

## Оценка повреждений зерна белого люпина при уборке урожая

Д-р техн. наук Н. В. АЛДОШИН, канд. техн. наук А. А. ЗОЛОТОВ, канд. биол. наук А. С. ЦЫГУТКИН, инж.-ры Н. А. АЛАДЬЕВ, БАХАА МАЛЛИА (РГАУ — МСХА им. К. А. Тимирязева, [cxm.msau@yandex.ru](mailto:cxm.msau@yandex.ru)), В. Д. СУЛЕЕВ, А. Е. КУЗНЕЦОВ (ЗАО СП "Брянксельмаш")

**Аннотация.** Рассмотрены факторы, влияющие на качество обмолота белого люпина при уборке. Проведен анализ настроек молотильно-сепарирующей системы (МСС) зерноуборочного комбайна КЗС-1218 "Палессе GS12". Определены зависимости повреждения семян от частоты вращения молотильного барабана, а также от зазора между ним и подбарабаньем. Даны рекомендации по регулировке МСС комбайна.

**Ключевые слова:** белый люпин, зерноуборочный комбайн, потери зерна, повреждение зерна, очистка зерна, молотильный барабан, подбарабанье, влажность зерна.

## Assessment of white lupine grain damage during harvesting

N. V. ALDOSHIN, A. A. ZOLOTOV, A. S. TSYGUTKIN, N. A. ALADYEV, BAKHAA MALLIA (Russian State Agrarian University — Moscow K. A. Timiryazev Agricultural Academy, [cxm.msau@yandex.ru](mailto:cxm.msau@yandex.ru)), V. D. SULEYEV, A. Ye. KUZNETSOV (Bryanskselemash joint venture closed corporation)

**Summary.** Factors affecting the quality of threshing of white lupine grain during harvesting are described. Settings of threshing and separating system of KZS-1218 Palesse GS12 combine harvesters are analyzed. Dependence of seed damage on the rotating frequency of threshing drum and on the gap between threshing drum and concave is determined. Recommendations for adjustment of threshing and separating system of the harvester are given.

**Keywords:** white lupine, combine harvester, grain loss, grain damage, grain cleaning, threshing drum, concave, moisture content of grain.

На территории нашей страны все шире распространяются посевы белого люпина. Особенности данной культуры требуют обоснованных рекомендаций по выполнению различных видов механизированных работ при ее возделывании. Так, пока не обоснованы технологические параметры комбайнов для уборки данной культуры. В связи с этим проведены экспериментальные исследования процесса уборки белого люпина с целью получения рекомендаций по настройкам МСС зерноуборочных комбайнов.

Белый люпин — высокобелковая бобовая культура. Исследования проводились на сорте "Дега". Растения данного сорта не образуют боковых побегов и имеют высокое прикрепление бобов. Плоды при созревании не растрескиваются и не обламываются. Сорт адаптирован к условиям южной части Центрального района Нечерноземной зоны, устойчиво и дружно созревает [1]. Зерно достаточно крупное.

Размерные характеристики семян белого люпина представлены на рис. 1. Длина зерен составляет 8,1—11 мм (математическое ожидание 9,58 мм), ширина 7,6—10,7 мм (математическое ожидание 9,12 мм), толщина 3,5—5,3 мм (математическое ожидание 4,42 мм).

Сила связи бобов с зерном и стеблей растения невысокая. Зерно белого люпина достаточно легко вымолачивается и требует мягких режимов работы уборочных машин. При этом оно склонно к повреждениям — дроблению и образованию микротрещин, что в итоге приводит к снижению качества зерновой продукции. Зерна с явными механическими повреждениями (битые, раздавленные, обрушенные) как зерновая примесь снижают товарность партии.

Нарушение целостности зерна (семян) приводит к увеличению интенсивности дыхания, ускоренному раз-

витию микроорганизмов, снижению стойкости и сроков безопасного хранения. Наличие в исходном зерновом материале повреждений увеличивает их количество при каждом последующем пропуске через машины послеуборочной обработки, что снижает выход первосортной товарной продукции.

Непосредственные повреждения зародыша и повышенная степень поражения поврежденных семян бактериями, грибковыми организмами и клещами снижают полевую всхожесть семян, замедляют рост и уменьшают продуктивность растений. Классификация механических повреждений зерна представлена на рис. 2.

К макроповреждениям зерна относят дробление, раздавливание, обрушивание, т. е. такие повреждения, которые изменяют его физико-механические свойства — размеры, удельный вес, состояние поверхности, парусность. Большинство макроповрежденных зерен можно выделить на очистительных и сортировальных машинах при послеуборочной обработке [2].

Микроповреждения (царапины, трещины, выбоины, повреждения оболочки и т. д.) почти не изменяют физико-механические свойства зерен, но оказывают отрицательное воздействие на их посевные и продовольственные качества. Зерно (семена) с микроповреждениями практически невозможно отделить от неповрежденного даже на самом современном оборудовании.

Снижение товарности, порча при хранении, перерасход семян при посеве, недобор урожая из-за изреженности и малопродуктивности растений, а также прямые потери наиболее мелких частиц дробленого зерна — все это приводит, по оценке специалистов, к общим потерям в объеме 5—7 % от урожая в целом. Поэтому при оценке качества работы зерноуборочных комбайнов



Рис. 1. Вариационные кривые размерных характеристик семян белого люпина сорта "Дега":

а — длина, мм; б — ширина, мм; в — толщина, мм

одним из важных показателей считают макро- и микроповреждения зерна.

Степень и вид повреждений зерна (семян) при уборке определяются совокупностью разнообразных факторов, характеризующих как зерновой материал, так и зерноуборочный комбайн. Анализ причин механических повреждений зерна приведен на рис. 3.

Влажность зерна по-разному влияет на его повреждения. Ее увеличение приводит к снижению потерь дроблением. Микроповреждения, напротив, возрастают с ростом влажности. Поэтому рекомендуется проводить уборочные работы при определенной влажности зерна, которая для белого люпина составляет 11–20 %.

В ходе исследований уборка производилась зерноуборочным комбайном КЗС-1218 "Палессе GS12", оснащенным классической МСС. На нем установлена система Stream Accelerator с барабаном-ускорителем и камнеуловителем. Возможна установка понижающего редуктора привода молотильного барабана. Техническая характеристика комбайна приведена ниже. Машина имеет автономное роторное домолачивающее устройство, электрорегулировку зазора подбарабаний и оборотов вентилятора очистки [3].

**Техническая характеристика молотилки зерноуборочного комбайна КЗС-1218 "Палессе GS12"**

Ширина молотилки, мм	1500
Диаметр молотильного барабана, мм	800
Частота вращения молотильного барабана, мин <sup>-1</sup>	442–876
Диаметр барабана-ускорителя, мм	600
Частота вращения барабана-ускорителя, мин <sup>-1</sup>	472–932
Площадь сепарации подбарабаний, м <sup>2</sup>	2,39
Число клавиш соломотряса, шт.	5
Площадь сепарации соломотряса, м <sup>2</sup>	6,15
Количество каскадов очистки, шт.	3
Площадь решет очистки, м <sup>2</sup>	5



Рис. 2. Виды механических повреждений зерна

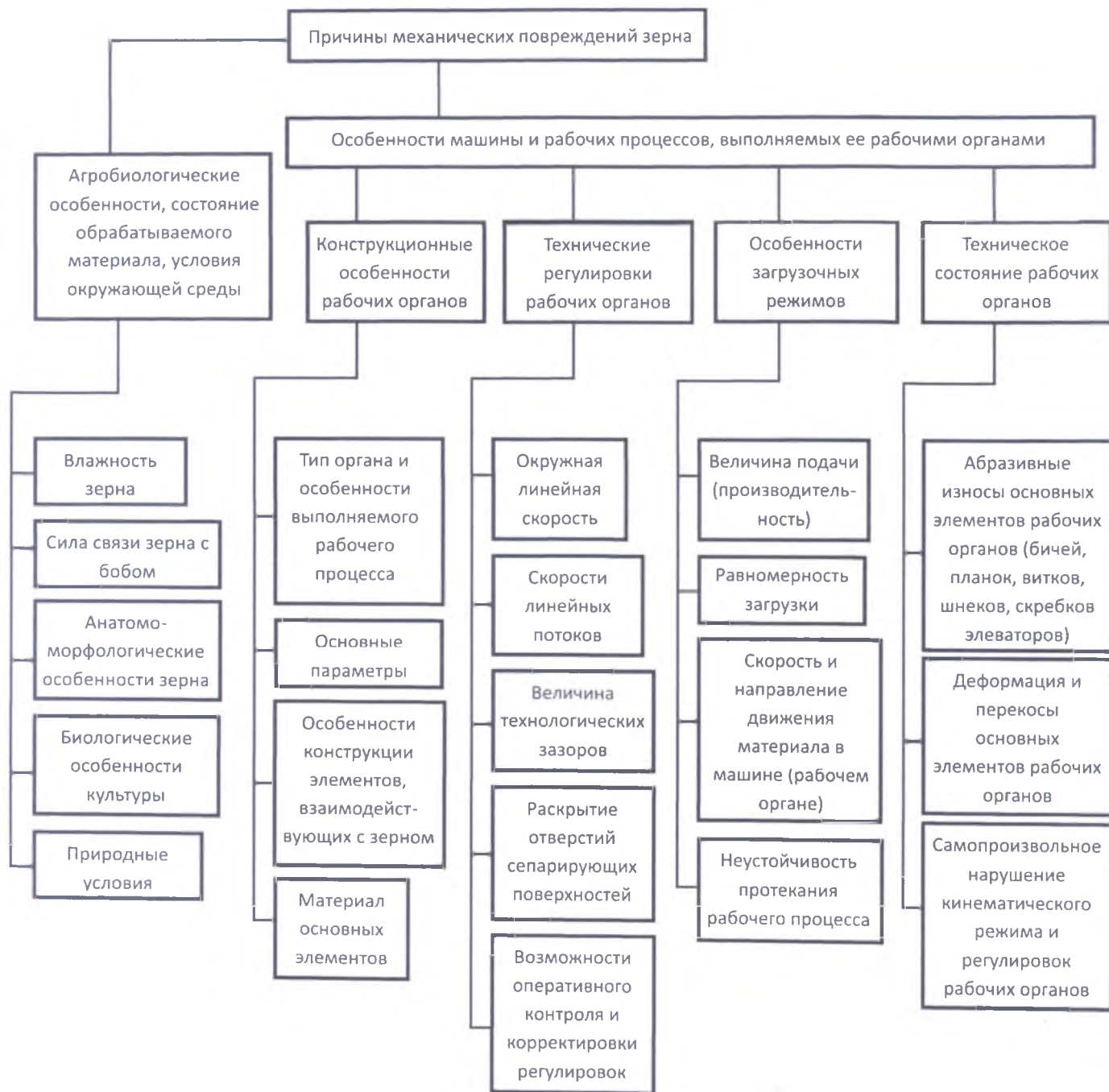


Рис. 3. Причины механических повреждений зерна

Поскольку зерно белого люпина вымолачивается легко, потерь невымолоченным зерном не наблюдалось ни на одном режиме работы комбайна. Основной задачей исследования было установление влияния технологических регулировок комбайна на повреждение зерна и потери свободным зерном.

На повреждение зерна при обмолоте в молотилке основное влияние оказывают окружная линейная скорость молотильного барабана и зазор между барабаном и подбарабаньем (декой). Этот зазор изменяется в сторону уменьшения от входа массы в молотильное устройство к выходу. В качестве обобщающего параметра фиксировался зазор на выходе из молотилки. В связи с этим

проводить испытания начали при частоте вращения барабана  $450 \text{ мин}^{-1}$ .

В результате испытаний выяснилось, что большее влияние на повреждение зерна оказывает окружная линейная скорость бичей молотильного барабана. Так, при увеличении частоты вращения барабана с  $450$  до  $550 \text{ мин}^{-1}$  повреждения увеличивались с  $1,5$  до  $5,5 \%$ , т. е. практически в 4 раза. Зависимость повреждений зерна от оборотов молотильного барабана показана на рис. 4.

На основании данных, представленных на рис. 2, можно утверждать, что частота вращения молотильного барабана не должна превышать  $450 \text{ мин}^{-1}$ . Это мини-



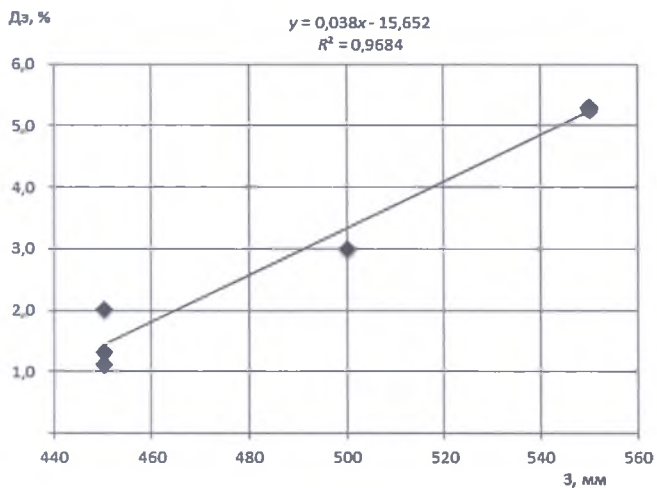


Рис. 4. Зависимость повреждений зерна люпина от частоты вращения молотильного барабана,  $\text{мин}^{-1}$ , при зазоре на выходе молотилки 10 мм

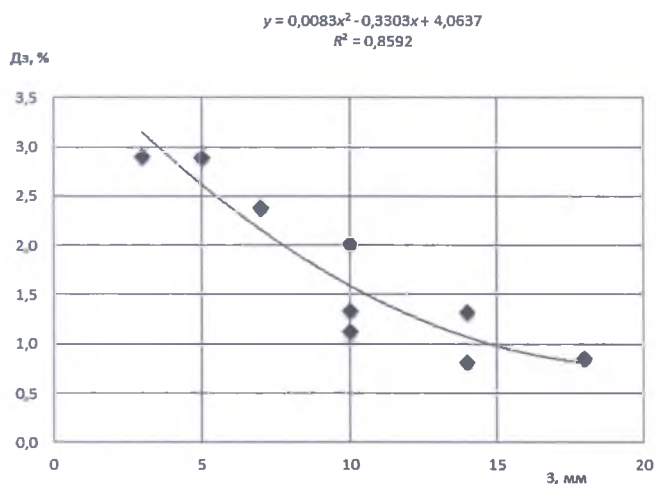


Рис. 5. Зависимость дробления зерна белого люпина от зазора на выходе молотилки при частоте вращения молотильного барабана  $450 \text{ мин}^{-1}$



Рис. 6. Процесс залипания подбарабанья молотилки во время уборки белого люпина

мальное возможное значение данной величины на комбайне КЗС-1218 "Палессе GS12". При этом необходимо отметить, что минимальные обороты барабана увеличивают величину крутящего момента на его привод. Это приводит к увеличению нагрузки на ремень привода вариатора молотилки, что может вызвать его проскальзывание. Данный факт увеличивает вероятность забивания молотилки, что ведет к нарушению технологического процесса комбайна и трудоемкому устранению отказа. В этом случае повышаются требования к равномерности загрузки молотилки комбайна и недопущению ее перегрузки, даже кратковременной.

При уменьшении зазора на выходе молотилки с 10 до 3 мм величина макроповреждений зерна (дробления) соответственно увеличивалась от 1,6 до 3 %. Это значительно меньше, чем при изменении частоты вращения молотильного барабана. Зависимость повреждений зерна белого люпина от зазора на выходе молотилки представлена на рис. 5.

Анализ рис. 5 показывает, что минимальная величина дробления зерна белого люпина обеспечивается при зазоре 18 мм на выходе молотилки. Целесообразно ли дальнейшее увеличение зазора для уменьшения дробления? При ответе на этот вопрос необходимо учитывать тот факт, что с увеличением зазора на выходе молотилки снижается интенсивность сепарации зерна в молотильной части через подбарабанье. Это связано с увеличением толщины слоя обмолачиваемой зерновой массы, при котором значительно труднее выделить зерно из вороха. Кроме того, при увеличении зазора в молотилке ухудшается эффект самоочистки подбарабанья. Начинается процесс его залипания (рис. 6), что опять же приводит к снижению сепарации зерна в молотилке.

Необходимо, чтобы основная часть зерна (до 80 %) сепарировалась именно в молотилке. В рассматриваемом же случае из-за ухудшения процесса сепарации в молотилке выделяется недостаточное количество зерна. Значит, больше зерна попадает на соломотряс, и он не справляется в полной мере со своей функцией, что приводит к увеличению потерь свободным зерном за комбайном. Поэтому нецелесообразно устанавливать зазор на выходе молотилки более 18 мм.

## Выводы

1. При уборке белого люпина зерноуборочным комбайном КЗС-1218 "Палессе GS12" необходимо устанавливать частоту вращения молотильного барабана  $450 \text{ мин}^{-1}$ .
2. Для снижения повреждений и потерь семян белого люпина зазор на выходе молотилки должен составлять 18 мм.

## Литература и источники

1. Гатаулина Г. Г., Вагин В. И. Особенности уборки и послеуборочной обработки семян белого люпина // Белый люпин. — 2014, № 2.
2. ГОСТ 28301—2007. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний.
3. Официальный сайт ЗАО СП "Брянсксельмаш" [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.bryanskselemash.ru/> (дата обращения 25.11.2014).