,77	19,5	44,7	0,87	3,96
	15	65	84	488	1,84	20,1	47,6	0,96	4,66
	30	65	88	505	1,81	21,1	48,6	1,02	5,18
	45	64	90	533	1,85	21,3	51,3	1,09	5,81
	60	65	93	563	1,90	21,9	52,4	1,15	6,46
Среднее по А ₁ В		65	87	508	1,83	20,8	48,9	1,02	5,21
Прикорневая подкормка	0	65	79	459	1,82	20,2	45,2	0,91	4,18
	15	65	82	467	1,80	20,5	47,1	0,96	4,51
	30	65	86	480	1,75	20,6	48,7	1,00	4,82
	45	65	89	493	1,75	21,0	49,6	1,04	5,15
	60	65	93	523	1,77	21,4	51,8	1,11	5,80
Среднее по А ₂ В		65	86	485	1,78	20,7	48,5	1,00	4,89
Некорневая подкормка	0	65	79	453	1,81	20,0	44,2	0,88	4,00
	15	64	84	482	1,81	20,5	47,0	0,96	4,64
	30	65	88	478	1,71	20,5	48,2	0,99	4,73
	45	65	90	512	1,78	21,0	50,0	1,05	5,37
	60	65	92	528	1,79	22,1	50,8	1,12	5,91
Среднее по А ₃ В		65	87	491	1,78	20,8	48,0	1,00	4,93
НСР ₀₅ ч.р. Ф.А		F<F ₀₅	2	38	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	0,76
НСР ₀₅ ч.р. Ф.В			2	18		1,0	4,2	0,09	0,44
НСР ₀₅ гл.эфф. Ф.А			1	17		F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	0,34
НСР ₀₅ гл.эфф. Ф.В			1	11		0,6	2,5	0,05	0,25

в среднем с 0,05 до 0,00 т/га. Данная закономерность прослеживается при всех изучаемых способах внесения азота.

В среднем за годы исследований при увеличении дозы азотных удобрений урожайность горохоячменной смеси существенно повышалась – с 3,58 т/га в варианте без их внесения до 4,98 т/га при дозе азота 60 кг/га. Максимальную урожайность зерна горохоячменной смеси при дозе азота 60 кг/га наблюдали при предпосевном внесении 5,36 т/га. Использование азота в дозе 60 кг/га при проведении прикорневой подкормки приводит к снижению урожайности смеси по сравнению с предпосевным внесением – на 0,66 т/га. Снижение дозы азота до 45 кг/га приводит к существенному уменьшению урожайности при всех способах внесения – на 0,38–0,46 т/га ($HCP_{05} = 0,33$ т/га). Таким образом, наиболее высокую урожайность горохоячменной смеси обеспечивает внесение азотных удобрений под предпосевную культивацию и в некорневую подкормку в дозе 60 кг/га, что на 0,47–1,81 т/га (10–51%) больше, чем в других вариантах опыта.

Наблюдения показали, изучаемые приёмы внесения азота не оказали влияния на полевую всхожесть ячменя, которая составила 64–65% (табл. 2). Выживаемость растений за летний период вегетации при использовании азота перед посевом

и в некорневую подкормку была выше в среднем на 1%, чем в прикорневую подкормку, а при увеличении его дозы существенно повысилась – на 12–14%. Величина коэффициента продуктивного кушения не зависела от изучаемых приёмов. Таким образом, формирование густоты продуктивного стеблестоя ячменя зависит от выживаемости растений. Урожайность ячменя имеет тесную связь с густотой стеблестоя.

Отмечена устойчивая тенденция увеличения количества зерна в колосе и массы 1000 зёрен при внесении азота под предпосевную культивацию и увеличении его дозы. Продуктивность колоса имеет тенденцию увеличения по сравнению с другими способами на 0,02 г, а масса 1000 семян при увеличении дозы азота – на 7,7 г.

Приёмы внесения азотного удобрения не оказали существенного влияния на формирование густоты растений гороха (табл. 3). Однако отмечены тенденции снижения продуктивности растений гороха при высоких дозах азота, что проявилось в уменьшении количества бобов на растении на 1,0–1,3 шт., количества семян в бобе на 1,2–1,9 шт. и массы 1000 семян на 50,0–54,4 г, а также увеличение выживаемости растений на 4–6% и густоты растений на 1 шт/м² при предпосевном внесении удобрений.

3. Влияние способа внесения азота на формирование структуры урожайности гороха, среднее за 2011–2013 гг.

Способ внесения (А)	Доза азота, кг/га (В)	ПВ, %	Количество продуктивных растений к уборке, шт./м ²	Выживаемость растений за вегетацию, %	Количество бобов на растении, шт.	Кол-во семян в бобе, шт.	Масса 1000 семян, г	Продуктивность растения, г	Биологическая урожайность, т/га
Предпосевное	0	50	3	29	2,3	3,8	200,0	1,75	0,05
	15	45	3	35	1,9	3,1	195,1	1,15	0,04
	30	48	3	28	1,7	2,8	182,5	0,87	0,02
	45	47	2	23	1,5	2,5	161,8	0,61	0,01
	60	45	2	24	1,3	2,1	149,9	0,41	0,01
Среднее по А ₁ В		47	3	28	1,7	2,9	177,9	0,88	0,03
Прикорневая подкормка	0	48	3	25	2,4	3,4	197,8	1,60	0,04
	15	46	2	26	1,9	3,3	185,2	1,14	0,03
	30	49	2	21	1,8	3,2	179,5	1,03	0,02
	45	48	2	24	1,3	2,6	156,1	0,53	0,01
	60	47	2	25	1,1	2,2	143,4	0,36	0,01
Среднее по А ₂ В		48	2	24	1,7	2,9	172,4	0,85	0,02
Некорневая подкормка	0	45	2	24	2,3	3,9	199,3	1,79	0,04
	15	47	2	24	2,1	3,0	192,0	1,21	0,03
	30	50	2	19	1,7	2,7	185,3	0,85	0,02
	45	45	2	24	1,4	2,7	159,1	0,60	0,01
	60	48	2	22	1,2	2,0	147,6	0,35	0,01
Среднее по А ₃ В		47	2	22	1,7	2,9	176,6	0,87	0,02
HCP ₀₅ ч.р. Ф.А					F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅
HCP ₀₅ ч.р. Ф.В					0,8	1,0	13,3	0,92	0,03
HCP ₀₅ гл.эфф. Ф.А		F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅	F<F ₀₅
HCP ₀₅ гл.эфф. Ф.В					0,5	0,6	7,7	0,53	0,02

Выводы. 1. На дерново-подзолистых тяжелосуглинистых среднекультуренных почвах Среднего Предуралья в годы с влажной первой и засушливой второй половиной вегетации горохо-ячменная смесь с соотношением компонентов при посеве 12,5+87,5% формирует урожайность зерна преимущественно за счёт злакового компонента, доля которого в урожае составляет 99–100%.

2. Не оказав влияния на полевую всхожесть, выживаемость растений за вегетацию и количество продуктивных растений гороха к уборке, возрастающие дозы азота в пределах способов их применения обуславливали тенденцию существенного снижения количества бобов – на 1,0–1,3 шт., количества семян в бобе – на 1,2–1,9 шт., массы 1000 семян – на 50,1–54,4 г и, как следствие, продуктивности растений – на 1,24–1,44 г.

3. Повышенные дозы азотных удобрений приводят к существенному увеличению количества зёрен в колосе ячменя – на 1,2–2,4 шт., массы 1000 зёрен – на 6,6–7,7 г и продуктивности – на 0,2–0,28 г.

4. Максимальная урожайность зерна горохо-ячменного агрофитоценоза формируется при внесении азота под предпосевную культивацию, которая в среднем на 0,19–0,46 т/га выше, чем в некорневую подкормку и при его прикорневом внесении за счёт увеличения выживаемости растений гороха

за вегетацию – на 4–6%, ячменя – 1% и густоты продуктивного стеблестоя соответственно на 1 и 17–23 шт/м².

5. Оптимальная доза внесения азота под горохо-ячменный агрофитоценоз при всех способах его внесения составляет 60 кг/га, что приводит к увеличению выживаемости растений ячменя на 12–14%, густоты продуктивного стеблестоя – на 64–119 шт/м².

Литература

1. Лукин А.С. Инвестиционные методы определения экономической эффективности и оптимизации применения минеральных удобрений // Земледелие. 2008. № 4. С. 20–22.
2. Фазыльянов Д.Х. Формирование урожая ячменя при комплексном применении минеральных удобрений и способов обработки почвы в Предуральской степи Республики Башкортостан: автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Оренбург, 2012. 22 с.
3. Елисеев С.Л., Ренев Е.А., Терентьев В.А. Однолетние бобово-злаковые зерно-кормовые смеси в Предуралье // Нива Поволжья. 2008. № 4 (9). С. 7–10.
4. Прошкин В.А. Моделирование эффективности минеральных удобрений по показателю агрохимических свойств почвы // Агрохимия. 2012. № 7. С. 16–27.
5. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М.: Колос, 1985. 336 с.
6. Акманаев Э.Д. и др. Инновационные технологии в агробизнесе. Пермь: Изд-во ФГБОУ ВПО Пермской ГСХА, 2012. 335 с.
7. Каюмов М.К. Удобрения под запрограммированный урожай зерновых культур. М.: ВНИИТЭИСХ, 1980. 82 с.
8. Hauggaard-Nielsen H., Jensen E. S. Evaluating pea and barley cultivars for complementarity in intercropping at different levels of soil an availability // Field crops. 2001. research. T. 72. № 3. P. 185–196.