

О.М.Гриб, доктор биологических наук

Л.М.Павлович, научный сотрудник

БелНИИЗиК

Р.А.Лапушкова, зав. лабораторией

Л.В.Сидоренко, научный сотрудник

Гомельская областная сельскохозяйственная опытная станция

УДК 633.16.631.527

Агрономические и зоотехнические аспекты высоколизинового ячменя

Рассмотрено производство высоколизинового ячменя с агрономической и зоотехнической позиции. Показано, что высоколизинный ячмень с урожайностью 70% от нормального является рентабельным на 170% в зоотехническом плане.

Селекция высоколизинового ячменя в плане производства фуража содержит в себе два аспекта — агрономический и зоотехнический.

Первый предполагает увеличение сбора белка и лизина с единицы площади; генетическую вариабельность коэффициентов использования минерального питания и других факторов среды разными сортами, что обуславливает различную их экономическую эффективность.

Разнородность сортов обусловлена степенью селекционной продвинутой и дивергенцией генотипов по поглотительной способности корней, утилизации продуктов питания, гравитрофной фитогормональной стимуляции и другими характеристиками растения как системы, например, энергетический обмен, транспорт, а также степенью генетической детерминации всех структур и состава зерновки. Селекция высоколизинового ячменя как и сахарной свеклы представляет собой новый эволюционный путь вида. Высоколизинный ячмень как и сахарная свекла и масличный подсолнечник накапливает полезный продукт, но лизин в отличие от сахара и масла не накапливается в массе, а структурирован в индивидуальных белках альбуминовой и глобулиновой фракциях. Растение с лизинном должно вырабатывать новые метаболические структуры, выполняющие стабилизирующую функцию вместо гордеиновых белков. В этой связи 20 лет является малым отрезком времени, по сравнению с сахарной свеклой, которая за 150 лет направленной селекции достигла 50% урожайности от кормовой, но уже стабильно закрепила высокий уровень сахара в корнеплоде.

Шведская высоколизинная линия Ca 700202 является исходной районированного в Дании в 1988 г. сорта Пигги /1/. Датская репродукция 1998 г. Пигги содержала всего 16% зерен с вмятинкой, т.е. сорт представляет собой популяцию по зерну, как и новый датский сорт Лиза-макси. Высоколизинные сорта и сортообразцы нашей селекции Лиза, Паша и датские Пигги, Лиза-макси имеют сходный морфотип куста в фазу полного кушения и примерно соответствуют морфотипу интенсивных сортов Надя, Трумпф и имеют формулу куста 5455, 5544, 5554, 5544 (5).

The article analyses the production of the high lysine barley from the point of view of agronomic and zoo technical aspects. It illustrates that high lysine barley with the yield of 70% of the normal yield level is 170% profitable in terms of zoo technical aspects.

Такой морфотип в нормальные по осадкам годы обеспечивает высокую плотность ценоза, а в сухую весну является причиной снижения урожайности.

К.Банг-Олсен, Б.Стиллинг и Л.Мунк /2/ считают, что высоколизинный ячмень в лучшем случае должен достигать (90%) урожайности от национального стандарта нормального по лиз-гену. В качестве объяснения авторы приводят связь между урожайностью и содержанием крахмала, которая показана на рисунке. Все высоколизинные генотипы имеют более низкое содержание крахмала по сравнению с сортами урожайного направления.

Как видно из данных таблицы 1, сорта урожайного направления Гонар, Ида, Прима Белоруссии имеют уровень лизина в белке от 2,6 до 3,3%, тогда как гсн лиз I повышает до 4,5% и снижает содержание глютаминовой

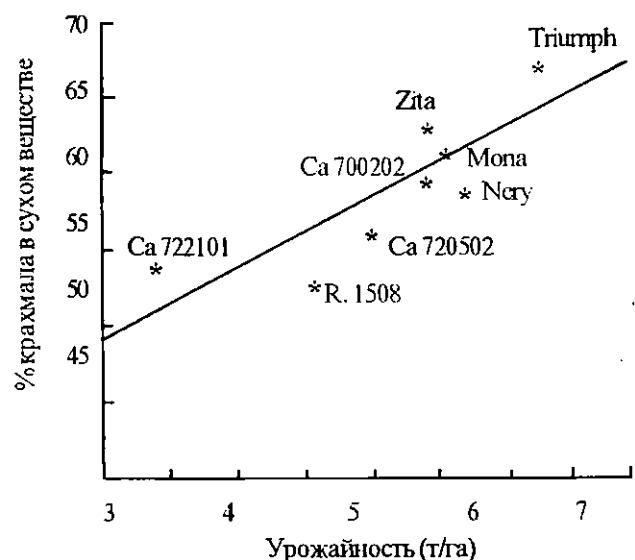


Рис. Корреляция между урожайностью и содержанием крахмала [2]

Таблица 1. Аминокислотный состав белка у сортов и линий с лиз-геном

Аминокислота	Сорта			Линии с геном лиз						
	Гонар	Ида	Прима	лиз 1		лиз 3				
				224	22	325	375	Лиза	Triumph*	Ca700202*
Аспарагинов. к-та	6,07	6,59	7,88	6,20	6,30	8,60	11,50	9,76	6,10	8,40
Треснин	2,60	2,44	2,87	3,80	4,30	3,40	3,20	3,40	3,40	4,40
Серин	3,90	4,40	4,90	4,80	5,00	4,50	4,80	4,50	3,70	3,90
Глютамин. к-та	27,80	25,30	22,70	20,20	18,90	14,90	13,50	18,60	22,80	16,10
Пролин	11,20	11,70	8,50	-	-	7,60	6,60	7,00	9,90	7,20
Глицин	3,30	2,80	3,40	4,10	3,70	4,00	4,40	5,10	4,40	6,00
Аланин	3,90	4,50	4,70	4,70	4,70	6,40	6,20	6,20	4,40	5,70
Цистеин	4,10	4,00	3,30	-	-	3,60	2,50	3,30		
Валин	4,00	3,70	4,30	5,30	5,50	4,70	5,40	4,60	5,20	6,10
Метионин	0,35	0,70	0,60	-	-	1,01	0,90	0,90	1,90	1,90
Изолейцин	2,60	2,60	2,50	4,20	4,00	2,80	2,80	2,60	4,30	4,00
Лейцин	6,40	6,40	7,00	8,00	8,10	5,90	5,90	6,40	7,70	7,40
Тирозин	2,90	3,60	4,40	3,30	3,30	4,80	4,20	4,70	2,80	2,90
Фенилаланин	5,10	5,60	5,70	5,70	5,60	5,00	4,80	4,30	4,90	4,40
Гистидин	1,90	2,90	3,60	2,20	2,20	4,10	4,40	2,60	2,30	2,70
Лизин	2,70	2,60	3,30	4,70	4,50	5,20	4,50	5,00	3,8	5,50
Аргинин	4,60	4,30	5,20	5,40	5,20	7,40	7,60	7,80	5,70	6,40
Соотношение глот. к-ты к лизину	10,10	9,50	6,70	4,30	4,20	2,80	3,00	3,70	6,00	2,90

Примечание. * — данные [1], остальные — наши данные

аминокислоты до 18,9-20,2%, изменение остальных аминокислот не столь значимо. Линии с геном лиз3 характеризуются высоким и очень высоким содержанием лизина — 4,5-5,5%, еще более низким 13,5-18,6% глютаминовой аминокислоты, более высоким содержанием аспарагиновой 9,6-11,5%, аргинина 7,4-7,8%. Соотношение глютаминовой аминокислоты к лизину у Гонара 10,1, Иды 9,5, Прима Белоруссии 6,7, у линий с лиз1-4,4-4,2, а присутствие гена лиз3 снижает этот показатель до 3,7-2,8. Аналогичные изменения в аминокислотном составе белка наблюдаются и у сортов Триумф и Са 700202 датской репродукции [1]. Это говорит о том, что ген лиз3 изменяет аминокислотный состав белка независимо от места произрастания, причем авторами выявлено, что изменение треонина в процессе формообразования, вызванного лиз-геном, происходит независимо от содержания лизина в общем белке. Ген лиз3 блокирует формирование гордеиновых белков — «чистый гель» по всему спектру и накопление крахмала. Линия 224 (лиз 1) имеет массу зерна 42 г 1000 зерен, линии с геном лиз3-34-37. Урожайность линии 224 от стандарта того времени составляла 60%, тогда как у лучших образцов с геном лиз3 урожайность достигает 90%. Масса зерна играет значимую роль в формировании урожайности и, вероятно, изменить ее будет возможным с изменением морфотипа растения. Высоколизиновый ячмень накапливает каротиноидов 0,55-0,63 против 0,19-0,33 у нормальных по лиз-гену ячменей. Цвет муки у высоколизиновых образцов имеет 7-9 баллов, тогда как сорта с крахмальным эндоспермом 1-3 балла по разработанной нами шкале цвета муки (7).

Селекционная работа с высоколизиновым ячменем начата нами в 1977 г. с Хайпроли (лиз 1), а с 1984 — с донорами гена лиз3. В 1992 г. сортообразец Лиза испытывался в Госкомиссии. Урожайность Лизы в среднем по сортоучасткам за три года составила 91% от стандартного сорта Прима Белоруссии (табл. 2). Максимальная урожайность достигнута в 1992 г. — 70 ц/га на Витебском сортоучастке. Сбор лизина с одного гектара, занятого Прямой Белоруссии, составляет 21,8 кг, Гонаром — 20,8 кг, а Лизой — 29,9 кг, или 137% от стандарта (табл. 2) (6). В 1997-1998 гг. Лиза наряду с другими 14 сортами ячменя изучалась на Гомельской областной опытной станции и показала урожайность 45,2 ц/га без применения средств защиты и 54,4 ц/га с применением средств защиты (табл. 3). Зерно Гонара при 13% белка содержит лизина 360-380 мг/100 г, а Лизы при том же содержании белка 660-680 мг/100 г в зависимости от года. Если урожайность Лизы составляет 100% от Гонара (54,0 ц/га), то сбор лизина с гектара составит у Лизы 36,0 кг, у Гонара 20 кг. При урожае 80% от стандарта (44,0-54,0 ц/га) сбор лизина соответственно составит 29,5 и 20 кг. При урожае 70% (38 и 54,0 ц/га) сбор равен 25,3 и 20 кг. В среднем сбор лизина у Лизы выше, чем у Гонара, на 10 кг/га. Возделывание высоколизинового ячменя на 100 га дополнительно даст 1 т чистого лизина, а на 300 тыс. га закроет потребность в лизине для всей республики.

Зоотехнический аспект сводится к составу и структуре зерна, обуславливающих увеличение привесов животных и, следовательно, определяющих рентабельность растениеводческой продукции.

Таблица 2. Урожай и сбор лизина сорта Лиза в сравнении с сортами Прима Белоруссии и Гонар за 1992–1994 гг.

Показатели Сортоучастки	Урожайность, ц/га			Сбор лизина, кг/га		
	Прима Белоруссии	Гонар	Лиза	Прима Белоруссии	Гонар	Лиза
Брестский	46,8	55,6	46,5	20,8	21,0	31,1
Ивацевичский	52,2	63,7	49,8	23,2	24,1	33,3
Каменецкий	41,2	42,7	42,6	18,3	16,1	28,5
Лунинецкий	49,0	56,1	42,9	21,8	21,2	28,7
Верхнедвинский	45,9	50,4	39,2	20,4	19,0	26,2
Витебский	65,7	65,2	57,1	29,2	24,6	38,2
Октябрьский	51,5	60,1	50,9	22,9	22,7	34,1
Рогачевский	44,9	49,7	37,4	19,9	18,8	25,1
Уваровичский	49,9	56,0	46,8	22,2	21,2	31,3
Волковысский	45,3	48,3	38,9	20,1	18,2	26,1
Щучинский	49,0		50,2	21,8	25,4	33,6
Вилейский	42,4	49,6	36,8	18,8	18,7	24,8
Минский	57,5	58,6	50,1	25,6	21,1	33,6
Несвижский	42,4	45,9	30,9	18,8	17,3	20,7
Бобруйский	50,3	58,6	49,2	22,4	22,1	32,9
Климовичский	46,7	54,1	38,7	20,8	20,4	25,9
Могилевский	51,7	56,1	50,0	23,0	21,2	33,5
X ц/га	48,9	55,7	44,6	21,8	20,8	29,9
%	100	112,9	91	100	95,4	137,1
V%	15,4	12,3	12,3	15,3	14,6	12,5

Главное биологическое значение пищевого и кормового белка в том, чтобы обеспечить организм аминокислотами, необходимыми для образования собственных белков, тканей и других обменных функций животного организма. Эффективность использования белка кормов животными тем больше, чем полнее по аминокислотному составу они удовлетворяют потребность животного в возрастном, половом и физиологическом аспектах. При недостатке или отсутствии в рационе хотя бы одной из незаменимых аминокислот эффективность использования корма снижается и последнего требуется в 1,5–2 раза больше. При этом не востребованные организмом аминокислоты транзитом попадают в навоз, увеличивая число кругов круговорота азота (почва - растение - животное - почва) и снижая тем самым рентабельность растениеводческой продукции.

По физиологическим нормам на каждую 1000 кДж энергии корма требуется 12–15 г белка, в зерне его оказывается 7–9 г. Переваримость белков зерна низкая (50–80%) из-за его аминокислотной несбалансированности и в первую очередь по лизину. Так на одну тонну зерна требуется 50–60 кг полноценного белка и 3 кг лизина, что больше чем в 2 раза превышает стоимость самого зерна.

Для комбикормовой промышленности закупалось в год примерно 2 тыс. т импортного лизина для свиноводства по цене 1480,0 млн. руб. за тонну в ценах на 1.01.1999 г.

Впервые опыты по кормлению свиней высоколизинным ячменем поставил датский ученый Ларс Мунк и показал, что для получения 90 кг живого веса свиней необходимо 538 кг зерна обычного ячменя, 209 кг лизинового ячменя и 206 кг комбикорма с белковыми добавками

по полной датской норме. Ежедневный прирост у свиней на нормальном ячмене составил 261 г, на лизиновом — 635 г, а при полной датской норме с белковыми добавками

Таблица 3. Урожай сортов ячменя в сортоиспытании областной Гомельской станции 1996–1998 гг., ц/га

Сорт	Супесчаная почва			
	без применения средств защиты		с применением средств защиты	
	урожай	+ к стандарту	урожай	+ к стандарту
Гостинец (стандарт)	50,5	-	55,6	-
Гонар	47,3	-3,2	54,6	-1,0
Сябра	49,4	-1,1	60,6	+5,0
Бурштын	68,3	+17,8	69,1	+13,5
Дивосны	57,1	+6,6	62,6	+7,0
Талер	58,9	+8,4	65,7	+10,1
Маладик	47,8	-2,7	59,9	+4,3
Атаман	57,7	+7,2	63,5	+7,9
Жыгень	55,2	+4,7	64,8	+9,2
Першанец	60,6	+10,1	68,7	+13,1
Прывольны	55,7*		65,1*	
Сталы	47,8*		54,3*	
Голозерный	40,8*		47,6*	
Лиза	45,2*		54,4*	
Якуб	54,7*		65,1*	

* — данные за 1998 г.

Таблица 4. Динамика роста поросят в период скармливания различных комбикормов, 1998 г.

Показатели	I контр. комбикорм СК 11, СК 16	II Мука ячме- ня+эструд. горох, люпин, соя	III мука высоколизиново- го ячменя+эстр. горох, люпин, соя	IV мука высоколизинового ячменя эструд.+эструд. горох, люпин, соя
Количество поросят в группе	36	35	35	36
Живая масса поросенка, кг:				
в начале опыта				
в возрасте 10 дней	2,7±0,09	2,7±0,13	2,7±0,10	2,7±0,12
в возрасте 30 дней	6,0±0,22	5,8±0,31	6,1±0,8	6,2±0,33
в возрасте 45 дней	9,3±0,37	9,7±0,48*	10,4±0,35*	11,0±0,51**
в возрасте 60 дней	12,7±0,48	13,9±0,53	14,5±0,43	15,5±0,74**
в возрасте 75 дней	16,8±0,54	17,9±0,68	18,9±0,60*	20,3±0,81**
Средний прирост живой мас- сы, кг:				
за подсосный период	6,6±0,26	7,0±0,34	7,7±0,30	8,3±0,39
после отъема	3,4±0,12	4,2±0,10	4,1±0,16	4,5±0,15
за весь период опыта	14,1±0,43	15,2±0,5	16,2±0,47	17,6±0,63
Среднесуточный прирост, г:				
в возрасте 10-30 дней	167±6,04	154±10,31	177±7,26**	188±11,5
в возрасте 30-45 дней	197±15,5	264±16,2	272±18,0**	315±21,2**
в среднем за подсосный период	181±10,7	209±16,8	220±15,8*	251±16,2**
в возрасте 46-60 дней	236±10,1	255±19,5	271±19,2	294±11,7**
в возрасте 60-75 дней	256±10,1	268±14,4	295±15,8*	306±11,6**
в среднем за период после отъема	246±11,5	262±16,9	283±17,5	300±13,6**

Примечание. * — P<0,05

** — P<0,01

ми — 703 г. В 1988 г. Мунк ставит новый опыт по изучению эффективности высоколизинового ячменя для свиней на 90-дневных кастратах, но при этом использует не в виде моноорма, а в смеси с зерном сои, и делает вывод, что замена зерна обычного ячменя высоколизиновым экономит 7% сои от 35% ее доли в рационе, т.е. 20% общего расхода сои //1/.

В таблице 4 представлены результаты изучения разных комбикормов, испытанных на подсосных поросятах и поросятах-отъемышах. Четыре группы поросят по 35-36 голов кормили стандартным комбикормом СК 11, затем СК 16 и кормом, приготовленным из местного сырья. Вторая группа получала корм, составленный из муки ячменя сорта Гонар, эструдированного гороха, люпина и сои, в третьей группе мука ячменя была представлена сортом Лиза и теми же бобовыми компонентами, в четвертом варианте мука Лизы эструдирована с теми же бобовыми компо-

Таблица 5. Изучение достоинств зерна ячменя сорта Лиза в сравнении с комбикормом СК-21

Анализируем. корм	II взвешивание 6.02.93 г. привес, г/сутки
СК 21 (контрольная группа, 20 гол.)	640
Зерно Лизы + полисоли (испытываемая группа, 20 гол.)	636

нентами. Среднесуточные приросты поросят достоверно выше на 3 и 4 варианте, где нормальный ячмень был заменен высоколизиновой Лизой.

На разных этапах опыта преимущества составляли от 105,3 до 108,0% на 3 варианте и от 114,5 до 120,0% на 4 варианте. В этом эксперименте Лиза была представ-

Таблица 6. Расчет экономической эффективности от возделывания сорта Лиза (зоотехнический аспект)

Сорт	Урожайность, ц/га	Суточные привесы, г	Привес от съеденного корма, кг	Выручка от свинины, тыс. руб.	В % от Гонара
Гонар	53,0	261	6916,5	13833	
Лиза	38,0	636	12084,0	24168	173,4%

Расход корма — 2 кг на 1 голову в сутки

Цена свинины — 200 тыс. руб. за 1 кг

лена смесью зерен, в которой доля зерна с вмятинкой составляла 52%.

В совхозе-комбинате им. 60 лет БССР опыт был поставлен на свинках аналогах в возрасте 130 дней по 20 голов в группе (табл. 5).

Результаты опыта, представленные в таблице 5, показывают, что на второй десятидневке привесы у испытываемой группы и контрольной оказались равными ≈ 636 г в сутки на одну голову.

Расчет экономической эффективности в плане зоотехнического аспекта (табл. 6) показал, что суммарный привес свиней от съеденного зерна высоколизинового ячменя, выращенного на одном гектаре, составляет примерно 170% к привесу, полученному от скармливания обычного ячменя.

Потребительское качество зерна зерновых культур является актуальным во всем мире настолько, что в 1958 г. было организовано Международное научное общество по зерну и хлебу — ИСС. Много лет общество разрабатывало технологии получения высококачественных продуктов питания из любого зерна. На 10 конгрессе ИСС в 1996 г. был сформулирован новый тезис (лозунг) — “Дешевле произвести высококачественное сырье, чем облагораживать его в процессе производства”, т. е. селекция на качество обходится любому государству дешевле, чем технологическая доработка (добавка энзимов, аминокислот и т. д.). Особенно это касается ячменя. Мы научились выращивать зерно, а надо растить хлеб, т. е. селекция должна быть целенаправленной — на конкретного потребителя. Это под-

тверждается результатами наших исследований, приведенными в данной статье.

Литература

1. Мунк Л., Банг-Олсен К., Стиглинг Б. Белки и аминокислоты для растущих свиней: Сб. тр. // Нац. ин-та животноводства Дании. — 1988. — С. 7-27.
2. Банг-Олсен К., Стиглинг Б., Мунк Л. Селекция на урожай высоколизинового ячменя // Генетика ячменя. — 1987. — С. 865-870.
3. Гриб О.М., Павлович Л.М., Артюхович Г.Т. Селекция кормового ячменя с использованием лиз-генов // Роль адаптивной интенсификации земледелия в повышении аграрного производства / БелНИИЗК. — Жодино, 1998. — Т. II. — С. 252-255.
4. Мироненко Н.В., Домаин В.И., Рогульченко И.В. Белки культурных и дикорастущих кормовых растений. Минск: Наука и техника. — 1990. — 200 с.
5. Международный классификатор СЭВ рода Хордеум / Я.Лексц, И.Барецц, А.Я.Трофимовская, М.А.Лукьянова и др. — Ленинград: б. и., 1983. — С. 52.
6. Результаты сортоиспытания сельскохозяйственных культур на госсортоучастках республики за 1992-1994 годы / Гос. комиссия по сортоисп. с.-х. культур. — Минск, 1994. — С. 27-42.
7. О.М.Гриб, В.С.Феденко, И.М.Артюхович. Оценка линий ячменя по некоторым показателям качества // Стратегии и новые методы в селекции и семеноводстве сельскохозяйственных культур: Тез. док. конф. — Минск, 1994. — С. 19.