УДК 631.354
DOI: 10.35887/2305-2538-2022-3-7-13

КАЧЕСТВО УБОРКИ СОИ ЗЕРНОУБОРОЧНЫМИ КОМБАЙНАМИ

[1]Ерохин Геннадий Николаевич
[1]Коновский Валерий Викторович
[1]Першин Илья Александрович
[1]ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве»

Реферат. *Оценка качества уборки сои зерноуборочными комбайнами осуществлялась в хозяйствах Центрально-Черноземного региона. В качестве объектов наблюдения выбраны комбайны марок РСМ 161, Acros 595Plus, КЗС-1218А. Комбайны работали с жатками трех типов. Это обычная зерновая жатка, модернизированная под низкий срез жатка и серийная соевая жатка. При работе с обычной зерновой жаткой потери сои за жаткой достигали 12,6%. Большие потери ограничивают использование обычных зерновых жаток на уборке сои. Модернизированные под низкий срез жатки имели потери 2,1…2,4%. Серийные отечественные соевые жатки «Float Stream» допускали в наблюдаемых условиях потери 4…8%. Это были потери свободным зерном, отсутствовали потери не срезанными бобами. Основная причина повышенных потерь - уборка сухой перезревшей культуры. В других условиях эти жатки вполне могут работать на уборке сои с допустимыми агротребованиями потерями. Потери за молотилкой у наблюдаемых комбайнов находились в диапазоне 1,4…4,0%. Повышенные потери зерна сои за молотилкой были обусловлены высокими оборотами вращения вентилятора очистки. Легкое зерно просто выдувалось. Дробление бункерного зерна комбайнов варьировало в пределах 3,6…10%. Высокое дробление наблюдалось у комбайнов с повышенными оборотами молотильного барабана и недостаточным зазором между барабаном и декой. Засоренность бункерного зерна на наблюдаемых комбайнах находилась в интервале 0,8…2,7%. Меньшую засоренность около 1% показали комбайны при оборотах вентилятора очистки 800 об/мин, но при этом возрастали потери зерна за молотилкой комбайна до 4%. В итоге подтверждено решающее влиянии на потери при уборке сои типа жатки и технологических регулировок комбайна.*

Ключевые слова: *зерноуборочный комбайн, соя, потери зерна, дробление, засоренность.*

QUALITY OF SOYBEAN HARVESTING WITH GRAIN HARVESTERS

[1]Erokhin Gennady
[1]Konovskiy Valery
[1]Perchin Ilya
[1]FSBSI“All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture”

Abstract. *The assessment of the quality of soybean harvesting by grain harvesters was carried out in the farms of the Central Black Earth region. Combine harvesters RSM 161, Acros 595Plus, KZS-1218A were selected as objects of observation. Combines worked with headers of three types. These are a conventional grain header, a lowcut modified header, and a stock soybean header. When working with a conventional grain header, soybean losses behind the header reached 12.6%. Large losses limit the use of conventional grain headers in soybean harvesting. The headers upgraded for a low cut had losses of 2.1 ... 2.4%. Serial domestic soybean headers "Float Stream" allowed losses of 4 ... 8% under the observed conditions. This was a loss in loose grain, no loss in uncut beans. The main reason for the increased losses is the harvesting of dry, overripe crops. In other conditions, these headers may well work on harvesting soybeans with losses acceptable by agro-requirements. Losses behind the thresher for the observed combines were in the range of 1.4 ... 4.0%. The increased losses of soybean grain behind the threshing machine were due to the high rotational speed of the cleaning fan. Light grain was simply*

blown out. Crushing of bunker grain of combines varied within 3.6…10%. High crushing was observed in combines with increased speed of the threshing drum and insufficient clearance between the drum and the deck. The clogging of bunker grain on the observed combines was in the range of 0.8 ... 2.7%. Combines with a cleaning fan speed of 800 rpm showed less contamination of about 1%, but at the same time, grain losses increased up to 4% behind the combine thresher. As a result, the decisive influence on losses during soybean harvesting was confirmed by the type of header and technological adjustments of the combine.

Keywords: *combine harvester, soybean, grain loss, crushing, contamination.*

Введение. В Российской Федерации в последние годы наблюдается стремительный рост посевных площадей сои. Так, в 2021 году этот рост по сравнению с 2013 годом составил почти 100%. Культура распространяется в более северные регионы страны. Наиболее ощутимый рост наблюдается в Центральном Федеральном округе. В 2021 году посевная площадь сои в этом округе достигла 43% от общей по стране. Способствуют такому развитию относительно высокая цена сои и устойчивый спрос на внутреннем и мировом рынке.

Убирают сою обычными зерноуборочными комбайнами. Качественные показатели уборки в решающей степени влияют на эффективность возделывания сои. В соответствии с нормативной документацией качество уборки оценивается показателями: потери за комбайном, дробление, засоренность бункерного зерна. Опыт показывает, что в реальной эксплуатации данные показатели варьируют в широких пределах и могут превышать нормативные значения в 2…4 раза.

На величину показателей качества уборки сои оказывают влияние множество факторов: условия уборки, характеристики культуры, тип применяемого комбайна и жатки, технологические регулировки и скоростной режим. С целью повышения эффективности использования комбайнов на уборке сои необходима объективная оценка и анализ показателей качества уборки сои в различных условиях реальной эксплуатации. В статье предлагаются результаты таких исследований на примере уборки сои в сельхозпредприятиях Тамбовской области. Особое внимание обращено на влияние типа используемой жатки.

Материалы и методы. В соответствии с [1,2,3,4] качество уборки сои зерноуборочным комбайном оценивается следующими показателями: потери зерна за жаткой, %; потери зерна за молотилкой, %; потери зерна за комбайном, %; дробление бункерного зерна, %; засоренность бункерного зерна, %.

На загонке, где оцениваются показатели качества уборки сои, фиксируются условия:

- дата проведения оценки, метеорологические условия;
- область, район, наименование хозяйства;
- сорт культуры, площадь поля, длина гона, урожайность, соломистость, засоренность;
- влажность зерна, влажность соломы;
- тип молотилки и жатки комбайна
- рабочая скорость комбайна;
- рабочая ширина захвата жатки, высота среза жатки.

Потери сои за зерноуборочным комбайном складываются из потерь за жаткой и потерь за молотилкой. Потери зерна за жаткой комбайна включают в себя потери свободным зерном и зерном в срезанных и не срезанных бобах.

Для определения потерь зерна сои за жаткой после прохода комбайна на стерню накладывалась рамка 0,5 х 0,5 м в месте, свободном от валка соломы. Собирались потерянные в пределах рамки зерна (свободные и обмолоченные вручную из срезанных и не срезанных бобов), затем определялось их количество. Опыты проводились в трехкратной повторности. Потери зерна сои за жаткой находились по формуле:

$$П_Ж = \frac{10^{-2} \cdot (K_Ж - K_E) \cdot M_T}{U \cdot S_P}, \%. \quad (1)$$

где U - урожайность зерна, ц/га;

$K_Ж$ - количество зерен в рамке при замере потерь за жаткой, шт;

K_E - количество зерен в рамке естественных потерь осыпанием, шт ;

M_T - масса 1000 зерен, г;

S_p - площадь рамки, м^2;

Для определения потерь зерна сои за молотилкой комбайна рамку накладывали в месте расположения валка соломы. В пределах этой рамки собирали срезанные и несрезанные бобы, свободное зерно, в том числе, которое содержится в валке соломы над рамкой. После обмолота бобов и очистки проб от примесей определяли общее количество зерен сои в пределах рамки. В итоге потери зерна сои за молотилкой находились по формуле:

$$П_M = \frac{10^{-2} \cdot (K_K - K_Ж) \cdot M_T \cdot B_C}{U \cdot S_P \cdot B_Ж}, \% \quad (2)$$

где K_K - количество зерен в рамке при замере потерь за молотилкой, шт;

B_c - ширина валка соломы, м;

$B_ж$ - ширина захвата жатки, м;

Потери зерна за комбайном рассчитывали по формуле:

$$П_K = П_M + П_Ж, \% \quad (3)$$

Для анализа качества зерна из разных частей бункера случайным образом забирались три навески по 0,5 л. Навески разбирают на следующие фракции: основное зерно; дробленое зерно; зерно в бобах; сорная примесь. При разборке навески щуплое зерно относили к основному, а все битые - к дробленому зерну. Зерно в бобах вымолачивали, отход присоединяли к сорной примеси. Также в качестве сорной примеси учитывались органические и минеральные примеси, семена сорняков.

Дробление бункерного зерна вычисляли по формуле:

$$D = \frac{m_d}{m_o + m_d} \cdot 100, \% \quad (4)$$

где m_d - масса дробленого зерна, г;

m_o - масса основного зерна, г;

Засоренность бункерного зерна оценивали по формуле:

$$S = \frac{m_c}{m_н} \cdot 100, \% \quad (5)$$

где m_c - масса сорной примеси, г;

$m_н$ - масса навески, г.

Результаты и обсуждение. Оценка качества уборки сои выполнялась в 2-х сельхозпредприятиях Тамбовской области при работе с жатками различных типов [5]. Известно, что технологические режимы работы оказывают существенное влияние на качество уборки сои. В нашем случае, рабочая скорость комбайнов и технологические регулировки осуществлялись персоналом сельхозпредприятий.

В СПК «Русь» замеры проводились на уборке сои сортов «Аляска» и «Пруденс». Уборка выполнялась комбайнами «РСМ 161» и «Acros 595 Plus». Это мощные отечественные зерноуборочные комбайны с классической молотилкой барабанного типа. Комбайн «РСМ 161» работал с жаткой «Float Stream» шириной 9 м, комбайн «Acros 595 Plus» - с аналогичной жаткой шириной 7 м.

Жатка «Float Stream» является жаткой низкого среза. Она снабжена гибким днищем и гибким ножевым брусом, что обеспечивает минимальную высоту среза в пределах 5 см. Возможна работа

в двух режимах: «с жестким ножом» и «с плавающим ножом». Установка режима выполняется из кабины комбайна электрогидравлическим способом. Условия и результаты оценки качества уборки сои в СПК «Русь» и, представлены в таблице 1. Технологические регулировки комбайнов на обоих убираемых сортах сои были практически одинаковыми. Обороты молотильного барабана составляли 300…350об/мин, зазор дека-барабан на выходе - 13…15 мм, обороты вентилятора очистки - 790…810 об/мин, зазоры верхнего решета - 16 мм, зазоры нижнего решета - 8…9 мм.

Как показывает таблица 1, наибольшие потери до 12,3% были на поле, засеянном соей сорта «Аляска». Урожайность была 12 ц/га. Масса 1000 зерен составляла около 52 грамм. Сорт раннеспелый, легко обмолачиваемый. На поле была проведена десикация. В структуре общих потерь за комбайном доминировали потери за жаткой (более 8%). Это были потери свободным зерном, которое выбивалось из сухой и легко-обмолачиваемой массы мотовилом.

Таблица 1 – Условия и результаты оценки качества уборки сои в СПК «Русь»

Марка комбайна	РСМ 161	Acros 595 Plus	РСМ 161	Acros 595 Plus
Сорт сои	Аляска	Аляска	Пруденс	Пруденс
Марка жатки	Float Stream 900	Float Stream 700	Float Stream 900	Float Stream 700
Урожайность, ц/га	12	12	18	18
Длина гона, м	2000	2000	2000	2000
Соломистость	1,4	1,4	1,3	1,3
Влажность зерна, %	12	12	11	11
Высота среза, см	6	5	6	5
Рабочая скорость, км/ч	5,2	5,4	5,1	4,5
Потери зерна за жаткой, %	8,2	8,1	4,1	3,9
Потери зерна за молотилкой, %	4,1	3,5	2,8	2,5
Потери зерна за комбайном, %	12,3	11,6	6,9	6,4
Дробление бункерного зерна, %	4,5	4,8	3,6	3,8
Засоренность бункерного зерна, %	0,79	0,88	1,23	1,47

Потери за молотилкой комбайнов составили около 4%. Они были свободным зерном и, наш взгляд, обуславливались большой скоростью вращения вентилятора очистки. Легкое зерно просто выдувалось.

Иная ситуация наблюдались на поле, засеянном соей сортом «Пруденс». Масса 1000 зерен здесь составляла 95 грамм, что в два раза тяжелее, чем у сорта «Аляска». Поэтому зерно меньше выдувалось. Соответственно и потери свободным зерном за молотилкой комбайна были в два раза ниже, чем на поле с сортом «Аляска». Эти потери составили 2,5…2,8%. Потери за жаткой были так же свободным зерном и находились в пределах 4%, Уменьшение потерь за жаткой на этом поле возможно было вызвано особенностями сорта «Пруденс» и состоянием уборочной массы в период уборки.

Следует отметить, что на обоих полях практически не наблюдалось потерь за жаткой не срезанными или частично срезанными бобами. Также не было потерь недомолотом за молотилкой комбайна. Дробление зерна на обоих сортах находилось в интервале 3,6…4,8%, что превышает нормативное значение. Возможно, это связано с тем, что комбайны работали с недостаточным зазором между декой и барабаном. Засоренность бункерного зерна на обоих полях была незначительной и не превысила нормативное значение по агротребованиям (не более 4%). Этому способствовали большие обороты вентилятора очистки на наблюдаемых комбайнах.

Во втором сельхозпредприятии МФП «Нива» показатели качества технологического процесса определялись на поле, засеянном соей сорта «Лиссабон». Сорт раннеспелый с высотой растений 70-80 см, устойчив к полеганию и растрескиванию бобов. Высота прикрепления нижнего стручка от земли находилась на расстоянии 12-13 см.

Уборка выполнялась четырьмя комбайнами «Полесье». При этом один комбайн КЗС-1218А-1 первого сезона использования работал с обычной зерновой жаткой. Три комбайна КЗС-1218-29 работали с модернизированными жатками. Суть модернизации заключалась в переделке режущего аппарата путем переворачивания главного пальцевого бруса (рисунок 1) и изменением конструкции привода ножа. Вместо стандартных копирующих башмаков с левой стороны монтируется опорное колесо с возможностью регулирования высоты среза. С правой стороны устанавливается модернизированный копирующий башмак. Модернизированные жатки успешно работают в хозяйстве и обеспечивают минимальную высоту среза до 5 см.

В таблице 2 приведены условия и результаты оценки качества уборки сои в МФП «Нива». Комбайны работали со следующими технологическими регулировками: обороты молотильного барабана составляли 430…440 об/мин, зазор дека-барабан на выходе - 12…13 мм, обороты вентилятора очистки - 590…610 об/мин, зазоры верхнего решета – 13…14 мм, зазоры нижнего решета - 9…10 мм.

Рисунок 1 - Перевернутый пальцевый брус на модернизированной жатке

Таблица 2 – Условия и результаты оценки качества уборки сои в МФП «Нива»

Марка комбайна	КЗС-1218А-1	КЗС-1218-29	КЗС-1218-29	КЗС-1218-29
Марка жатки	ЖЗК-7	ЖЗК-7 модернизир.	ЖЗК-7 модернизир.	ЖЗК-7 модернизир.
Ширина жатки, м	7,00	7,00	7,00	7,00
Сорт сои	Лиссабон	Лиссабон	Лиссабон	Лиссабон
Урожайность, ц/га	22	22	22	22
Длина гона, м	1000	1000	1000	1000
Соломистость	1,1	1,1	1,1	1,1
Влажность зерна, %	13	13	13	13
Высота среза, см	16	5	5	6
Рабочая скорость, км/ч	6,9	4,6	4,8	5,4
Потери зерна за жаткой, %	12,6	2,3	2,1	2,4
Потери зерна за молотилкой, %	1,6	1,5	1,6	1,4
Потери зерна за комбайном, %	14,2	3,8	3,7	3,8
Дробление бункерного зерна, %	10,3	9,9	10,5	9,7
Засоренность бункерного зерна,%	2,8	3,0	3,1	2,7

Получено, что потери сои у комбайна КЗС-1218А-1 с обычной зерновой жаткой были максимальными (таблица 2). Комбайн работал на повышенной скорости, высота среза почти в три раза выше, чем у комбайнов с модернизированными жатками. Потери за комбайном составили 14,2%, причем 12,6% - это потери за жаткой. Основная часть потерь за жаткой приходилась на потери от не срезанных, частично срезанных и срезанных опавших бобов.

У комбайнов с модернизированными жатками потери за жаткой характеризовались в основном свободным зерном и находились в пределах 2,1…2,4%.

Потери за молотилкой у всех наблюдаемых комбайнов не превышали 1,6% (по агротехническим требованиям 1,5%). У всех комбайнов наблюдалось высокое дробление бункерного зерна - около 10%. На наш взгляд, это объясняется повышенными оборотами молотильного барабана и маленьким зазором барабан-дека для данных условий. Засоренность бункерного зерна на всех комбайнов была около 3%, что соответствует агротехническим требованиям (не более 4%).

Выводы. Выполненные исследования позволили оценить потери сои при уборке тремя типами жаток: зерновыми, модернизированными и соевыми. При работе с обычной зерновой жаткой потери сои за жаткой достигали 12,6%. Модернизированные под низкий срез жатки имели потери в основном 2,1…2,4%. Большие потери ограничивают использование обычных зерновых жаток на уборке сои. Однако, в определенных условиях, их использование может быть вполне оправдано (неблагоприятные погодные условия, нехватка комбайнов для уборки в агросрок и т.п.).

Серийные отечественные соевые жатки «Float Stream» допускали в наблюдаемых условиях потери 4…8%. Это были потери свободным зерном, отсутствовали потери не срезанными бобами. Основная причина повышенных потерь - уборка сухой перезревшей культуры. В других условиях эти жатки вполне могут работать на уборке сои с потерями 1,5…2,5%.

Потери за молотилкой у наблюдаемых комбайнов находились в диапазоне 1,4…4,0%. Повышенные потери зерна сои за молотилкой были обусловлены высокими оборотами вращения вентилятора очистки. Легкое зерно просто выдувалось.

Дробление бункерного зерна комбайнов варьировало в пределах 3,6…10%. Высокое дробление наблюдалось у комбайнов с повышенными оборотами молотильного барабана и недостаточным зазором между барабаном и декой.

Засоренность бункерного зерна на наблюдаемых комбайнах находилась в интервале 0,8…2,7%. Меньшую засоренность около 1% показали комбайны при оборотах вентилятора очистки 800 об/мин, но при этом возрастали потери зерна за молотилкой комбайна до 4%.

Список литературы

1. ГОСТ 28301-2015. Комбайны зерноуборочные. Методы испытаний. – М.: «Стандартинформ». – 2016. – 39с.

2. Обоснование режима работы молотильно-сепарирующего устройства комбайна при уборке сои / А.М.Гиевскийй, А.В.Чернышев, Д.Л.Маслов, В.Ю.Мильгунов //Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2019. – № 1 (60) – С.50-56.

3. Жалнин Э.В., Пьянов В.С. От динамики самоосыпаемости зерна к высокоэффективной уборке// Техника в сельском хозяйстве.– 2010. – №4. – С.8-10.

4. Ерохин, Г.Н. Мониторинг качества технологического процесса уборки зерновых культур комбайном Дон-1500 /Г.Н.Ерохин, В.В.Коновский, Д.С.Орешкин// Техника и оборудование для села. –2007. – №6. – С.10-11.

5. Производительность зерноуборочных комбайнов на уборке сои /Г.Н.Ерохин, В.В.Коновский, И.А.Першин // Наука в центральной России. – 2021. – № 1 (55) . – С. 33–41.

References

1. GOST 28301-2015. Kombajny zernouborochnye. Metody ispytanij. – M.: «Standartinform». – 2016. – 39s.

2. Obosnovanie rezhima raboty molotil'no-separiruyushchego ustrojstva kombajna pri uborke soi / A.M. Gievskijj, A.V. CHernyshev, D.L. Maslov, V.YU. Mil'gunov //Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2019. – № 1 (60) – S.50-56.

3. ZHalnin E.V., P'yanov V.S. Ot dinamiki samoosypaemosti zerna k vysokoeffektivnoj uborke// Tekhnika v sel'skom hozyajstve. – 2010. – №4. – S.8-10.

4. Erohin, G.N. Monitoring kachestva tekhnologicheskogo processa uborki zernovyh kul'tur kombajnom Don-1500 /G.N. Erohin, V.V. Konovskij, D.S. Oreshkin// Tekhnika i oborudovanie dlya sela. –2007. – №6. – S.10-11.

5. Proizvoditel'nost' zernouborochnyh kombajnov na uborke soi /G.N. Erohin, V.V. Konovskij, I.A. Pershin // Nauka v central'noj Rossii. – 2021. – № 1 (55). – S. 33–41.

Сведения об авторах

Ерохин Геннадий Николаевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г.Тамбов, e-mail: witin4@rambler.ru.

Коновский Валерий Викторович – научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г.Тамбов, e-mail: witin4@rambler.ru.

Першин Илья Александрович – младший научный сотрудник Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт использования техники и нефтепродуктов в сельском хозяйстве», Россия, г.Тамбов, e-mail: ilya_pershin@internet.ru.

Author credentials

Affiliations

Erokhin Gennady – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture», Russia, Tambov, e-mail: witin4@rambler.ru.

Konovskiy Valery - Senior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture», Russia, Tambov, e-mail: witin4@rambler.ru.

Perchin Ilya - junior Researcher of Federal State Budgetary Scientific Institution «All-Russian Research Institute for Use of Machinery and Petroleum Products in Agriculture», Russia, Tambov, e-mail: ilya_pershin@internet.ru.

Поступила в редакцию (Received): 06.06.2022 Принята к публикации (Accepted): 09.06.2022