Заключение

Урожайность Криспензы на 35-е сутки связана с длительностью дефицита CO_2 на стадии рассады: при пороге 500 ppm – уже от 1 суток, при 600 ppm – от 2 суток; на стадии доращивания значимого влияния не выявлено. Положительная связь урожайности с температурой доращивания проявляется только при отсутствии дефицита CO_2. Для системы управления микроклиматом это означает приоритет поддержания CO_2 ≥600 ppm в первые 13 суток выращивания; причинный характер связей требует проверки в контролируемом эксперименте.

Список использованной литературы

1. Gargaro M., Murphy R. J., Harris Z. M. Let-us investigate; A meta-analysis of influencing factors on lettuce crop yields within controlled-environment agriculture systems // Plants. – 2023. – Vol. 12, № 14. – P. 2623.

2. Roy A. S. et al. Vertical farming: a sustainable agriculture format of the future // International Journal of Research in Agronomy. – 2024. – Vol. 7. – P. 308–314.

3. Lee Y. B., Park M. H. Effects of CO_2 concentration, light intensity and nutrient level on growth of leaf lettuce in a plant factory // Acta Horticulturae. – 2001. – № 548. – P. 377–384.

4. Taub D. R., Seemann J. R., Coleman J. S. Growth in elevated CO_2 protects photosynthesis against high-temperature damage // Plant, Cell & Environment. – 2000. – Vol. 23, № 6. – P. 649–656.

УДК 631.15

ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ НАСТРОЙКА МОЛОТИЛКИ КОМБАЙНА ПРИ УБОРКЕ ЗЕРНА НА ПЛЮЩЕНИЕ И КОНСЕРВИРОВАНИЕ

В.А. Смелик, д-р техн. наук, профессор,
А.Н. Перекопский, канд. техн. наук, доцент
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный аграрный университет», г. Санкт-Петербург, Российская Федерация
smelik_va@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты исследований настройки рабочих органов молотилки зерноуборочного комбайна при уборке фуражного зерна на плющение и консервирование.

Abstract. The article presents the results of studies on the adjustment of the working parts of a grain harvester when harvesting fodder grain for flattening and preservation.

Ключевые слова: технология, зерноуборочный комбайн, плющение зерна, потери.

Key world: technology, combine harvester, flattening of grain, losses.

Актуальность

Увеличение объёмов зерновой продукции невозможно без сокращения потерь, возникающих на этапе уборки. Материалы обследования комбайнового парка в производственной обстановке указывают на то, что реальные потери систематически оказываются выше тех значений, которые были зафиксированы при испытаниях на МИС [1, 2]. Причиной этого служат нарушения правил технической эксплуатации и отклонения от регламентированных настроечных параметров. Целью работы является определение предельной скорости движения зерноуборочного комбайна, не допускающей, агротехнический уровень потерь зерна.

Результаты исследований

Ключевым критерием эффективности зерноуборочного комбайна служит его пропускная способность, под которой понимается масса скошенной растительной массы, подвергаемая обмолоту за единицу времени без ухудшения качества работы и забивания рабочих органов. При условии, что физико-механические свойства убираемой культуры (полеглость, засорённость, влажность и урожайность) остаются неизменными в конкретных производственных условиях, определяющим фактором пропускной способности становится доля зерна в растительной массе. Однако для каждого вида и сорта зерновых культур этот показатель является стабильным, тогда как влажность и урожайность подвержены существенным колебаниям.

На основании литературных источников [3, 4, 5] и своих исследований [6] мы изучали влияние различных факторов на качество уборки влажного фуражного зерна с последующим плющением и консервированием. Эксплуатационная производительность зерноуборочного комбайна определяется тремя основными факторами: рабочей скоростью движения, урожайностью культуры и влажностью растительной массы (зависящей от фазы вегетации). Загрузка агрегата допустима лишь до тех пор, пока уровень потерь зерна не превышает агротехнических требований. Превышение пропускной способности сверх допустимой неминуемо ведёт к росту потерь при уборке. В ходе исследований зависимость величины потерь Y за молотильным устройством была установлена как функция урожайности X_1 убираемой массы, скорости движения комбайна X_2. и влажности хлебной массы X_3.

Диапазоны варьирования указанных входных переменных были определены на основе предварительных данных [3] и приведены в таблице.

Таблица – Факторы потерь при обмолоте

Факторы	Единица измерения	Верхний уровень	Нижний уровень
Урожайность, X_1	ц/га	38	22
Скорость движения, X_2	км/ч	5,5	3,5
Влажность зерна, X_3	%	35	25

По завершении полного факторного эксперимента, реализованного в рандомизированной последовательности, полученные данные, подверглись регрессионной обработке. В итоге была построена математическая зависимость, описывающая потери зерна за молотильным аппаратом зерноуборочного комбайна в функции рассматриваемых факторов. После отбраковки коэффициентов, не прошедших проверку на статистическую значимость, итоговое регрессионное уравнение в кодированных переменных приобрело следующий вид:

$$Y = 2,58 + 0,675X_1 + 0,475X_2 + 0,887X_3 + 0,187X_1X_2 + +0,45X_1X_3 + +0,32X_2X_3, \quad (1)$$

Анализ полученного регрессионного уравнения (1) позволяет заключить, что доминирующее влияние на величину зерновых потерь за молотилкой оказывает рабочая скорость агрегата. Среди парных взаимодействий наиболее существенным признано сочетание урожайности убираемой растительной массы и скорости движения комбайна. На основе модели (1) была решена обратная задача – определение предельной (допустимой) скорости $V_{p(don)}$, при которой потери не превышают агротехнического норматива (например, $P_м$ = 1,5 %):

$$V_{p(don)} = \frac{15,657 - Q_з(0,591 - 0,013W_з) - 0,483W_з}{13,98 + 0,433Q_з - 0,31W_з}, \quad (2)$$

где $Q_з$ – урожайность зерна, ц/га;

$W_з$ – влажность зерна,%.

Для хозяйств, остро нуждающихся в уборочной технике, особый интерес представляет технология уборки зерновых на плющение и консервирование, которая повышает сезонную выработку

комбайна в 1,75 раза [4, 7]. При этом уравнение (2) служит инструментом расчёта предельной скорости движения машины, гарантирующей, что потери зерна молотилкой не превысят установленного агротехнического порога в 1,5 % при любых складывающихся условиях.

Заключение

Среди факторов, воздействующих на эксплуатационные показатели комбайнов (производительность и качество обмолота), существенное место занимает влажность растительного сырья. Обработка экспериментальных данных позволила получить расчётные зависимости, описывающие взаимосвязь величины зерновых потерь за молотилкой с влажностью и объёмом подачи массы при уборке прямым комбайнированием.

Список использованной литературы

1. Могильницкий В.М., Гудков Д.А. О целесообразности производства плющенного фуражного зерна в Северо-Западном регионе // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2002. – № 73. – С. 165-169. – EDN SZTRXH.

2. Новиков М.А. К вопросу о перспективах производства плющенного зерна в Северо-Западном регионе РФ // Совершенствование технологических процессов и рабочих органов машин в растениеводстве и животноводстве. – С-Пб.: Санкт-Петербургский государственный аграрный университет, 2001. – С. 114–117. – EDN TZFRGR.

3. Гудков Д.А. Повышение эффективности уборки зерновых культур путем обоснования сроков начала уборки и режимов работы зерноуборочных комбайнов в условиях Северо-Запада РФ: дис. канд. тех. наук. -СПб. 2003. – 150 с. EDN: NMMSQX.

4. Патент № 2239305 C1 Российская Федерация, МПК A01F 12/18, A01F 12/20. Молотильное устройство: № 2003112924/12: заявл. 30.04.2003: опубл. 10.11.2004 / М.И. Липовский, Д.А. Гудков; заявитель Северо-Западный научно-исследовательский институт механизации и электрификации сельского хозяйства. – EDN ZOBHZJ.

5. Асманкин Е.М., Кукаев Х.С., Ушаков Ю.А. [и др.] Форсированная технология переработки как реализация метода энергонасыщенного воздействия на зерновую массу // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2023. – № 6(104). – С. 154-161.. – EDN JVWBGU.

6. Смелик В.А., Фомин С.Д., Захаров А.М., Перекопский А.Н. Оценки технологической надежности машин для плющения и консервирования органического фуражного зерна // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: Наука и высшее профессиональное образование. – 2025. – № 4(82). – С. 482–492. – EDN MIFHOV.

7. Липовский М.И., Сухопаров А.И. Чем убирать зерно для плющения? // Кормопроизводство. – 2005. – № 2. – С. 28-31. – EDN QKAZTR.