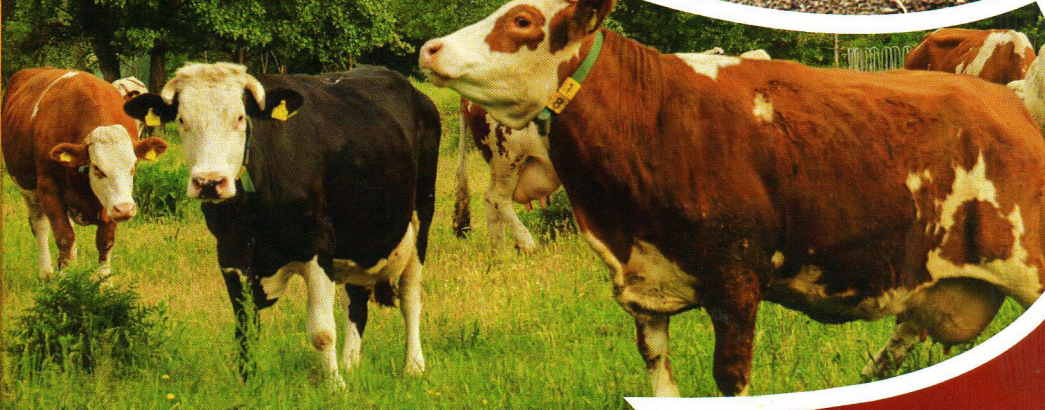


ISSN 1562-0417

КОРМОПРОИЗВОДСТВО

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

2 2021



УДК 633.853.52

ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМНЫХ ПАРАМЕТРОВ МОЛОТКОВОЙ ДРОБИЛКИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ КОРМОВ ИЗ ЗЕРНА ЛЮПИНА БЕЛОГО СОРТА ДЕГА

ЗВЕРЕВ С. В., доктор технических наук

Всероссийский НИИ зерна и продуктов его переработки —
филиал ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН
127434, Россия, г. Москва, Дмитровское ш., д. 11
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет технологий
и управления им. К. Г. Разумовского»
109004, Россия, г. Москва, ул. Земляной Вал, д. 73
E-mail: zverevsv@yandex.ru

КОСОЛАПОВ В. М., доктор сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Федеральный научный центр кормопроизводства
и агроэкологии им. В. Р. Вильямса»
141055, Россия, Московская обл., г. Лобня, Научный городок, корп. 1

ТЮТЮНОВ С. И., доктор сельскохозяйственных наук

ФГБНУ «Белгородский ФАНЦ РАН»
308001, Россия, г. Белгород, Октябрьская ул., д. 58

СТАВЦЕВ А. Э.

ООО «НПО «Агро-Матик»
607061, Россия, Нижегородская обл., г. Выкса, Досчатинское ш., д. 30/2

Исследования проведены в 2019 году в лаборатории «Технология и техника мукомольно-крупяного производства» ВНИИ зерна и продуктов его переработки — филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В. М. Горбатова» РАН. В качестве объекта исследований использовали зерно белого люпина сорта Дег. Эксперименты по изучению условий измельчения зерна проводились на лабораторной молотковой дробилке с регулируемой частотой вращения ротора. Рассматривалось влияние влажности зерна, скорости молотков и диаметра отверстий рабочего сита дробилки на выход крупки и содержание в ней недоруша (зёрен и частиц с остатками оболочки, крупных частей неотвешанной оболочки). Использование простой технологической схемы обрушения зерна белого люпина на базе молотковой дробилки позволило получить до 70% крупки с повышенным содержанием белка и низким содержанием клетчатки. С ростом скорости молотков и уменьшением диаметра отверстий рабочего сита дробилки выход крупки снижался, что объяснимо ростом доли мелкой фракции, которая отсеивается при пневмосепарации. Крупка представляет из себя частицы ядра с недорухом, а отходы являются смесью дроблёной оболочки с мукой — мелкой фракцией дроблённого ядра. Основная доля муки ядра была сосредоточена во фракции меньше 1,5–2,0 мм, в которой содержится больше белка. Данная фракция составляла около половины массы отхода или около 15% от массы зерна. Наличие недоруша в крупке повышало содержание в ней клетчатки и снижало содержание белка. С ростом влажности и диаметра отверстий рабочего сита дробилки содержание недоруша возрастало, а при росте скорости — падало. При фиксированной влажности содержание недоруша можно снизить за счёт повышения скорости удара (увеличения числа оборотов) или уменьшения диаметра отверстий рабочего сита дробилки, но и тот и другой метод повышают энергозатраты. При возрастании скорости удара росла и производительность.

Ключевые слова: белый люпин, зерно, молотковая дробилка, обрушение.

Переработка сельскохозяйственной продукции — важный этап работы АПК, входящий в систему взаимоотношений производственной агломерации, включающей научно-исследовательские учреждения, сельскохозяйственные предприятия, производящие растениеводческую продукцию, перерабатывающие предприятия, выпускающие белковые концентраты и комбикорма, животноводческие

комплексы и рыбопроизводящие предприятия, использующие белковые концентраты и комбикорма для получения продукции животноводства, птицеводства и рыбоводства. Источником растительного белка, без которого невозможно ведение интенсивного животноводства и птицеводства, являются зернобобовые культуры, накапливающие в семенах за счёт симбиотической азотфиксации большее количество

сырого протеина, чем другие культуры (Фисинин, 2019; Га-таулина, Цыгуткин, 2014). При этом по химическому составу наиболее технологичными для составления рационов кормления являются соя и белый люпин (Зверев и др., 2013; 2019; Андрианова и др., 2019а).

Значение белого люпина для кормопроизводства переоценить сложно. Так, положительный опыт использования белого люпина и продуктов его переработки в кормлении сельскохозяйственной птицы отмечен в работах Егорова и соавторов (2010; 2017), Андриановой и соавторов (2019б), Тютюнова и соавторов (2012) и других, что связано с содержанием питательных элементов и питательных веществ в зерне белого люпина (Зверев и др., 2014; 2015; Цыгуткин и др., 2014; Андрианова и др., 2015; Серёгина и др., 2018; Косолапов и др., 2019; Ставцев и др., 2019).

Улучшить питательные свойства белого люпина можно как во время вегетации (за счёт адаптации технологии его возделывания к требованиям кормления) (Шапкина и др., 2011; Зулцэцэг Чадраабал и др., 2015; Алдошин и др., 2015а; 2015б; 2016), так и при его переработке (Зверев и др., 2014а; 2014б; Перов и др., 2014).

Переработка белого люпина может значительно увеличить содержание сырого протеина в производимом продукте (Косолапов и др., 2020; Зверев и др., 2020). Технологическая схема переработки зерна включает операции измельчения, ситового и пневмосепарирования. Измельчение можно проводить на молотковых дробилках, самых распространённых установках, используемых для измельчения зерна и широко применяемых в кормопроизводстве.

Основными технологическими факторами, влияющими на качество продуктов, полученных в результате измельчения на молотковой дробилке, являются диаметр отверстий решета, скорость удара зерна о молоток, которая определяется скоростью периферийной части молотка, и влажность зерна. Диаметр отверстий решета задаёт верхний предел фракционного состава измельчённого продукта. В результате переработки образуется смесь дроблёного ядра и оболочек (дерти).

Целью исследований являлось повышение кормовой ценности белого люпина за счёт удаления низкобелковой оболочки. Решалась задача выбора рациональных режимов обрушения с использованием молотковой дробилки для получения белкового продукта с низким содержанием клетчатки.

Методика исследований. Исследования проведены в 2019 году в лаборатории «Технология и техника мукомольно-крупяного производства» ВНИИ зерна и продуктов его переработки — филиала ФГБНУ «ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова» РАН. В качестве объекта исследований использовали зерно белого люпина сорта Дега. Эксперименты по изучению условий измельчения зерна проводились на лабораторной молотковой дробилке с регулируемой частотой вращения ротора. Рассматривалось влияние влажности зерна, скорости молотков и диаметра отверстий рабочего сита дробилки на выход крупки и содержание в ней недоруша (зерна и частиц с остатками оболочки, крупных частей неотвешанной оболочки). Скорость молотков варьировалась в пределах 20–45 м/с, влажность зерна — 9–17%, диаметр отверстий сита — 5,8–9,0 мм. Отвешивание оболочки проводилось при скорости воздуха в канале пневмосепаратора 6 м/с.

Для отсева дроблёнки использовались сита лабораторные для анализа зерновых культур (ГОСТ Р ИСО 5223-99; ГОСТ Р 51568-99 (ИСО 3310-1-90)). Пневмосепарирование проводилось на лабораторной установке фирмы Buhler с регулируемой скоростью потока воздуха в пневмоканале. Для взвешивания продуктов шелушения использовались лабораторные весы с точностью до 0,01 г. Влажность зерна оценивалась по ГОСТ 13586.5-93.

Результаты исследований. Общий выход крупки (относительно массы исходного зерна) в зависимости от скорости молотков и диаметра отверстий сита для различной влажности зерна представлен на рис. 1 и 2.

Как видно из рисунков, с ростом скорости молотков и уменьшением диаметра отверстий рабочего сита дробилки выход крупки снижается, что можно объяснить ростом доли мелкой фракции, которая отвеивается при пневмосепарации. Влияние влажности зерна на выход крупки показано на рис. 3.

Изменение состава крупки по фракциям можно представить в виде полигона распределения (рис. 4 и 5).

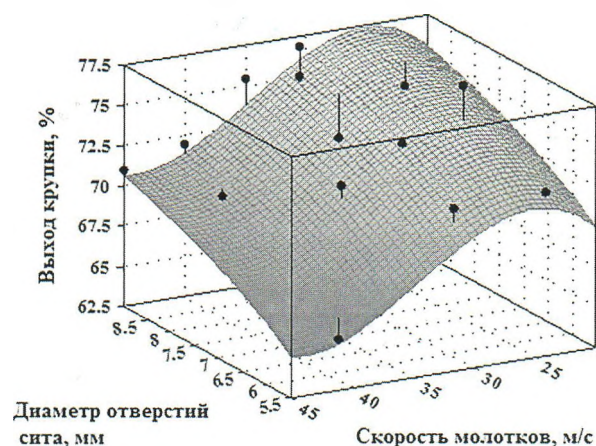


Рис. 1. Общий выход крупки в зависимости от диаметра отверстий рабочего сита дробилки и скорости молотков (влажность зерна 9–10%)

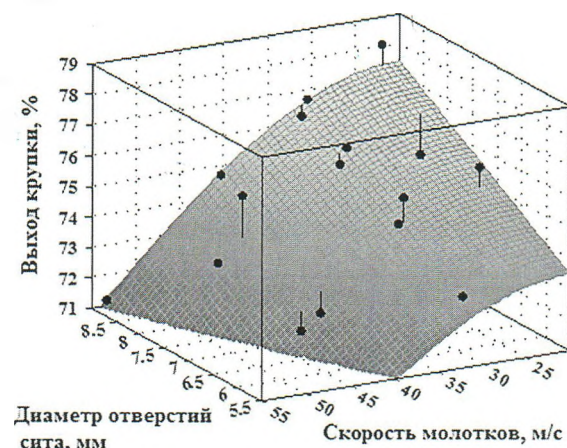


Рис. 2. Общий выход крупки в зависимости от диаметра отверстий рабочего сита дробилки и скорости молотков (влажность зерна 12,7%)

Если крупка представляет из себя частицы ядра с недоружем, то отходы являются смесью дроблёной оболочки с мучкой — мелкой фракцией дроблёного ядра. Фракционный состав отходов (диаметр отверстий решета 5,8 мм) приведён в табл.

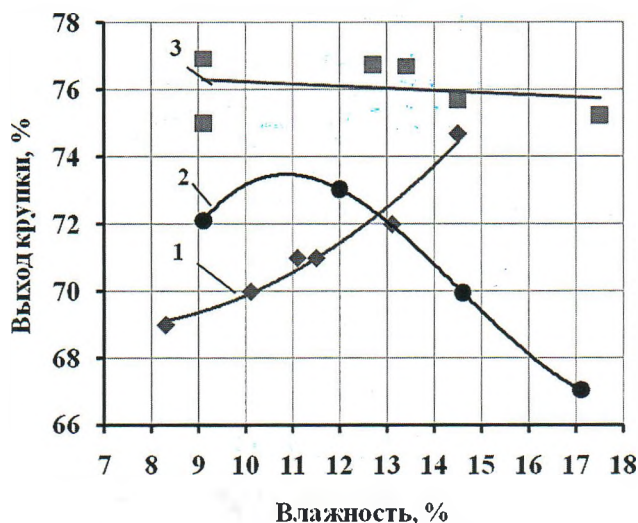


Рис. 3. Влияние влажности зерна на выход крупки:

1 — при скорости молотков 30,5 м/с и диаметре отверстий решета 5,8 мм;
2 — при скорости молотков 40 м/с и диаметре отверстий решета 8,2 мм;
3 — при скорости молотков 30,5 м/с и диаметре отверстий решета 9 мм

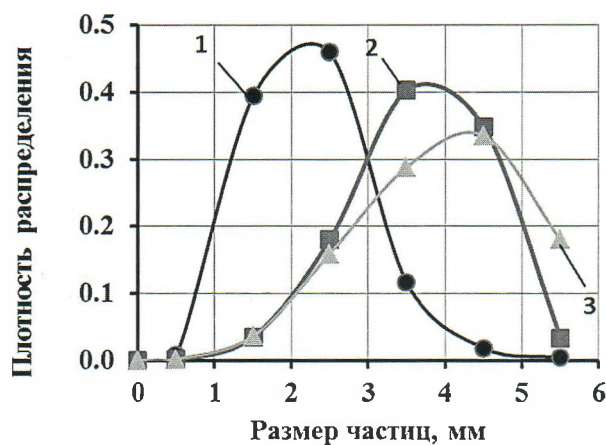


Рис. 4. Полигоны распределения крупки (влажность 14%, диаметр отверстий решета 5,8 мм) для скорости молотков:

1 — 40 м/с; 2 — 30 м/с; 3 — 20 м/с

Основная доля мучки ядра сосредоточена во фракции меньше 1,5–2,0 мм, т.е. здесь содержится повышенная доля белка. Выход этой фракции отходов (относительно массы отходов) в зависимости от скорости молотков (диаметр отверстий решета 5,8 мм) приведён на рис. 6. Данная фракция составляет около половины массы отходов или около 15% от массы зерна.

Наличие недоружа в крупке повышает содержание в ней клетчатки и снижает содержание белка. Недоружа присутствует в крупке в виде целых нешелушённых зёрен, размер которых меньше размера отверстий решета дробилки, частиц, как правило, крупных, с остатками оболочки, крупных частей оболочки, не отвеянных в пневмосепараторе, и зародыша. Представление о влиянии влажности и скорости молотков на содержание недоружа в крупке показано на рис. 7 и 8.

С ростом влажности и диаметра отверстий решета дробилки содержание недоружа возрастает, а при росте скорости — падает. При фиксированной влажности содержание недоружа можно попытаться снизить за счёт повышения скорости удара (увеличения числа оборотов) или уменьшения диаметра отверстий решета дробилки, но и тот и другой метод повышают энергозатраты. Однако при возрастании скорости удара растёт и производительность.

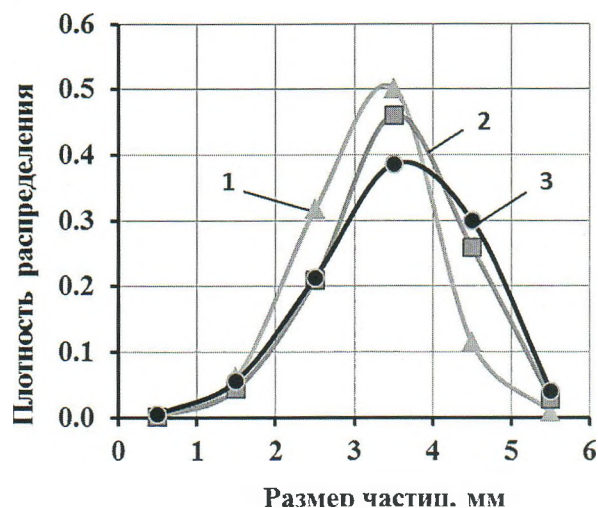


Рис. 5. Полигоны распределения крупки (скорость молотков 30 м/с, диаметр отверстий решета 5,8 мм) для зерна влажности:

1 — 9%; 2 — 12%; 3 — 17%

Фракционный состав отходов

Скорость молотков V, м/с	Влажность зерна W, %	Фракционный состав, мм					
		0–1	1,0–1,5	1,5–2,0	2,0–2,5	2,5–3,0	>3
40	14,7	0,470	0,276	0,111	0,065	0,042	0,035
30	14,7	0,349	0,168	0,069	0,066	0,094	0,254
30	9,1	0,375	0,157	0,099	0,118	0,116	0,135
30	12,0	0,302	0,158	0,075	0,100	0,116	0,248
30	14,6	0,335	0,210	0,071	0,066	0,088	0,231
30	17,1	0,371	0,198	0,074	0,055	0,075	0,228
20	14,7	0,338	0,156	0,075	0,064	0,071	0,297
20	9,1	0,314	0,142	0,077	0,095	0,116	0,257
25	9,1	0,326	0,129	0,090	0,111	0,124	0,220
25	14,7	0,343	0,172	0,072	0,059	0,075	0,278

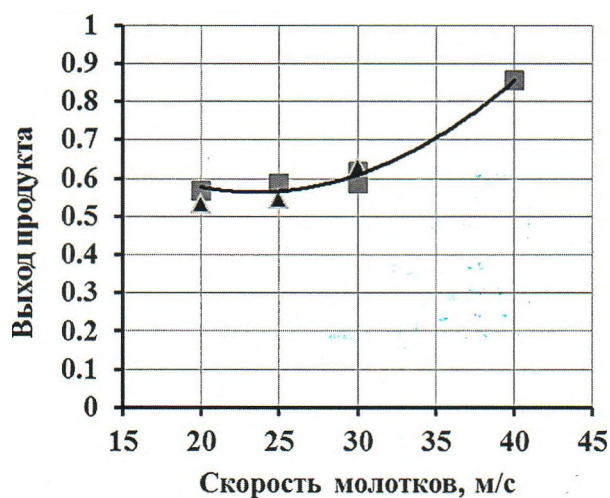


Рис. 6. Выход отноров фракции менее 2 мм (относительно массы отноров) при влажности зерна 9 и 14,7%

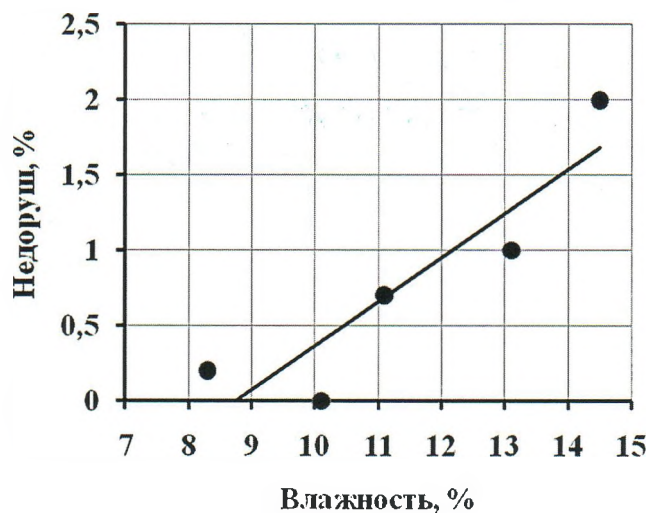


Рис. 7. Влияние влажности зерна на долю недоруша в крупке при скорости молотков 40 м/с и диаметре отверстий решета 8,2 мм

Заключение. В качестве рациональных режимов работы молотковой дробилки можно порекомендовать периферийную скорость молотков 40–45 м/с и диаметр отверстий решета 8–9 мм при влажности зерна люпина 10–12%. Используя рассмотренную технологическую схему обрушения зерна белого люпина на базе молотковой дробилки, можно получать до 70% крупки с повышенным содержанием белка и низким содержанием клетчатки, что важно при формировании комбикорма для поросят и птицы. Мучка с повышенным уровнем клетчатки может быть использована в рационе КРС. С целью снижения доли недоруша представляется целесообразным предварительная калибровка зерна люпина на сите с размером отверстий немногом меньше, чем у используемого на дробилке.

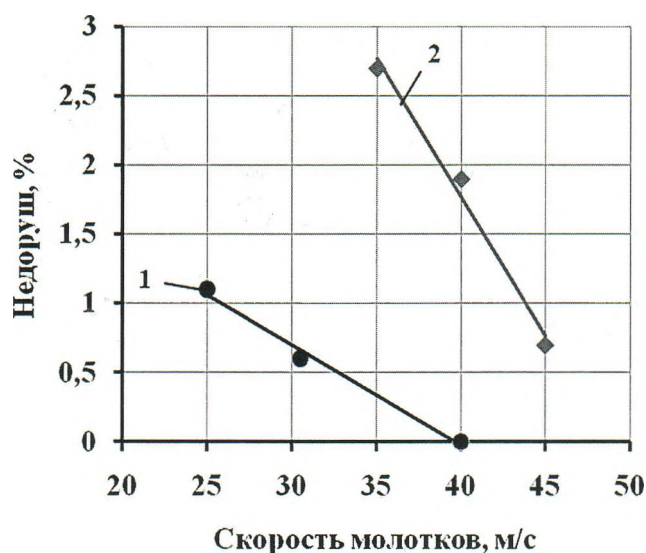


Рис. 8. Влияние скорости молотков дробилки на долю недоруша в крупке (влажность 10%): 1 — при диаметре отверстий решета 8,2 мм; 2 — при диаметре отверстий решета 9 мм

Литература

1. Обоснование технологических параметров комбайнов на уборке белого люпина / Н.В. Алдошин и др. // Достижения науки и техники АПК. — 2015. — № 1. — С.64–66.
2. Оценка повреждений зерна белого люпина при уборке урожая / Н.В. Алдошин и др. // Тракторы и сельхозмашины. — 2015. — № 2. — С.26–29.
3. Уборка смешанных посевов зерновых культур методом очёса / Н.В. Алдошин и др. // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». — 2016. — № 1. — С.7–13.
4. Уборка бинарных посевов зерновых культур / Н.В. Алдошин и др. // Вестник ФГОУ ВПО «Московский государственный агроинженерный университет им. В.П. Горячкина». — 2016. — № 3. — С.11–17.
5. Природный источник марганца — белый люпин / Е.Н. Андрианова и др. // Птица и птицепродукты. — 2015. — № 5. — С.47–49.
6. Люпин в кормлении кур-несушек родительского стада / Е.Н. Андрианова и др. // Сельскохозяйственная биология. — 2019. — № 2. — С.326–335.
7. Люпин в кормлении сельскохозяйственной птицы / Е.Н. Андрианова и др. // Птицеводство. — 2019. — № 11–12. — С.31–36.
8. Гатаулина Г.Г. Основа белковой независимости России / Г.Г. Гатаулина, А.С. Цыгуткин // Белый люпин. — 2014. — № 2. — С.2–6.
9. Зверев С.В. Соя: свойства, термообработка, использование / С.В. Зверев, О.Ш. Сесикашвили, Ю.Г. Булах. — Кутаиси: Государственный университет Акакия Церетели, 2013. — 198 с.
10. Зверев С.В. Подготовка зерна белого люпина к глубокой переработке / С.В. Зверев, А.С. Цыгуткин // Инновационные технологии производства и хранения материальных ценностей для государственных нужд. — 2014. — № 2. — С.115–121.
11. Использование белого люпина в экономике России / С.В. Зверев и др. // Хранение и переработка зерна. — 2014. — № 5. — С.31–34.
12. Зверев С.В. Первичная переработка зерна белого люпина / С.В. Зверев, А.С. Цыгуткин // Современный фермер. — 2014. — № 8. — С.28–30.
13. Зверев С.В. Проблемы развития импортозамещения в сельском хозяйстве России / С.В. Зверев, А.С. Цыгуткин, Л.В. Постникова // Бухучёт в сельском хозяйстве. — 2015. — № 9. — С.7–12.
14. Зверев С.В. Белый люпин: обрушение и термообработка зерна / С.В. Зверев, А.Э. Ставцев, А.С. Цыгуткин. — М.: Сам Полиграфист, 2019. — 128 с.

15. Использование метода спектрофотометрии для идентификации высокоалкалоидных семян белого люпина / С.В. Зверев и др. // Кормопроизводство. — 2020. — № 10. — С.25–28.
16. Влияние новых изолятов клубеньковых бактерий на рост и развитие белого люпина сорта Детер 1 / Зулцэцэг Чадраабал и др. // Достижения науки и техники АПК. — 2015. — Т. 29. — № 11. — С.78–80.
17. Белый люпин и другие зернобобовые культуры в кормлении птицы / И.А. Егоров и др. // Достижения науки и техники АПК. — 2010. — № 9. — С.36–38.
18. Использование белкового концентрата на основе белого люпина в рационах цыплят-бройлеров / И.А. Егоров и др. // Птица и птицепродукты. — 2017. — № 1. — С.33–36.
19. Минеральные элементы в кормах и методы их анализа: монография / В.М. Косолапов и др. — М.: ООО «Угреша Т», 2019. — 272 с.
20. Обрушение белого люпина с использованием различных схем технологических операций / В.М. Косолапов и др. // Кормопроизводство. — 2020. — № 6. — С.30–35.
21. Белый люпин: дробление, шелушение и сепарация / А.А. Перов и др. // Комбикорма. — 2014. — № 6. — С.41–46.
22. Формирование урожайности зерна и показатели качества люпина белого (*Lupinus albus* L.) при применении селена натрия / И.И. Серёгина и др. // Агрохимия. — 2018. — № 7. — С.73–80.
23. Ставцев А.В. Содержание азота в зерне сортов белого люпина и его вынос с урожаем / А.В. Ставцев, А.С. Цыгуткин // Фундаментальные проблемы управления циклом азота в современном земледелии. — 2019. — С.274–281.
24. Тютюнов С.И. Перспективы развития производства белого люпина в Белгородской области / С.И. Тютюнов, А.С. Цыгуткин // Доклады ТСХА: сборник статей. Вып. 284. Ч. 1. — М.: Издательство РГАУ–МСХА, 2012. — С.75–77.
25. Фисинин В.И. Мировое и российское птицеводство: реалии и вызовы будущего / В.И. Фисинин. — М.: Хлебпродинформ. 2019. — 470 с.
26. Цыгуткин А.С. Белый люпин как сельскохозяйственная культура / А.С. Цыгуткин, С.В. Зверев // Хранение и переработка зерна. — 2014. — № 4. — С.20–22.
27. Фитосанитарное состояние посевов белого люпина на северо-востоке и юго-западе Центрального Черноземья / Ю.С. Шапкина и др. // Достижения науки и техники АПК. — 2011. — № 9. — С.29–31.
28. ГОСТ Р ИСО 5223-99. Сита лабораторные для анализа зерновых культур. Технические требования.
29. ГОСТ Р 51568-99 (ИСО 3310-1-90). Сита лабораторные из металлической проволочной сетки. Технические условия.
30. ГОСТ 13586.5-93. Зерно. Метод определения влажности.

References

1. Obosnovanie tekhnologicheskikh parametrov kombaynov na uborke belogo lyupina / N.V. Aldoshin et al. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2015. — No. 1. — P.64–66.
2. Otsenka povrezhdeniy zerna belogo lyupina pri uborke urozhaya / N.V. Aldoshin et al. // Traktory i selkhoz mashiny. — 2015. — No. 2. — P.26–29.
3. Uboroka smeshannykh posevov zernovykh kultur metodom ochesa / N.V. Aldoshin et al. // Vestnik FGOU VPO "Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V.P. Goryachkina". — 2016. — No. 1. — P.7–13.
4. Uboroka binarnykh posevov zernovykh kultur / N.V. Aldoshin et al. // Vestnik FGOU VPO "Moskovskiy gosudarstvennyy agroinzhenernyy universitet im. V.P. Goryachkina". — 2016. — No. 3. — P.11–17.
5. Prirodnyy istochnik margantsa — belyy lyupin / E.N. Andrianova et al. // Ptitsa i ptitseprodukty. — 2015. — No. 5. — P.47–49.
6. Lyupin v kormlenii kur-nesushek roditelskogo stada / E.N. Andrianova et al. // Selskokhozyaystvennaya biologiya. — 2019. — No. 2. — P.326–335.
7. Lyupin v kormlenii selskokhozyaystvennoy ptitsy / E.N. Andrianova et al. // Ptitsevodstvo. — 2019. — No. 11–12. — P.31–36.
8. Gataulina G.G. Osnova belkovoy nezavisimosti Rossii / G.G. Gataulina, A.S. Tsygutkin // Belyy lyupin. — 2014. — No. 2. — P.2–6.
9. Zverev S.V. Soya: svoystva, termoobrabotka, ispolzovanie / S.V. Zverev, O.Sh. Sesikashvili, Yu.G. Bulakh. — Kutaisi: Gosudarstvennyy universitet Akakiya Tsereteli, 2013. — 198 p.
10. Zverev S.V. Podgotovka zerna belogo lyupina k glubokoy pererabotke / S.V. Zverev, A.S. Tsygutkin // Innovatsionnye tekhnologii proizvodstva i khraneniya materialnykh tsennostey dlya gosudarstvennykh nuzhd. — 2014. — No. 2. — P.115–121.
11. Ispolzovanie belogo lyupina v ekonomike Rossii / S.V. Zverev et al. // Khraneniye i pererabotka zerna. — 2014. — No. 5. — P.31–34.
12. Zverev S.V. Pervichnaya pererabotka zerna belogo lyupina / S.V. Zverev, A.S. Tsygutkin // Sovremennyy fermer. — 2014. — No. 8. — P.28–30.
13. Zverev S.V. Problemy razvitiya importozameshcheniya v selskom khozyaystve Rossii / S.V. Zverev, A.S. Tsygutkin, L.V. Postnikova // Bukhchet v selskom khozyaystve. — 2015. — No. 9. — P.7–12.
14. Zverev S.V. Belyy lyupin: obrusheniye i termoobrabotka zerna / S.V. Zverev, A.E. Stavtsev, A.S. Tsygutkin. — Moscow: Sam Poligrafist, 2019. — 128 p.
15. Ispolzovanie metoda spektrofotometrii dlya identifikatsii vysokoalkaloidnykh semyan belogo lyupina / S.V. Zverev et al. // Kormoproizvodstvo. — 2020. — No. 10. — P.25–28.
16. Vliyaniye novykh izolyatov klubenykovykh bakteriy na rost i razvitiye belogo lyupina sorta Deter 1 / Zultsetseg Chadraabal et al. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2015. — Vol. 29. — No. 11. — P.78–80.
17. Belyy lyupin i drugie zernobobovyye kultury v kormlenii ptitsy / I.A. Egorov et al. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2010. — No. 9. — P.36–38.
18. Ispolzovanie belkovogo kontsentrata na osnove belogo lyupina v ratsionakh tsyplyat-broylerov / I.A. Egorov et al. // Ptitsa i ptitseprodukty. — 2017. — No. 1. — P.33–36.
19. Mineralnye elementy v kormakh i metody ikh analiza: monografiya / V.M. Kosolapov et al. — Moscow: ООО "Ugresha T", 2019. — 272 p.
20. Obrusheniye belogo lyupina s ispolzovaniyem razlichnykh skhem tekhnologicheskikh operatsiy / V.M. Kosolapov et al. // Kormoproizvodstvo. — 2020. — No. 6. — P.30–35.
21. Belyy lyupin: drobleniye, shelusheniye i separatsiya / A.A. Perov et al. // Kombikorma. — 2014. — No. 6. — P.41–46.
22. Formirovaniye urozhaynosti zerna i pokazateli kachestva lyupina belogo (*Lupinus albus* L.) pri primenenii seleny natriya / I.I. Seregina et al. // Agrokhiimiya. — 2018. — No. 7. — P.73–80.
23. Stavtsev A.V. Soderzhanie azota v zerne sortov belogo lyupina i ego vynos s urozhayem / A.V. Stavtsev, A.S. Tsygutkin // Fundamentalnye problemy upravleniya tsiklom azota v sovremennom zemledelii. — 2019. — P.274–281.
24. Tyutyunov S.I. Perspektivy razvitiya proizvodstva belogo lyupina v Belgorodskoy oblasti / S.I. Tyutyunov, A.S. Tsygutkin // Doklady TSKhA: sbornik statey. Is. 284. Ed. 1. — Moscow: Izdatelstvo RGAU–MSKhA, 2012. — P.75–77.
25. Fisinin V.I. Mirovoe i rossiyskoe ptitsevodstvo: realii i vyzovy budushchego / V.I. Fisinin. — Moscow: Khlebprodinform. 2019. — 470 p.
26. Tsygutkin A.S. Belyy lyupin kak selskokhozyaystvennaya kultura / A.S. Tsygutkin, S.V. Zverev // Khraneniye i pererabotka zerna. — 2014. — No. 4. — P.20–22.
27. Fitosanitarnoye sostoyaniye posevov belogo lyupina na severo-vostoke i yugo-zapade Tsentralnogo Chernozemya / Yu.S. Shapkina et al. // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. — 2011. — No. 9. — P.29–31.
28. GOST R ISO 5223-99. Sita laboratornye dlya analiza zernovykh kultur. Tekhnicheskkiye trebovaniya.
29. GOST R 51568-99 (ISO 3310-1-90). Sita laboratornye iz metallicheskoy provolochnoy setki. Tekhnicheskkiye usloviya.
30. GOST 13586.5-93. Zerno. Metod opredeleniya vlazhnosti.

OPTIMIZATION OF HAMMER GRINDER FOR WHITE LUPINE “DEGA” PROCESSING**ZVEREV S. V., Dr. Techn. Sc.***The All-Russian Research Institute of Grain and Grain Products — branch of the Federal Research Center of Food Systems n. a. V. M. Gorbato of the Russian Academy of Science**127434, Russia, Moscow, Dmitrovskoe highway (shosse), 11**Moscow State University of Technology and Management n. a. K. G. Razumovskiy**109004, Russia, Moscow, Zemlyanoy val str., 73**E-mail: zverevsv@yandex.ru***KOSOLAPOV V. M., Dr. Agr. Sc.***Federal Williams Research Center of Fodder Production and Agroecology**141055, Russia, the Moscow region, Lobnya, Science Town, 1***TYUTYUNOV S. I., Dr. Agr. Sc.***Belgorod Federal Agrarian Research Center of the Russian Academy of Science**308001, Russia, Belgorod, Oktyabrskaya str., 58***STAVTSEV A. E.***ООО “Agro-Matik” (Research and Production Association), a limited liability company under the laws of Russian Federation**607061, Russia, the Nizhny Novgorod region, Vyksa, Doschatinskoe highway (shosse), 30/2*

The research was conducted in 2019. Hammer grinder with adjustable rotor speed was used to crush the grain of white lupine “Dega”. The effects of grain water content, crushing speed and sieve size were analyzed on grain crushing and hulling as well as the proportion of unhulled grain. This technology resulted in up to 70% of crushed hulled grain rich in protein but poor in fiber. Increase in hammer speed and decrease in sieve size negatively affected the proportion of crushed grain due to the high content of fine fractions discarded further via pneumatic separation. Crushed hulled grain is normally combined with unhulled grain. The mixture of crushed hulls and fine particles of crushed grain are to be separated. Most of the bran was found in the fraction of 1.5–2.0 mm containing more protein. This fraction amounted to 15% of grain mass and 50% of the mass to be discarded. Unhulled grain mixed with crushed hulled grain increased fiber content in the mixture but reduced protein concentration. Higher grain water content and larger sieve size increased the amount of unhulled grain, while higher hammer speed decreased its fraction. Higher hammer speed as well as smaller sieve size reduce the content of unhulled grain but increased energy costs under constant grain water content. Increase in hammer speed improved the capacity of the grinder.

Keywords: white lupine, grain, hammer grinder, hulling.

**V МЕЖРЕГИОНАЛЬНАЯ ВЫСТАВКА-ДЕМОНСТРАЦИЯ
ДЕНЬ ТАМБОВСКОГО ПОЛЯ 2021**

8–9 июля 2021 года будет проходить ставший уже традиционным праздник ДЕНЬ ТАМБОВСКОГО ПОЛЯ на базе ООО «Белая Дача Фарминг» в Тамбовском районе Тамбовской области.

Организатором мероприятия выступает управление сельского хозяйства Тамбовской области, оргкомитетом показа сельскохозяйственной техники — Выставочная фирма «Центр».

Мероприятие широко освещается в средствах массовой информации, привлекает внимание государственных структур, профильных организаций, научно-исследовательских институтов, которые широко представлены в экспозиции выставки.

ДЕНЬ ТАМБОВСКОГО ПОЛЯ — отличная база для коммуникаций, способствующая развитию агропромышленного комплекса области и края, налаживанию межрегиональных связей, продвижению инновационных проектов в аграрной отрасли, новых технологий в сельскохозяйственном производстве, развитию контактов между организациями, предприятиями и инвесторами.

В рамках Дня поля будут представлены семена перспективных сортов и гибридов, средства защиты растений, удобрения, корма и лекарственные препараты для животных,

сельхозтехника для возделывания, уборки культур и системы защиты растений, новые технологические и технические решения для мониторинга и обследования почв и посевов, хранения и переработки продукции. В рамках мероприятия пройдёт демонстрация сельскохозяйственной техники.

Формат выставки-демонстрации позволит наилучшим способом провести презентацию экспонентов, расширить клиентскую базу, закрепить существующие контакты, совершить продажи, сделать рекламу компании эффективной, провести анализ рынка данной отрасли. Насыщенная программа мероприятия включает в себя: осмотр статической экспозиции, проведение полевой демонстрации техники, осмотр посевов, результатов проведения эксперимента по внесению удобрений.

В числе посетителей — руководители научно-исследовательских учреждений, руководители и специалисты сельскохозяйственных предприятий, фермеры, учёные из регионов РФ и стран ближнего зарубежья, дилеры иностранных компаний, выпускающих сельхозтехнику.

Подробную информацию по участию в демонстрации сельскохозяйственной техники можно получить в оргкомитете выставки по телефону (473) 233-09-60 или на сайте www.pole68.ru.