БЕЛЫЙ ЛЮПИН: ДРОБЛЕНИЕ, ШЕЛУШЕНИЕ И СЕПАРАЦИЯ

А. ПЕРОВ, канд. техн. наук, **С. ЗВЕРЕВ**, д-р техн. наук, ГНУ ВИЭСХ Россельхозакадемии **А. ЦЫГУТКИН**, канд. биол. наук, РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

БЕЛЫЙ ЛЮПИН — ЗЕРНОБОБОВАЯ КУЛЬТУРА. К ОСНОВНЫМ ДОСТОИНСТВАМ ЭТОЙ КУЛЬТУРЫ ОТНОСЯТ ВЫСОКИЕ СО-ДЕРЖАНИЕ БЕЛКА И ЕГО КАЧЕСТВО. ПО НИМ ЛЮПИН СОПОСТАВИМ С СОЕЙ. ЭТО ОБСТОЯТЕЛЬСТВО ПОЗВОЛЯЕТ РАССМАТРИВАТЬ БЕЛЫЙ ЛЮПИН НЕ ТОЛЬКО КАК АЛЬТЕРНАТИВУ СОЕ, НО И КАК ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЙ ИСТОЧНИК РАСТИТЕЛЬНОГО БЕЛКА. ПРИ ЭТОМ СЕБЕСТОИМОСТЬ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЛЮПИНА НИЖЕ, ЧЕМ СОИ, А УРОЖАЙНОСТЬ — ВЫШЕ. АРЕАЛ ЕГО РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВКЛЮЧАЕТ НЕ ТОЛЬКО ЦЕНТРАЛЬНОЕ ЧЕРНОЗЕМЬЕ, НО И ЮЖНЫЕ ЧАСТИ НЕЧЕРНОЗЕМНОЙ ЗОНЫ, ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ И УРАЛА, А ТАКЖЕ СРЕДНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ И ПРЕДГОРЬЯ СЕВЕРНОГО КАВКАЗА. ИЗ ВСЕХ ВИДОВ ЛЮПИНА, РАСПРОСТРАНЕННЫХ В РОССИИ, БЕЛЫЙ ЛЮПИН В НАИБОЛЬШЕЙ СТЕПЕНИ ПОДХОДИТ К ЗОНЕ, ГДЕ ФОРМИРУЕТСЯ «МЯСНОЙ ПОЯС» РОССИИ, — К ЦЕНТРАЛЬНО-ЧЕРНОЗЕМНОЙ ОБЛАСТИ И ПРИМЫКАЮЩИМ К НЕЙ РЕГИОНАМ.

В России интродукция и селекция белого люпина осуществлялась на протяжении полувека в РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева на экспериментальной базе в учхозе имени М.И. Калинина в Тамбовской области. Там были выведены сорта белого люпина: Старт, Мановицкий, Гамма, Дельта, Дега, Детер 1, имеющие зерновое направление. По прогнозам лаборатории белого люпина РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, сорт Дега уже в 2015-2016 гг. будет занимать площадь 100 тыс. га, а первый миллион тонн зерна белого люпина произведут в России в 2018—2020 гг.

В бобах люпина сорта Дега содержится до 40% сырого протеина, 8-10% сырого жира, 9-11% сырой клетчатки. Кроме того, в них присутствуют алкалоиды — в основном люпанин и гидроксилюпанин — в количестве 0.02-0.06%, что ниже ПДК (0.3%) для кормовых культур.

Некоторые физико-геометрические параметры белого люпина сорта Дега, использованного в наших экспериментах, представлены в таблице 1.

Особенность семени люпина — его приплюснутая квадратно-округлая форма (рис. 1), которая не позволяет получать цельное или колотое ядро, например, методом абразивного шлифования на установках типа ЗШН.



Рис. 1. Внешний вид боба белого люпина сорта Дега

В таком случае актуальна задача получения обогащенной крупки того или иного фракционного состава. Поиск приемлемых технологии и оборудования проводился по двум направлениям: первое — с применением шелушителя-измельчителя зер-

Таблица 1. Физико-геометрические параметры люпина сорта Дега

Среднее значение
280-340
9,4
4,4
14-19
0,27
35-40
42-48

на модели ШИЗ-0,5 и сепарирующих устройств; второе — мукомольного вальцового станка драной системы.

ПЕРЕРАБОТКА НА ШИЗ-0,5

Во ВИЭСХ (ВНИИ электрификации сельского хозяйства) были проведены исследования по шелушению, первичной сепарации и измельчению семян люпина белого сорта Дега на горизонтальном двухдисковом шелушителе-измельчителе жернового типа модели ШИЗ-0,5 с пневмосепарационной камерой и циклоном (рис. 2), а также по вторичной сепа-



Рис. 2. Горизонтальный двухдисковый шелушитель-измельчитель жернового типа модели ШИЗ-0,5 с пневмосепарационной камерой и циклоном





Рис. 4. Ситовой вибросепаратор СВС

рации и фракционированию продуктов шелушения (крупка, оболочка и мучка) на бесситовом пневмовибросепараторе ПВС с циклоном (рис. 3) и ситовом вибросепараторе СВС (рис. 4). Технические характеристики этих машин приведены в таблице 2.

В таблице 3 представлены результаты шелушения семян со следующими исходными свойствами: эквивалентный диаметр зерновки — 7,7 мм; массовое соотношение ядра и оболочки — 81:19; влажность семян — 9—10%.

Зависимость долей крупки и отходов от зазора между дисками показана на рисунке 5.

Таблица 2. Технические характеристики машин

Параметры	ШИЗ-0,5	ПВС	CBC
Производительность, т/ч	0,2-0,7	0,3-0,7	0,2-0,6
Установленная мощность, кВт	6,6	0,36	0,18
Габаритные размеры, мм	1725×1190×1900	2370×490×465	1280×690×1500
Масса, кг	465	105	90

После разделения отходов на ситовом классификаторе (фракционирование) установлено, что содержание частиц ядер в отходах составляет от 15 до 60% от массы, в зависимости от режима шелушения.

По результатам шелушения и первичной сепарации определяли фракционный состав готового продукта — крупки, обогащенной путем отсева оболочек (табл. 4). Фракция более 5,0 мм представляет собой целые семядоли продукта. При малых зазорах между дисками ШИЗ-0,5 имеет место быть как шелушение, так и измельчение.

Анализ фракционирования отходов после шелушения и сепарации семян показал, что частицы размером более 2,0 мм (только оболочка) составляют от 34% (зазор между дисками 0,9 мм) до 52% (зазор 2,4 мм); от 0,45 до 2,0 мм (примерно равное соотношение оболочки и ядра) — от 29% (зазор 2,4 мм) до 38% (0,9 мм); от 0 до 0,45 мм (в основном мучка ядра) — от 19% (зазор 2,4 мм) до 28% (0,9 мм).

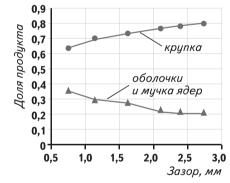


Рис. 5. Зависимость выхода крупки и отходов от зазора между дисками

Таблица 3. Результаты шелушения семян белого люпина

Параметры	h, мм					
		2,4		1,6	0,9	
Q, кг/ч	190	330	560	480	350	
Γ/Ο, %	77,6/22,4	79,6/20,4	82,9/17,1	78,6/21,4	71,0/29,0	
O6, %	1,2	2,1	3,8	2,7	3,2	
Я, %	5,3	3,8	1,6	5,6	15,2	
Э, %	99,6	99,5	99,3	99,9	100	

Обозначения: h — регулируемый зазор между вращающимся и неподвижным дисками; Q — производительность ШИЗ-0,5 (определяется высотой подающего кольцевого канала в загрузочной воронке); Г/О — массовое соотношение готового продукта и отходов; Об — содержание оболочки в крупке (готовом продукте) после ШИЗ-0,5; Я — содержание мелких и пылевидных частиц ядер в оболочке (отходах) по отношению к общей массе ядер; Э — эффективность шелушения, или отношение шелушеных семян и их частиц к нешелушеным.

Зазор, мм Q, кг,	0 (Фракц	ия, мм			
	Q, KF/4	>5,0	4,0-5	3,5-4,0	3,0-3,5	2,5-3,0	2,0-2,5	1,5-2,0	<1,5
2,4	330	74,5	10,5	5,0	7,0	2,0	1,0	0	0
2,4	560	75,5	10,8	5,0	6,0	2,0	0,7	0	0
1,6	480	47,0	15,5	7,5	17,0	8,0	4,0	1,0	0
0,9	350	12,5	9,0	7,5	22,8	22,5	19,2	7,0	0

Таблица 4. Фракционный состав крупки семян белого люпина, %

Вторичная очистка ядер от остатков оболочек на бесситовом пневмовибросепараторе ПВС показала, что при производительности 0,3—0,6 т/ч и исходной засоренности ядер семян от 2,0 до 8,8% эффективность очистки, или количество удаленных примесей, составляет 91,0—97,5%.

Для сохранения белковой фракции (мучка ядра) отходы шелушения сепарировали на вибросепараторе СВС с металлотканым ситом с отверстиями 1,1×1,1 мм, так как содержание частиц ядер семян размером менее 1,1 мм составляло более 80% от их общего количества в отходах, а частиц оболочки — менее 6%. Эффективность извлечения проходовой мучнистой фракции — 84—93%.

В ходе исследований по шелушению, измельчению, сепарации и фракционированию семян люпина белого установлены рациональные режимные параметры машин, при которых достигается наилучшая эффективность их работы.

UU3-0,5: частота вращения диска — 500-600 об/мин; зазор между дисками — 0,6-2,8 мм; скорость воздушного потока в пневмосепарационной камере — 7,0-8,5 м/с.

ПВС: частота колебаний вибратора — 1400—1500 кол./мин; колебания — круговые вертикальные; амплитуда колебаний — 0,001—0,002 м; скорость воздушного потока в рабочей камере — 7,5—9,0 м/с.

СВС: частота, амплитуда и характер колебаний вибратора — те же, что и для ПВС; угол наклона ситовой поверхности к горизонту — 25—30°.

Следует отметить, что использование ШИЗ-0,5 позволяет организовать получение крупки с производительностью от 0,2 до 0,5 т/ч.

ПЕРЕРАБОТКА НА ВАЛЬЦОВОМ СТАНКЕ

Принцип действия вальцового станка основан на разрушении зерна в зазоре между двух цилиндрических вальцов, вращающихся навстречу друг другу. Вальцы вращаются синхронно или со скольжением (с разным числом оборотов). На их рабочей поверхности обычно имеются рифли, расположенные по окружности или ориентированные по образующей цилиндра. В последнем случае профиль рифлей выполняется в соответствии с нормами мукомольного производства — асимметрично. Все это, вместе с величиной зазора, предполагает множество схем и режимов дробления и соответствующих результатов в виде фракционного состава получаемого продукта. Очевидно, чем больше зазор между вальцами и площадь сечения канавки нарезки (профиля рифли), тем меньше в продукте мелкой фракции и больше крупной. Понятно, что все размеры надо сопоставлять со средним размером частиц исходного продукта.

Рассмотреть все комбинации схем и режимов не представляется возможным. Реально нам доступны вальцы с продольными рифлями и оборудование, позволяющее варьировать частоту вращения вальцов, скольжение и зазор. Поэтому остановимся только на некоторых вариантах дробления бобов люпина белого. Общий вид вальца с продольными рифлями показан на рисунке 6.

Оценка фракционного состава проводилась путем рассева на полотнах решетчатых типа 1 с круглыми отверстиями (ГОСТ 214-83). Результаты обработки на вальцовом станке с промежуточными рассевом на ситах

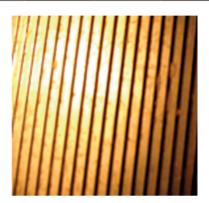


Рис. 6. Общий вид вальца с продольными рифлями (диаметр вальцов — 250 мм)



Рис. 7. Результаты измельчения семян белого люпина сорта Дега на вальцовом станке при зазорах 1 мм (столбец 1), 2 мм (столбец 2) и 3 мм (столбец 3) слева направо: мучка (ряд 1); шелуха, отвеянная от мелкой фракции (ряд 2); мелкая фракция (ряд 3); шелуха, отвеянная от крупной фракции (ряд 4); крупная фракция (ряд 5)

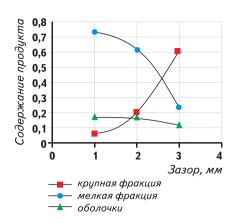


Рис. 8. Влияние зазора между вальцами на фракционный состав люпина

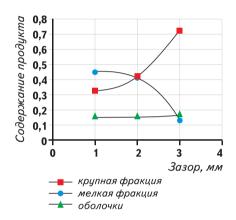


Рис. 9. Влияние зазора между вальцами на фракционный состав микронизированного люпина

с отверстиями диаметром 1 мм (проход — мучка, сход — мелкая фракция), 4,5 мм (сход — крупная фракция) и пневмосепарацией представлены на рисунке 7. Даже на этом снимке видно, что крупная фракция при зазоре 2 и 3 мм (столбцы 2 и 3) содержит много нешелушеных семян. При зазоре 1 мм (столбец 1) цельных семян нет, но часть дробленых — с оболочкой.

На рисунке 8 показано, как влияет величина зазора между вальцами на фракционный состав люпина.

ШЕЛУШЕНИЕ МИКРОНИЗИРОВАННОГО ЛЮПИНА

Интересные результаты получены при шелушении термически обработанного люпина - микронизированного (рисунки 9 и 10). При этом стоит отметить, что крупка из него обладает приятным ароматом. Термообработка проводилась в потоке ИК-излучения (микронизация) под керамическими излучателями в течение 30-40 с. Крупная фракция микронизированных бобов при измельчении на вальцах при зазоре 3 мм содержит цельные нешелушеные зерна, при зазоре

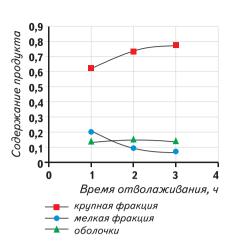


Рис. 10. Влияние времени отволаживания на фракционный состав дробленого микронизированного люпина после увлажнения при зазоре между вальцами 2 мм

1 и 2 мм цельных зерен нет, но имеются дробленые зерна с оболочками.

Дробленое увлажненное и микронизированное зерно при зазоре 2 и 3 мм в крупной фракции содержит целые нешелушеные зерна. При зазоре 1 мм недошелушеных зерен, как целых, такидробленых, практически нет. В обоих случаях термическая обработка увеличивает долю крупной фракции.



В истории известен интересный случай. В 1917 г. в Гамбурге немецкий профессор Томас для демонстрации многофункциональности люпина устроил «люпиновый банкет». Стол был накрыт скатертью, изготовленной из волокон люпина (одна из перспектив использования люпина в текстильной и целлюлозной промышленности). Гостям подавли суп из люпина, люпиновые бифштексы с люпиновым соусом, жареные на люпиновом масле, хлеб с 20% добавкой люпина, маргарин и сыр, сделанные из люпина белого и завершалось все люпиновыми кофе и ликером. Руки мыли мылом из люпина. Предлагались также бумага и конверты из люпина.

И в наше время пищевые достоинства некоторых видов люпина, в частности белого и изменчивого, широко известны. Муку белого люпина добавляют в хлебобулочные и кондитерские изделия во многих странах Европы, в Австралии. У аборигенов Южной Америки его семена идут для приготовления первых и вторых блюд. В Японии и Индонезии его применяют в таких традиционных азиатских

продуктах, как мисо, тофу и соевый соус. В Австралии, лидирующей в мире по выращиванию люпина, ежегодно получают 1 млн т зерна.

Коллекция люпина в ВИРе насчитывает почти 3500 образцов, принадлежащих к 59 видам. В Российской Федерации производят четыре вида люпина, а в мире культивируют не более десяти из множества существующих в природе (по классификации разных авторов — от десятков до нескольких сотен). Ужесточение требований к использованию ГМсои и полный запрет ее в кормлении животных в отдельных странах ЕС стимулируют интерес к новым источникам растительного белка, и прежде всего к люпину, который не содержит ингибиторов трипсина и его можно использовать в корме без предварительной тепловой обработки. Цена этой культуры на мировом рынке вдвое меньше цены сои. Исследуя генетические ресурсы окультуренных видов, ученые сегодня думают о том, как повысить содержание масла в ней до 18-20%, чтобы создать высокоэнергетический корм.

webpticeprom.ru