

*Adam Węgrzyn*  
*Katedra Maszyn i Urządzeń Ogrodniczych*  
*Akademii Rolniczej w Lublinie*

## **STRATY I USZKODZENIA STRĄKÓW POWODOWANE PRZEZ DWURZĘDOWY KOMBajn DO ZBIORU FASOLI SZPARAGOWEJ**

### **Streszczenie**

Przedstawiono wyniki badań strat ilościowych i uszkodzeń mechanicznych strąków fasoli szparagowej powstających podczas ich zbioru kombajnem dwurzędowym. Badania prowadzono przy zbiorze dwóch odmian fasoli i przy różnych parametrach pracy zespołu zrywającego strąki. Stwierdzono, że straty ilościowe powstają głównie w wyniku pozostawiania strąków na powierzchni pola, a uszkodzenia strąków wynoszą kilka procent.

**Słowa kluczowe:** strąki fasoli, kombajn dwurzędowy, straty, uszkodzenia

### **Wprowadzenie**

Kombajny do zbioru fasoli szparagowej pracują na zasadzie zrywania strąków z roślin przez jeden lub kilka bębnow, na których obwodzie zamontowane są sprężyste palce [Bledsoe, Morgan 1972]. Kombajny z równoległym do kierunku jazdy ustawieniem bębna wytwarzane są najczęściej jako maszyny zaczepiane jednorzędowe. Natomiast kombajny z prostopadłym ustawieniem osi obrotu bębnow zrywających produkowane są jako samojezdne i zaczepiane [Kowalczyk i in. 1998, Wawer 1999]. Maszyny tego typu mają bardziej złożoną konstrukcję, ale większe szerokości robocze i wydajności zbioru. Charakterystyczną cechą zespołów zrywających tych kombajnów, jest umieszczenie przed bębniem zrywającym przenośnika odbierającego zerwane z roślin strąki [Węgrzyn 2001]. Podobne rozwiązania stosuje obecnie korporacja FMC i inni producenci (np. firma Ploeger) w najnowszych kombajnach samojezdnych [Węgrzyn, Nowak 1999], w których zerwane strąki trafiają także na pochyły przenośnik odbierający, ale znajdujący się nie przed a za bębniem zrywającym.

## Przedmiot i cel badań

Przedmiotem badań był kombajn o nazwie Z 802 Magda 2 (rys. 1) wyprodukowany przez firmę Weremczuk. Kombajn ten jest maszyną zaczepianą dwurzędową, z jednym bębniem zrywającym ustawionym poprzecznie do kierunku jazdy. Masa kombajnu wynosi 2,1 tony, długość 5,0 m, a wysokość i szerokość około 2,4 m. Kombajn może współpracować z ciągnikiem o mocy minimum 30 kW, który posiada typowy zaczep połowy, WOM oraz instalację hydrauliki zewnętrznej. Na ramie głównej, podpartej na dwóch kołach jezdnych, zamontowane są główne zespoły kombajnu, tj. : zespół zrywający strąki (rys. 1a), przenośniki zebranego materiału (rys. 1c), wentylatory czyszczące, hydrauliczny zespół napędowo- sterujący oraz zbiornik na strąki, który opróżniany jest siłownikiem (rys. 1 d).



Rys. 1. Widok na główne zespoły kombajnu Magda 2: a – zespół zrywający strąki, b – bęben z palcami zrywającymi, c – przenośniki strąków, d – zbiornik na strąki

Fig. 1. View of the main units of Magda combine harvester 2: a – pod-picking unit, b – drum with picking fingers, c – pod conveyors, d – pod container

Zespół zrywający podnoszony jest w pozycję transportową i opuszczany w położenie robocze siłownikami zasilanymi z układu hydrauliki zewnętrznej ciągnika.

Podnośniki roślin wprowadzają je stopniowo do zespołu zbierającego strąki, który zbudowany jest z ramy nośnej i bębna ze sprężystymi stalowymi palcami zrywającymi (rys. 1b). Zerwane z roślin strąki i liście trafiają na pochyły przenośnik odbierający, a następnie na przenośnik poprzeczny i wzdłużny. Nad zespołem zrywającym zamontowany jest wentylator osiowy, którego kanał ssący zamontowany jest nad przenośnikiem odbierającym i poprzecznym, a wylotowy znajduje się za bębniem zrywającym. Pracujący jako drugi wentylator promieniowy wydmuchuje zanieczyszczenia w czasie spadania strąków do zbiornika.

Hydrauliczny układ napędowo-sterujący badanego kombajnu zasilany jest dwusekcyjną pompą napędzaną od WOM ciągnika. Rozwiązanie to umożliwia regulację, nawet podczas ruchu kombajnu, parametrów pracy zespołów bezpośrednio uczestniczących w procesie zbioru strąków. Zmiany tych parametrów należy przede wszystkim dostosowywać do agrotechnicznego stanu danej plantacji. Zbiór prowadzony z odpowiednią do panujących warunków prędkością roboczą kombajnu, prawidłowe ustawienie parametrów pracy bębna zrywającego oraz wentylatorów czyszczących pozwala zebrać strąki bez zanieczyszczeń, a także ograniczyć ich straty ilościowe i jakościowe. Głównym celem pracy była ocena strat strąków powodowanych przez kombajn oraz jakości zebranego plonu.

### Warunki i metodyka badań

Badania prowadzono przy zbiorze zielonostrąkowych odmian fasoli szparagowej Presenta i RS 1384 firmy Seminis Vegetable See. Powierzchnie plantacji wynosiły około 2 ha, a ich zachwaszczenie od 0,07 do 0,18 kg·m<sup>-2</sup>. Przed przystąpieniem do badań wykonywano charakterystyki łanów fasoli. Pomiary podstawowych cech prowadzono w sposób losowy w kilkudziesięciu powtórzeniach, a wyniki zamieszczono w tabeli 1. Podczas zbioru odmiany RS 1384 kombajn agregatowany był z ciągnikiem MF 255, a przy zbiorze odmiany Presenta z ciągnikiem Ursus C-360. Prędkość robocza kombajnu wynosiła około 0,35 m·s<sup>-1</sup>, a prędkość obrotowa bębna zrywającego strąki od 100 obr·min<sup>-1</sup> (RS 1384) do 150 obr·min<sup>-1</sup> (Presenta). Prędkości przenośników wynosiły odpowiednio: odbierającego – 2,0 m·s<sup>-1</sup>, poprzecznego – 0,45 m·s<sup>-1</sup> i ładującego – 0,75 m·s<sup>-1</sup>.

Przed przystąpieniem do zbioru wyznaczano losowo na plantacji trzy odcinki pomiarowe. Długość odcinków obliczano tak, aby przy danej szerokości międzyrzędzi powierzchnia poletka pomiarowego była równa 10 m<sup>2</sup>. Wynosiła więc ona 10 m przy szerokości międzyrzędzi 0,50 m lub 11 m, przy szerokości międzyrzędzi wynoszącej 0,45 m. Po przejeździe roboczym kombajnu zbierano z powierzchni poletka pomiarowego strąki pozostawione na nim luzem oraz strąki nie zerwane z roślin. Strąki zbierano do odpowiednio oznaczonych opakowań, a po zakończeniu badań ważono je oddzielnie. Wyniki badań strat obliczone w kg na 10 m<sup>2</sup>, odpowiadają wartościowo stratom wyrażonym w t·ha<sup>-1</sup>.

Tabela 1. Wyniki pomiarów wybranych cech łanów fasoli szparagowej  
 Table 1. Measurement results of selected characteristics of string bean fields

Wyszczególnienie	Jedn. miary	Odmiana Presenta		Odmiana RS 1384	
		zakres zmienności	średnia	zakres zmienności	średnia
Wysokość roślin	cm	24–45	39,3	22–37	30,6
Wysokość osadzenia najniższych strąków	cm	9–16	14,1	8–15	11,9
Odległość między roślinami w rzędzie	cm	7–20	12,6	4–17	11,9
Liczba strąków na roślinie	szt.	14–38	26,4	12–39	25,8
Długość strąków	cm	9–14	12,4	9–16	13,3
Średnica strąków	mm	6,1–10,3	8,4	5,7–9,9	8,2

Do ilościowych strat częściowych powodowanych przez kombajn zaliczano strąki zerwane z roślin, ale nie zebrane z pola (pozostawione luzem na powierzchni) oraz strąki nie zerwane z roślin. Nie określano oddzielnie strat powodowanych przez zespół czyszczący kombajnu, ponieważ pierwszy wentylator zassane zanieczyszczenia wyrzucał na powierzchnię pola, za bębniem zrywającym. Oddzielone ewentualnie z nimi strąki były więc zbierane z poletek razem z tymi, które zostały pozostawione na ich powierzchni przez zespół zbierający kombajnu z innych przyczyn. Natomiast drugi wentylator, który pracuje na zasadzie wydmuchiwania zanieczyszczeń nie powodował wypadania strąków poza obręb zbiornika w czasie spadania z przenośnika załadowniczego kombajnu.

Częściowe i całkowite straty procentowe strąków liczone w stosunku do plonu możliwego do zebrania z powierzchni poletek pomiarowych. Obliczano go w ten sposób, że do masy materiału zebranego kombajnem, pomniejszonej o masę zanieczyszczeń, dodawano całkowite straty ilościowe strąków. W celu określenia jakości zebranego plonu strąków pobierano trzy próbki o masie po kilka kilogramów, z których wydzielano następujące frakcje: strąki nieuszkodzone (pojedyncze i połączone), strąki uszkodzone mechanicznie (połamane i nadgniecione) oraz zanieczyszczenia organiczne i mineralne. Następnie poszczególne frakcje ważono i obliczano ich procentowe udziały w całkowitej masie próbki zebranego plonu.

## Wyniki badań i ich analiza

Z analizy danych zamieszczonych w tabeli 2 wynika, że zebrany plon strąków odmiany Presenta był średnio o ponad 4 t·ha<sup>-1</sup> wyższy od odmiany RS 1384. Całkowite straty ilościowe strąków powstające podczas zbioru wynosiły 1,17–1,30 t·ha<sup>-1</sup> w przypadku odmiany RS 1384 oraz 1,65–1,93 t·ha<sup>-1</sup> u odmiany Presenta, a wyrażone procentowo wahały się w przedziale 10,2–13,0%. Najwięcej strat powstawało w wyniku pozostawiania strąków luzem na powierzchni pola, przez zespół zbierający i czyszczący kombajnu. Zmienność tych strat była jednak niewielka, bo wynosiła od 1,03 do 1,32 t·ha<sup>-1</sup> dla odmiany RS1384 i od 1,14 do 1,24 t·ha<sup>-1</sup> dla odmiany Presenta. W przypadku ilości strąków pozostawianych na roślinach fasoli, nie zerwanych przez palce bębna zrywającego, zakres zmienności wynosił natomiast od 0,12 do 0,19 t·ha<sup>-1</sup> dla odmiany RS1384 i od 0,41 do 0,76 t·ha<sup>-1</sup> dla odmiany Presenta.

*Tabela 2. Wyniki badań strat ilościowych i jakości plonu strąków zebranego kombajnem*

*Table 2. Results of research on quantity losses and quality of the pod crop collected by using a combine harvester*

Wyszczególnienie	Jedn. miary	Odmiana Presenta		Odmiana RS 1384	
		zakres zmienności	średnia	zakres zmienności	średnia
Straty ilościowe strąków					
Zebrany plon strąków	t·ha <sup>-1</sup>	12,12–14,59	13,40	8,43–10,12	9,26
Strąki zerwane, lecz nie zebrane	t·ha <sup>-1</sup>	1,14–1,24	1,18	1,03–1,32	1,18
	%	7,6–8,3	7,8	10,7–11,3	11,1
Strąki nie zerwane z roślin	t·ha <sup>-1</sup>	0,41–0,76	0,57	0,12–0,19	0,15
	%	2,6–4,9	3,8	1,1–1,7	1,4
Całkowite straty ilościowe	t·ha <sup>-1</sup>	1,65–1,93	1,75	1,17–1,30	1,33
	%	10,2–12,5	11,6	12,2–13,0	12,5
Struktura zebranego plonu strąków					
Masa próbki plonu	kg	8,97–10,93	9,81	8,48–10,21	9,34
Strąki nieuszkodzone pojedyncze	kg	7,56–9,28	8,39	7,67–8,75	8,23
	%	84,3–87,4	85,53	85,7–90,4	88,17
Strąki połączone ze sobą	kg	0,23–0,40	0,32	0,21–0,28	0,24
	%	2,1–4,5	3,4	2,4–2,7	2,53
Strąki uszkodzone mechanicznie	kg	0,78–1,36	1,04	0,55–1,09	0,80
	%	8,2–12,4	10,47	6,5–10,7	8,43
Zanieczyszczenia	kg	0,04–0,08	0,06	0,05–0,10	0,08
	%	0,4–0,8	0,6	0,6–1,1	0,87

Zdecydowanie największy udział w stratach całkowitych miały straty, które spowodowane były przez zespół zbierający i pierwszy wentylator czyszczący kombajnu. Straty wynikające z pozostawienia przez te zespoły robocze kombajnu strąków luzem na polu były większe przy zbiorze odmiany RS 1384 (średnio 11,1%), a dla odmiany Presenta były niższe i wynosiły średnio 7,8%. Przy zbiorze odmiany Presenta stanowiły one 67,2%, a przy zbiorze odmiany RS 1384 aż 88,8% strat całkowitych. Natomiast przy zbiorze odmiany Presenta wyższe były o ponad 2% straty spowodowane niezzerwaniem przez kombajn strąków z roślin. Biorąc pod uwagę znaczne różnice w plonach zbieranych odmian należy zauważyć, że im był on wyższy tym więcej strąków pozostawało na roślinach.

W zebranych plonie zdecydowanie największy i równomierny udział miały strąki pojedyncze nieuszkodzone mechanicznie. Stanowiły one od 88,4 do 90,4% plonu odmiany RS 1384 i od 84,3 do 87,4% odmiany Presenta. Duże różnice wynoszące od 0,55 do 1,36 kg wystąpiły w masie strąków, które zostały uszkodzone mechanicznie. Średnie procentowe udziały tych strąków wynosiły od 8,4% dla odmiany RS 1384 do 10,5% dla odmiany Presenta. Więcej uszkodzonych strąków było więc przy zbiorze odmiany, której plon był znacznie większy i w związku z tym stosowano wyższe obroty bębna zrywającego. Było to prawdopodobnie główną przyczyną wzrostu uszkodzeń mechanicznych.

Udział zanieczyszczeń tylko w jednym przypadku wynosił ponad 1%, a większość z nich stanowiły liście i pędy roślin, co świadczy o tym że palce bębna zrywającego strąki nie podbierały z powierzchni pola gleby. Strąki połączone ze sobą stanowiły średnio 2,5% zebranego plonu odmiany RS 1384 oraz 3,4% odmiany Presenta. Na podstawie średnich zawartości poszczególnych frakcji można stwierdzić, że największe różnice (do 2%) wystąpiły w przypadku strąków uszkodzonych mechanicznie. Wyniki pomiarów ilości pozostałych frakcji tj. strąków połączonych ze sobą oraz zanieczyszczeń były natomiast dla obu odmian porównywalne, a różnice nie przekraczały 1%. Wahania procentowe wynosiły bowiem od 0,27% dla zanieczyszczeń do 0,87% w przypadku strąków połączonych.

## Wnioski

1. Przy zbiorze strąków z roślin fasoli o wysokości około 40 cm i plonie wynoszącym do  $15 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ , całkowite straty ilościowe spowodowane przez kombajn dwurzędowy wynosiły średnio ponad 10%. Największy w nich udział (67,2–88,8%) miały straty z powodu pozostawiania przez kombajn strąków luzem na powierzchni pola, a masa traconych w ten sposób strąków na jednostce powierzchni była bardzo zbliżona.

2. Straty spowodowane niezerwaniem strąków z roślin były wyższe przy zbiorze strąków odmiany Presenta, której plon był znacznie większy. W takich warunkach należałoby zmniejszyć prędkość jazdy kombajnu, bowiem zwiększenie tylko prędkości obrotowej bębna zrywającego nie pozwoliło na ich ograniczenie.
3. Większość zebranego plonu stanowiły strąki pojedyncze nieuszkodzone mechanicznie (88,2–85,5%), a zanieczyszczenia nie przekraczały 1%. Przy zbiorze odmiany Presenta większe były prawie o 2% mechaniczne uszkodzenia strąków, czego główną przyczyną były zastosowane wyższe obroty bębna zrywającego (do 150 obr·min<sup>-1</sup>).

### **Bibliografia**

Bledsoe B.L., Morgan A.M. 1972. Pod Detachment Mechanisms for Snap Bean Harvester. Trans. of the ASAE , no. 4, vol. 15, s. 638–643.

Kowalczyk J., Węgrzyn A., Olędzki D. 1998. Zmechanizowany zbiór zielonych strąków fasoli szparagowej. Przegl. Tech. Roln. i Leś., nr 1, s. 7–10.

Wawer M. 1999. Kombajny do zbioru fasolki szparagowej. Przegl. Tech. Roln. i Leś., nr 1, s. 4–7.

Węgrzyn A., Nowak J. 1999. Nowoczesne samojezdne kombajny do zbioru strąków fasoli szparagowej. Przegl. Tech. Roln. i Leś., nr 8, s. 5–7.

Węgrzyn A. 2001. Analiza uwarunkowań jakości mechanicznego zbioru strąków fasoli szparagowej. Probl. Inż. Roln., nr 4, s. 13–20.

## **LOSSES AND POD DAMAGE CAUSED BY DOUBLE ROW HARVESTER FOR STRING BEAN HARVESTING**

### **Summary**

Presented are the results of research on quantity losses and mechanical damages to the string bean pods, occurring during harvesting with a double row harvester. The research was done during the harvesting of two varieties of bean and with different work parameters of the pod harvesting unit. It was found that quantity losses are due mainly to leaving the pods on the surface of the field, and the damaged pods amount to a few percent.

**Key words:** bean pods, double row harvester, losses, damage