

обеспечило получение максимальной биологической урожайности культуры (2,56-2,60 т/га) при следующих элементах структуры урожая: густота стояния растений к уборке – 45-46 шт./м²; количество стручков на растении к уборке – 129-132 шт.; количество семян в стручке – 13,7-13,9 шт.; масса 1000 семян – 3,1-3,2 г; масса семян с одного растения – 5,65-5,69 г.

3. В среднем за три года исследований максимальная урожайность маслосемян озимой сурепицы (1,68 т/га) получена в пятом варианте, прибавка к контролю составила 0,2 т/га, или 13,5 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Экологически безопасные биологически активные препараты растительного происхождения и перспективы их использования в овощеводстве / Г. В. Наумова [и др.] // Овощеводство на рубеже третьего тысячелетия: Материалы науч.-практ. конф. / Акад. Агр. Наук РБ. Бел. НИИ овощеводства. – Минск, 2000. – С. 30-31.
2. Шлапунов, В. Н. Промежуточные культуры – резерв увеличения производства и повышения качества кормов в Белоруссии / В. Н. Шлапунов // Сб. научн. тр. / Всесоюз. НИИ кормов. – М., 1989. – Вып. 4. – С. 74-85.
3. Шлапунов, В. Н. Пути увеличения производства кормов за счет культур промежуточного посева / В. Н. Шлапунов. – Жодино, 1982. – 80 с.
4. Шлапунов, В. Н. Пути решения проблемы кормового белка в Белоруссии, Литве, Латвии и Эстонии / В. Н. Шлапунов // Однолетние травы в основных и промежуточных посевах – важный источник протеина. – Жодино, 1984. – 53 с.
5. Шлапунов, В. Н. Кормовое поле Беларуси / В. Н. Шлапунов, В. С. Цыдик. – Барановичи, Баранов. укрупн. тип., 2003. – 304 с.

УДК 631.84:633

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА БЕЛКА ЯЧМЕНЯ И ГОРОХА В РАЗДЕЛЬНЫХ И СМЕШАННЫХ ПОСЕВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И БАКТЕРИАЛЬНЫХ ПРЕПАРАТОВ

И. И. Сергеева

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220023,
г. Минск, пр-т Независимости, 99; e-mail: 296163600@mail.ru)

Ключевые слова: горох, ячмень, смешанные посевы, незаменимые аминокислоты, аминокислотный скор.

Аннотация. Изучено влияние минеральных удобрений на качество белка в зерне ячменя и гороха в раздельных и смешанных посевах. В смешанных посевах применение бактериальных препаратов способствовало возрастанию содержания аминокислот на 1,38-3,89 мг/кг зерна с лучшими показателями в вариантах с одновременной обработкой семян ячменя Ризобактерином и се-

мян гороха Сапронитом. По содержанию незаменимых аминокислот полученное в исследованиях зерно на 78-95 % соответствовало стандартам ФАО/ВОЗ.

CHANGE IN THE QUALITY OF BARLEY AND PEAS PROTEIN IN SEPARATE AND MIXED SEEDS DEPENDING ON THE APPLICATION OF MINERAL FERTILIZERS AND BACTERIAL PREPARATIONS

I. I. Sergeeva

El «Belarusian State Agrarian Technical University»
Minsk, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 220023, Minsk,
99 Nezavisimosti st.; e-mail: 296163600@mail.ru)

Key words: peas, barley, mixed crops, essential amino acids, amino acid fast.

Summary. The effect of mineral fertilizers on the quality of protein in the grain of barley and peas in separate and mixed crops has been studied. In mixed crops, the use of bacterial preparations contributed to an increase in the amino acid content by 1,38-3,89 mg/kg of grain with the best indicators in variants with simultaneous treatment of barley seeds with rhizobacterin and pea seeds with sapronite. In terms of the content of essential amino acids, the grain obtained in the research corresponded to FAO / WHO standards by 78-95 %.

(Поступила в редакцию 06.06.2021 г.)

Введение. Применение удобрений оказывает влияние не только на содержание белка, но изменяет и его качество. Агротехническими приемами нельзя изменить аминокислотный состав индивидуальных растительных белков, однако в определенной мере можно повлиять на содержание той или иной аминокислоты. Находящиеся в растительных белках аминокислоты делятся на заменимые и незаменимые. Незаменимые кислоты не синтезируются в организме человека и животных и должны обязательно доставляться с продуктами питания и кормами. К незаменимым аминокислотам относятся лизин, лейцин, изолейцин, треонин, триптофан, метионин, валин, фенилаланин. Для свиней, кроме того, незаменимыми являются аргинин и гистидин, а для кур – еще и глицин. Недостаток незаменимых аминокислот в продуктах питания и кормах вызывает различные нарушения деятельности организма [1, 2].

Цель работы – изучить влияние минеральных удобрений на качество белка в зерне ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах.

Материал и методика исследований. Исследования по изучению влияния минеральных удобрений на качество белка в зерне ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах проводились на протяжении трех лет (2017-2019 гг.) на дерново-подзолистой легкосуглини-

стой почве. Агрохимическая характеристика пахотного горизонта исследуемой почвы имела следующие показатели: pH_{KCl} – 5,9-6,1, содержание подвижных соединений фосфора – 230-240 мг/кг, калия – 250-270 мг/кг почвы, гумуса – 1,6-1,7 %. Азотные, фосфорные и калийные удобрения вносились в предпосевную культивацию. Семена ячменя и гороха обрабатывались бактериальными препаратами Ризобактерин и Сапронит непосредственно в день посева (200 мл на гектарную норму семян). Бактериальный препарат Сапронит (сапропелевый нитрагин) – препарат симбиотических клубеньковых бактерий *Rhizobium lupini*, титр 3-6 млрд. КОЕ/мл, субстратом-носителем которого является органический сапропель, обладающий более высокой дисперсностью и вследствие этого лучшей способностью удерживаться на семенах бобовых культур. Штамм клубеньковых бактерий имеет повышенную способность к синтезу ауксина. Бактериальный препарат Ризобактерин – ассоциативный диазотроф *Klebsiella planticola* (титр 2-2,5 млрд. жизнеспособных клеток/мл), обладающий множественным эффектом: ассоциативная фиксация атмосферного азота, ростостимуляция, биосинтез ИУК, подавление жизнедеятельности корневых патогенов и т. д.

Результаты исследований и их обсуждение. В наших исследованиях в отдельных и смешанных посевах ячменя и гороха на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве вид посева, азотные удобрения и бактериальные препараты оказали значительное влияние на содержание аминокислот в зерне и белке изучаемых сельскохозяйственных культур.

Наиболее сбалансированным по содержанию критических и незаменимых аминокислот оказалось зерно гороха, где их содержание в 2 раза превышало соответствующие показатели для зерна ячменя.

В смешанных посевах содержание незаменимых аминокислот (49,24-53,71 мг/кг) несколько уступало содержанию незаменимых аминокислот в зерне гороха (66,29-71,37 мг/кг), однако превышало данный показатель для зерна ячменя (32,83-35,49 мг/кг).

Внесение азотных удобрений увеличило в зерне ячменя содержание критических аминокислот (лизин, треонин, метионин) – с 6,02-6,15 до 6,11-6,23 мг/кг, незаменимых аминокислот – с 32,83-34,64 до 33,21-35,49 г/кг зерна. В зерне гороха содержание критических аминокислот возросло с 21,38-23,36 до 23,00-24,41, незаменимых аминокислот – с 66,29-69,85 до 68,40-71,37 мг/кг. В смешанных посевах зерна и гороха содержание аминокислот увеличилось соответственно с 15,51-17,41 до 15,94-17,81 и с 49,24-53,13 до 50,46-53,71 мг/кг зерна.

Эффективным агрохимическим приемом, положительно влияющим на аминокислотный состав в зерне, оказалась обработка семян

бактериальными препаратами. Так, обработка семян ячменя Ризобактерином увеличила содержание незаменимых аминокислот в зерне на 1,81-2,28 мг/кг, обработка семян гороха Сапронитом – на 2,97-2,28 мг/кг зерна. В смешанных агрофитоценозах применение бактериальных препаратов способствовало возрастанию содержания аминокислот на 1,38-3,89 мг/кг зерна с лучшими показателями в вариантах с одновременной обработкой семян ячменя Ризобактерином и семян гороха Сапронитом.

Содержание аминокислот в белке ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах несколько отличалось от содержания аминокислот в зерне, что связано с более высокими темпами повышения содержания в зерне в вариантах с применением азотных удобрений и бактериальных препаратов в сравнении с ростом в данных вариантах количества незаменимых аминокислот. Поэтому более сбалансированный по аминокислотному составу белок в наших исследованиях получен на фоне $P_{60}K_{90}$ (271,5-302,7 мг/г белка) в сравнении с фоном $N_{60}P_{60}K_{90}$ (244,2-284,4 мг/г белка).

Содержание белков и аминокислот в зерне представляет важный показатель его пищевой и кормовой ценности. Однако питательная ценность зерна зависит и от того, какая доля из них способна усваиваться организмом. Помимо технологических особенностей, питательная ценность белкового комплекса зерна определяется его физико-химическими свойствами, а также соответствием аминокислотного состава белка составу тех белков, на построение которых он используется в организме человека или животных. Содержание и степень использования поступающих в организм аминокислот характеризует их биологическую ценность [1, 2].

Наиболее точно показатели биологической ценности растениеводческой продукции проводятся в опыте с живыми организмами, что не всегда возможно в повседневной практике. Поэтому существуют расчетные методы оценки биологической ценности, при которых содержание аминокислот сравнивается с «эталонными» белками.

Наибольшее распространение в практике получил метод «аминокислотного скор», где каждая незаменимая аминокислота исследуемого продукта выражается в процентном отношении к содержанию этой аминокислоты согласно аминокислотной шкале Всемирной организации здравоохранения и Комитета по продовольствию ООН (шкала ФАО/ВОЗ). Полученные проценты всех незаменимых аминокислот суммируются и делятся на число взятых для расчета аминокислот, что и принимается за показатель биологической ценности. Согласно шкале ФАО/ВОЗ, в 1 г белка должно содержаться 40 мг изолейцина, 70 мг

лейцина, 55 мг лизина, 24 мг метионина, 35 мг цистина, 35 мг фенилаланина, 60 мг тирозина, 40 мг треонина, 10 мг триптофана и 50 мг валина [1, 2].

В наших исследованиях в отдельных и смешанных посевах ячменя и гороха содержание лизина в зерне ячменя на 49-60 % соответствовало показателям шкалы ФАО/ВОЗ, в зерне гороха – на 72-83 %, в горохово-ячменной смеси – на 64-79 % (таблица 1).

По содержанию критических аминокислот (лизин, треонин, метионин) зерно ячменя на 63-75 % соответствовало стандартам ФАО/ВОЗ, зерно гороха – на 79-84 %, зерно горохово-ячменной смеси – на 69-80 %.

По содержанию незаменимых аминокислот (лизин, треонин, метионин, валин, изолейцин, лецин, фенилаланин) полученное в исследованиях зерно ячменя соответствовало стандартам ФАО/ВОЗ на 78-90 %, зерно гороха – на 89-96 %, зерно горохово-ячменной смеси – на 82-92 %.

Таблица 1 – Влияние азотных удобрений и бактериальных препаратов на биологическую ценность белка ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах

Вариант		Белок, %	Аминокислотный скор, %		
			лизин	критические аминокислоты	незаменимые аминокислоты
Р ₆₀ К ₉₀	Ячмень	12,1	54	70	86
	Ячмень + Ризобактерин (РБ)	12,3	60	75	90
	Горох	21,9	77	82	96
	Горох + Сапронит (С)	23,3	83	84	95
	Ячмень + горох	17,0	71	77	92
	Ячмень + Ризобактерин + горох	17,6	79	79	92
	Ячмень + горох + Сапронит	17,9	79	80	92
	Ячмень + РБ + горох + С	18,3	78	80	92
N ₆₀ Р ₆₀ К ₉₀	Ячмень	13,6	49	63	78
	Ячмень + Ризобактерин (РБ)	14,3	53	67	79
	Горох	24,6	72	79	89
	Горох + Сапронит (С)	25,1	78	82	91
	Ячмень + горох	19,5	64	69	82
	Ячмень + Ризобактерин + горох	19,6	71	73	84
	Ячмень + горох + Сапронит	19,9	72	73	84
	Ячмень + РБ + горох + С	20,2	71	74	85
	НСР ₀₅	1,3			
	Шкала ФАО/ВОЗ, мг/г белка		55	119	314

Посевы ячменя и гороха используются также для получения зеленой массы, содержание белка в которой также является важным показателем (таблица 2). Содержание сырого белка в зеленой массе в наших исследованиях было выше в стадию выхода в трубку у ячменя, бутонизации у гороха и составило 20,8-24,0 % в зеленой массе ячменя, 23,5-27,4 % в зеленой массе гороха и 22,6-25,8 % в зеленой массе смешанных посевов ячменя и гороха.

Внесение в предпосевную культивацию N_{60} увеличило содержание сырого белка в зеленой массе ячменя на 2,8-3,0 %, в зеленой массе гороха на 3,4-3,9 %, в зеленой массе смешанных агрофитоценозов на 2,6-2,9 %.

В стадию колошения у ячменя и цветения у гороха содержание сырого белка изменилось от 13,9-16,5 % в зеленой массе ячменя до 15,3-19,7 % в зеленой массе гороха. В зеленой массе смешанных посевов ячменя и гороха содержание сырого белка составило 14,5-17,5 %. Возрастающие дозы азотных удобрений также способствовали увеличению белковости зеленой массы.

Сбор сырого белка на фоне $P_{60}K_{90}$ был несколько выше в стадию выхода в трубку у ячменя и бутонизации у гороха, однако внесение азотных удобрений обеспечило более высокие темпы нарастания сухого вещества в стадию колошения у ячменя и цветения у гороха, что и способствовало большему сбору сырого белка (6,3-8,3 ц/га).

Таблица 2 – Влияние азотных удобрений и бактериальных препаратов на содержание и сбор сырого белка в зеленой массе ячменя и гороха в отдельных и смешанных посевах

Вариант		Содержание сырого белка, %		Сбор сырого белка, ц/га	
		выход в трубку / бутонизация	колошение / цветение	выход в трубку / бутонизация	колошение / цветение
1	2	3	4	5	6
$P_{60}K_{90}$	Ячмень	20,8	13,9	4,2	3,9
	Ячмень + Ризобактерин (РБ)	21,2	13,9	4,2	3,9
	Горох	23,5	15,3	4,9	4,5
	Горох + Сапронит (С)	23,9	15,3	5,0	4,5
	Ячмень + горох	22,6	14,7	4,7	4,1
	Ячмень + РБ + горох	22,9	14,8	4,8	4,2
	Ячмень + горох + С	23,0	14,5	4,8	4,2
	Ячмень + РБ + горох + С	23,0	14,7	4,8	4,3

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
N ₆₀ P ₆₀ K ₉₀	Ячмень	23,8	16,0	5,0	6,3
	Ячмень + РБ	24,0	16,5	5,1	6,5
	Горох	27,4	19,6	7,0	8,0
	Горох + С	27,3	19,7	7,2	8,3
	Ячмень + горох	25,5	17,2	5,6	6,7
	Ячмень + РБ + горох	25,8	17,4	5,9	6,9
	Ячмень + горох + С	25,6	17,2	5,9	6,7
	Ячмень + РБ + горох + С	25,8	17,5	6,0	6,9
	НСР ₀₅	1,5	1,0		

Заключение. Таким образом, с повышением дозы азотных удобрений с N₃₀ до N₆₀ увеличивалось и содержание незаменимых аминокислот в зерне ячменя с 32,83-34,64 до 33,21-35,49 г/кг, в зерне гороха – с 66,29-69,85 до 68,40-71,37 мг/кг, в зерносмеси ячменя и гороха – с 49,24-53,13 до 50,46-53,71 мг/кг зерна. Обработка семян ячменя Ризобактерином увеличила содержание незаменимых аминокислот в зерне на 1,81-2,28 мг/кг, обработка семян гороха Сапронитом – на 2,97-3,56 мг/кг зерна. В смешанных посевах применение бактериальных препаратов способствовало возрастанию содержания аминокислот на 1,38-3,89 мг/кг зерна с лучшими показателями в вариантах с одновременной обработкой семян ячменя Ризобактерином и семян гороха Сапронитом. По содержанию незаменимых аминокислот полученное в исследованиях зерно на 78-95 % соответствовало стандартам ФАО / ВОЗ.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лапа, В. В. Применение удобрений и качество урожая / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2006. – 120 с.
2. Рекомендации по определению биологической ценности белка сельскохозяйственных культур / И. М. Богдевич [и др.]. – Минск: Институт почвоведения и агрохимии, 2005. – 14 с.

УДК 632.951.02:632.768.12(476.7)

ЗАЩИТА КАРТОФЕЛЯ ИНСЕКТИЦИДОМ ВЕЛИС КАК НЕОБХОДИМЫЙ ЭЛЕМЕНТ ТЕХНОЛОГИИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ КУЛЬТУРЫ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРО-ВОСТОКА БЕЛАРУСИ

Е. В. Стрелкова

УО «Белорусский государственный аграрный технический университет»
г. Минск, Республика Беларусь (Республика Беларусь, 220023,
г. Минск, пр. Независимости, 99; e-mail: elena.strelcova2011@mail.ru)