

УДК 631.658.5

**Л. Шпокас, проф., д-р техн. наук, С. Петкявичюс, д-р техн. наук***Литовский сельскохозяйственный университет***В.М. Булгаков, акад. НААНУ, проф., д-р техн. наук***Национальный университет биоресурсов и природоиспользования Украины*

## Експериментальное исследование обмолота початков кукурузы

Представлены данные биометрических показателей початков кукурузы "Г12". Обоснованы оптимальные технологические параметры однобарабанного молотильного аппарата. Допустимая подача массы початков кукурузы "Г12" при влажности зерна 47,9%, стержней 56,7% составляла  $7 \text{ кг} \cdot (\text{с} \cdot \text{м}^{-1})$ . Оптимальная скорость движения бичей барабана 17,3 м/с, оптимальный зазор между барабаном и подбарабаньем на входе на 10 мм меньше среднего диаметра початка, на выходе – зазор равный среднему диаметру стержней. Со снижением подачи початков в молотильный аппарат необходимо зазор на выходе подбарабанья уменьшить на 2 – 4 мм, а при увеличении влажности зерна – повысить скорость бичей барабана на  $0,7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ .

**обмолот, початки кукурузы биометрические показатели**

**Постановка проблемы.** В южных странах Европы кукуруза на зерно убирается переоборудованными зерноуборочными комбайнами, при этом влажность зерна составляет 25...35%. В Литве уборка кукурузы на зерно начинается во второй половине октября. Зерно до полной спелости созревает не каждый год. При уборке початков кукурузы влажность зерна составляет 32...57% [1].

Сушить зерно, влажность которого превышает 35% экономически нецелесообразно, так как расходы на сушку зерна тепловой сушилкой в среднем составляют 2,7 € на 1 тонну, [2]. В Литве влажное зерно кукурузы намечается во время уборки раздробить и силосовать, чтобы получить высокоэнергетический корм [3, 4].

Обмолот влажных початков кукурузы исследован ещё недостаточно. К основным критериям оценки процесса обмолота початков относятся потери зерна недомолотом, повреждение зерна и сход зерна с поверхности подбарабанья на соломотряс. При силосовании дробленого или плющенного влажного зерна, на степень повреждение влажного зерна при уборке можно не обращать внимание.

На качественные показатели обмолота оказывают влияние подача массы початков, окружная скорость бичей барабана, зазор между барабаном и подбарабаньем. С изменением указанных характеристик в результате взаимодействия бичей барабана с движущимися по поверхности подбарабанья початками изменяется и сепарация зерна через подбарабанье, степень дробления стержней початков, что имеет непосредственное влияние на качественные показатели процесса обмолота.

В.Н. Лелеви [5] установил, что при величине окружной скорости движения бичей барабана  $7 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  начинается отделение зерна от стержней, а при скорости  $14 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$  – повреждение зерна. Потери зерна недомолотом тесно связаны с зазором между барабаном и подбарабаньем, а сам зазор - со средним диаметром початков [6]. С. Макаров и Э. Бондарев [7] определили, что при обмолоте початков различной влажности необходимо менять зазор подбарабанья: на входе от 45 до 35 мм, а на выходе – от 25 до 15 мм. С. Данилевич [8] утверждает, что зазор между барабаном и подбарабаньем должен быть на 10 – 15 мм меньше среднего диаметра початка. Но с обмолотом початков уменьшается их диаметр, поэтому на выходе подбарабанья зазор

должен быть меньше по сравнению с зазором на входе. Данное обстоятельство имеет более значительное влияние при обмолоте влажных початков.

Потери зерна недомолотом зависят и от ориентации початков по отношению к валу барабана [9]. Данное обстоятельство связано со скоростью движения початков в зазоре между барабаном и подбарабаньем. С.М. Якушенков определил [10], что в начале подбарабанья початки движутся вдвое с меньшей скоростью, чем на выходе с подбарабанья. Но скорость движения початка тесно связана и с характером взаимодействия её с бичами барабана, в результате чего изменяются потери зерна недомолотом и степень дробления стержней.

Однако исследователи обмолота влажных початков кукурузы уделили недостаточное внимание определению оптимальных технологических параметров и их связи с качественными показателями обмолота, что мы и пытаемся восполнить.

**Цель исследований** – определить биометрические показатели початков и зерна кукурузы и их связь с технологическими параметрами молотильного аппарата.

**Методика исследования.** Биометрические показатели початков кукурузы “Г 12” были определены измерением 100 початков. Определялась средняя масса, длина и диаметр початка, количество зёрен в початке, масса 1000 зёрен, влажность зерна, а также основные параметры стержней. Обмолот початков кукурузы проводился на стенде, состоящем из ленточного транспортера и однобарабанного восьмибичевого молотильного аппарата с диаметром барабана 0,6 м и с приводом от электродвигателя. Промежутки между соседними бичами были закрыты щитками так, чтобы щель между кромкой щитка и бичом была шириной в 30 мм. Подбарабанье стенда – двухсекционное с дугой обхвата барабана 146°. Площадь приставки подбарабанья составила 0,33 м<sup>2</sup>, основного подбарабанья – 0,65 м<sup>2</sup>, пальцевой решетки – 0,26 м<sup>2</sup>. Во время испытаний камнеуловитель был закрыт. Сбор вороха, прошедшего через приставку подбарабанья, основное подбарабанье и пальцевую решетку, осуществлялся в три отдельные ёмкости. Удельная подача массы початков кукурузы в молотильный аппарат комбайна изменялась от 3 до 7 кг·(с·м)<sup>-1</sup>. После каждого опыта ворох из ёмкостей взвешивался, очищался от примесей, определялась сепарация зерна через подбарабанье, пальцевую решетку и сход зерна с решетки.

Макроповреждение зерна определялось при оценке каждого зерна из 50 г пробы в пятикратной повторности. Влажность зерна и стержней початка определялась каждый день по общепринятой методике.

**Результаты исследования.** *Биометрические показатели.* В 2003 – 2005 г. исследовался обмолот кукурузы “Г12” (таб. 1).

Таблица 1 - Биометрические показатели початков кукурузы “Г12”

Показатели	Единица измерения	Год		
		2003	2004	2005
Диаметр початка	мм	41,0±1,3	39,4±1,7	42,3±0,5
Длина початка	мм	177,0±4,9	177,1±5,1	200,8±3,9
Число зёрен в початке	шт.	395±17	350±29,0	482±22,0
Масса зерна початка при влажности 14%	г	117±7,1	97±10,2	132±6,0
Масса 1000 зёрен при влажности 14%	г	301±6,0	277±16,0	273±11,0
Масса стержней при влажности 14%	г	16,8±1,8	14,2±0,8	27,2±0,9
Диаметр стержня початка	мм	21,9±0,4	22,6±0,9	24,1±0,4

Биометрические показатели початков кукурузы по годам отличались в основном из-за метеорологических условий во время созревания зерна. В 2005 г. в октябре осадки составляли всего 10,4 мм, поэтому масса 1000 зёрен была наименьшая.

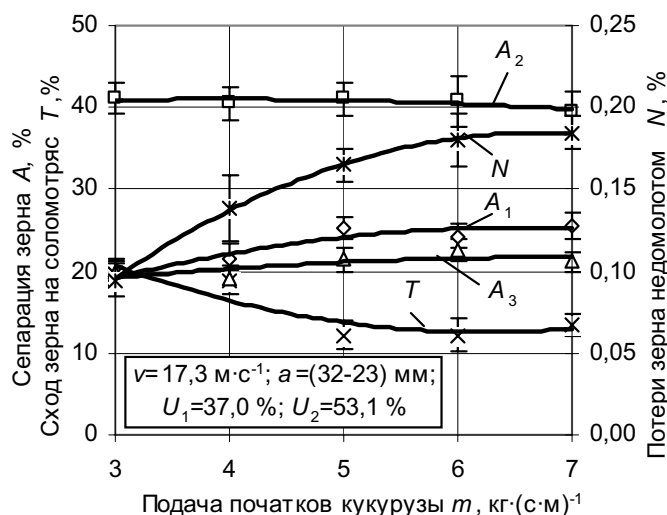
Из биометрических показателей существенное влияние на обмолот початков оказывает средний диаметр початков и стержней, а также форма початков. Некоторые исследователи отмечают, что зазор между бичами барабана и поперечными планками подбарабання тесно связан с разницей между диаметром початка и стержня. Данное утверждение относится к початкам цилиндрической формы. Початки конусной формы под воздействием бичей барабана ломаются на две части неодинаковой длины. Для снижения потерь зерна недомолотом необходимо уменьшить зазор на выходе подбарабання.

*Обмолот влажных початков кукурузы "Г12".* Обмолот влажных початков оценивался по потерям зерна недомолотом (допустимо 0,5%) и по сходу обмолачиваемого зерна на соломотряс (допустимый сход – до 20%). При исследовании подача массы початков на один метр длины бичей барабана изменялась от 3 до 7 кг·(с·м)<sup>-1</sup>. Зазор между барабаном и подбарабанням на входе был связан со средним диаметром початков и тем обстоятельством, что их обмолот по длине подбарабання происходил постепенно. На выходе подбарабання зазор был уменьшен до среднего диаметра стержней.

Исследованием было установлено, что с увеличением подачи початков до 7 кг·(с·м)<sup>-1</sup> потери зерна недомолотом увеличивались незначительно, сход зерна с подбарабання на соломотряс снизился на 8%. Обмолот початков происходил в средней части подбарабання. Сепарация зерна через основное подбарабання составляла 40 % обмолоченного зерна и уровень подачи початков на нее не оказывал влияния (рис. 1).

При оценке результатов исследования выявилось, что неравномерная подача початков в молотильный аппарат незначительно влияла на основные показатели оценки обмолота (рис. 1).

Подача початков в молотильный аппарат оказывает более значительное влияние на повреждение зерна и степень дробления стержней (рис. 2.).



$A_1$  – сепарация зерна через приставку подбарабання;  $A_2$  – через основное подбарабання;  
 $N$  – потери зерна недомолотом;  $T$  – сход зерна с подбарабання на соломотряс

Рисунок 1 - Влияние подачи початков кукурузы "Г12" на сепарацию зерна через подбарабання ( $A$ ), на потери зерна недомолотом ( $N$ ) и сход зерна на соломотряс ( $T$ )

Установлено, что с увеличением подачи массы початков степень повреждения зерна снизилась на 12%, средняя длина частиц стержней снизилась незначительно (5%). Средняя длина частиц составляла 42% от общей длины стержней. В связи с возрастающей деформацией початков при увеличении их подачи зазор между барабаном и подбарабанням на выходе можно увеличить, чтобы снизить повреждение

зерна, поэтому подбарабанье должно быть двухсекционным и положение второй секции может управляться компьютером в зависимости от нагрузки подбарабанья.

Скорость движения бичей барабана связана с сепарацией зерна через подбарабанье, с потерями зерна от недомолота и со сходом зерна на соломотряс (рис. 3.).

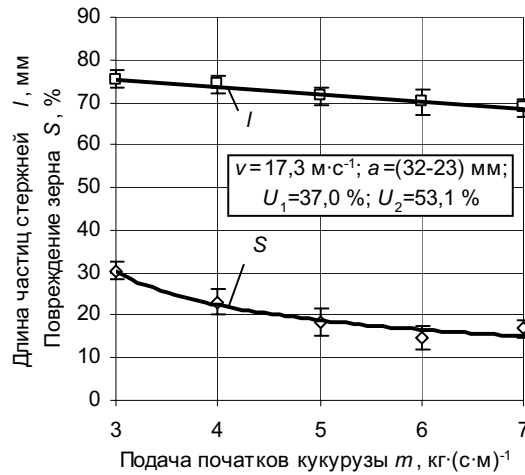
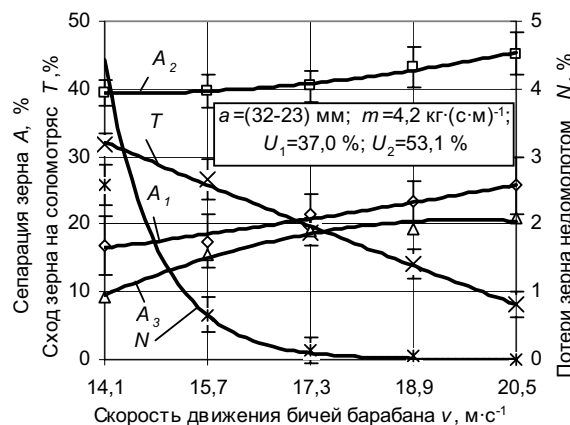


Рисунок 2 - Влияние подачи початков кукурузы “Г12” на повреждения зерна ( $S$ ) и на среднюю длину частиц стержней ( $l$ )

Установлено, что с увеличением скорости бичей барабана резко снижаются потери зерна недомолотом в связи с тем, что обмолот початков происходит по всей длине подбарабанья. С увеличением сепарации зерна через подбарабанье снижается сход его на соломотряс. Увеличить скорость бичей барабана свыше оптимального значения ( $17,3 \text{ м·с}^{-1}$ ) целесообразно при обмолоте неравномерно созревших початков.

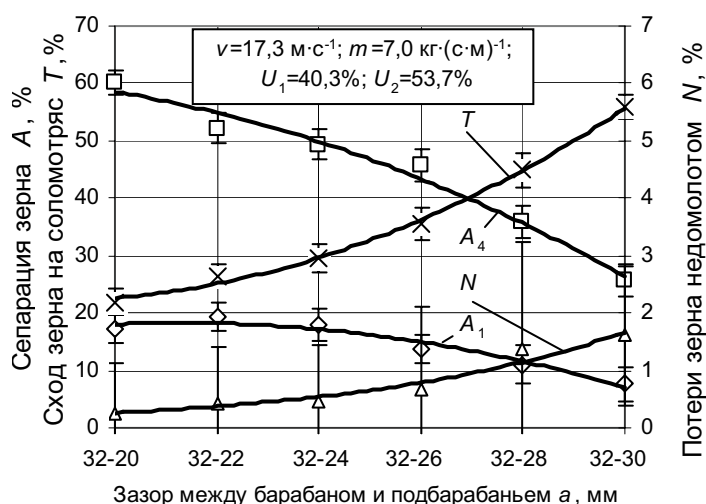
Однако с увеличением скорости бичей барабана резко увеличивается повреждение зерна и снижается средняя длина частиц стержней, поэтому при обмолоте сухих початков потери зерна недомолотом следует уменьшить изменением зазора между бичами барабана и подбарабаньем.

Установлено, что с увеличением зазора в конце подбарабанья с 20 до 30 мм, при обмолоте очень влажных початков, на 30% снизилась сепарация зерна через основное подбарабанье, в связи с чем на 35% увеличился сход зерна на соломотряс, а потери зерна недомолотом достигли 1,5%.



$A_1$  – сепарация зерна через приставку подбарабанья;  $A_2$  – через основное подбарабанье;  
 $A_3$  – через пальцевую решетку;  $N$  – потери зерна недомолотом;  
 $T$  – сход зерна с подбарабанья на соломотряс

Рисунок 3 - Влияние скорости движения бичей барабана ( $v$ ) на сепарацию зерна через подбарабанье ( $A$ ), на потери зерна недомолотом ( $N$ ), на сход зерна на соломотряс ( $T$ )



$A_1$  – сепарация зерна через приставку підбарабанья;  $A_4$  – через основне підбарабанье.  
 Рисунок 4 - Влияние зазора между бичами барабана и последней планкой подбарабанья ( $a$ ) на сепарацию зерна ( $A$ ) через подбарабанье, на потери зерна недомолотом ( $N$ ), на сход зерна на соломотряс ( $T$ )

При зазоре между барабаном и подбарабаньем 23 – 32 мм потери зерна недомолотом были на допустимом уровне, но сход зерна на соломотряс превышал допустимый уровень на 7%. Сход зерна достиг допустимого уровня при зазоре между бичами барабана и подбарабаньем 32 – 20 мм вследствие интенсификации обмолота початков в средней части подбарабанья. Поэтому при обмолоте очень влажных початков достичь допустимого уровня потерь зерна недомолотом и схода зерна на соломотряс можно снижением зазора между барабаном и подбарабаньем до 32 – 20 мм и увеличением скорости бичей барабана от  $17 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

#### Выводы.

1. В 2003 – 2005 г. на биометрические показатели початков кукурузы “Г12” больше всего влияли метеорологические условия в октябре. Разница между средним диаметром початков по годам составляла 2,9 мм, стержней – 2,2 мм.

2. При скорости движения бичей барабана  $17,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$  и зазоре между барабаном и подбарабаньем 32-23 мм, допустимая удельная подача початков кукурузы “Г12” в молотильный аппарат составляла  $7 \text{ кг}\cdot(\text{с}\cdot\text{м})^{-1}$ .

3. При обмолоте початков кукурузы средней влажности (влажность зерна около 35%) зазор между барабаном и подбарабаньем на входе должен быть на 10 мм меньше среднего диаметра початков, а на выходе – равен среднему диаметру стержней. Оптимальная скорость движения бичей барабана –  $17,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

4. При обмолоте початков с влажностью зерна около 40% зазор в конце подбарабанья надо уменьшить до 20 мм, а если потери зерна недомолотом превышают 0,5% – необходимо увеличить скорость бичей барабана.

#### Список литературы

1. Bulgakov V. Исследование уборки кукурузы на зерно / V. Bulgakov, L. Spokas, S. Petkavichius // Motorization and power Industry in Agriculture. Tom 8, Lublin, 2006. - 58–68.
2. Steponaitis V., Pupinis G. Popjūtiniis grūdų dorojimas ir paruošimas saugoti. Mano ūkis, 8, 2006, 54 - 57.
3. Jatkauskas J., Vrotniakienė V. Grūdainis – grūdų silosas. Mano ūkis, 6, 2007. - 60-63.
4. Špokas L. Labai drėgnų grūdų laikymo būdai. Mano ūkis, 6, 76 – 78.
5. Лелеви В.Н. Теоретические основы обмолота початков кукурузы / В.Н. Лелеви // Материалы научно-практической конференции. КБГСХА. – Нальчик. – АПК России, 1996. – 14-18.
6. Шпокас Л. Экспериментальное исследование технологического процесса уборки кукурузы на зерно / Л. Шпокас, В. Булгаков, С. Петкявичюс // Науковий вісник НАУ. – Київ, ч.2 (80), 2005. – С.184–193.

7. Макаров С. Українські пристрої для збирання кукурудзи / С. Макаров, Э. Бондарев // Техніка АПК. – 2004. – 10-11с.
8. Данилевич С.Ю. Обмолот початков кукурузы молотильным барабаном / С.Ю. Данилевич // Вестник сельскохозяйственной науки. – Москва: Издательство Министерства с.-х. СССР, 1961. – С.68-75.
9. Васильевич К.В. Исследование молотильного устройства для обмолота селекционного материала кукурузы / К.В. Васильевич, В.С. Кравченко // Механизация работ в селекции и семеноводстве. – Сб. наук. тр. – Краснодар: КНИИСХ, 1987. – С.78-84.
10. Якушенков С.М. Метод определения мощности необходимой для обмолота кукурузы зерновым комбайном / С.М. Якушенков // Вестник сельскохозяйственной науки. – Москва, Нр. 2, 1965. – С.82-84.

*Л.Шпокас, С.Петкявічус, В.Булгаков*

#### **Експериментальне дослідження обмолоту початків кукурудзи**

Представлені дані біометричних показників початків кукурудзи “Г12”. Обґрунтовані оптимальні технологічні параметри обмолоту молотильного апарату. Встановлено, що допустима подача маси початків кукурудзи “Г12” при вологості зерна 47,9%, стержнів 56,7% складала  $7 \text{ кг}\cdot(\text{с}\cdot\text{м}^{-1})$ . Оптимальна швидкість руху бичів барабана складає  $17,3 \text{ м/с}$ , оптимальний зазор між барабаном і підбарабаньєм на вході на  $10 \text{ мм}$  менш середнього діаметра початку, на виході – зазор рівний середньому діаметру стержнів. Зі зниженням подачі початків в молотильний апарат необхідно, що б зазор на виході підбарабанья був зменшений на  $2 - 4 \text{ мм}$ , а при збільшенні вологості зерна – збільшити швидкість бичів барабана до  $17,3 \text{ м}\cdot\text{с}^{-1}$ .

*L. Shpokas, S. Petkjavichus, V. Bulgakov*

#### **Experimental study of the threshing of corn cobs**

The paper presents biometrical indexes of maize “G12” ears, their biometric indexes, their threshing results and optimal technological parameters of a single drum threshing apparatus. It has been determined that while threshing the wet maize ears (corn seed moisture approximately 35%), the permissible amount of the ears into the threshing apparatus is about  $7 \text{ kg}\cdot(\text{m}\cdot\text{s})^{-1}$ , optimal velocity of the drum rasp bars  $17.3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . At the beginning the concave clearance should be  $10 \text{ mm}$  less than the average ear diameter while at the end it should be equal to the average cob diameter. When the ears with the medium moisture content of corn seeds of 40% are threshed, the concave clearance at the end is reduced to  $20 \text{ mm}$ . If the threshing loss exceeds 0.5%, the velocity of the drum rasp bars is increased.

Получено 14.09.11