

Adam Węgrzyn
Katedra Maszyn i Urządzeń Ogrodniczych
Akademia Rolnicza w Lublinie

PROBLEMY BADAŃ STRAT WARZYW I OWOCÓW POWODOWANYCH PRZEZ MASZyny DO ZBIORU

Streszczenie

Nowoczesne przetwórstwo żywności wymaga wysokiej jakości surowców roślinnych, których produkcja jest w coraz większym stopniu zmechanizowana. Omówiono zagadnienia związane z oceną strat powodowanych przez maszyny podczas zbioru surowców ogrodniczych. Przeanalizowano praktyczne i metodyczne problemy badań strat ilościowych oraz jakościowych.

Słowa kluczowe: warzywa, owoce, zbiór, maszyny, straty, badania

Wstęp

Mechanizacja uprawy warzyw i owoców wymaga zastosowania wielu specjalistycznych maszyn, przede wszystkim kombajnów do zbioru, który jest najbardziej pracochłonnym zabiegiem w procesie ich produkcji. W polskim ogrodnictwie najszersze praktyczne zastosowanie znalazły dotychczas maszyny do zbioru marchwi [Kowalczyk, Leszczyński 1999], cebuli [Rumpel 2000], strąków fasoli szparagowej [Węgrzyn 2001], a także porzeczek [Salamon 1992] i owoców pestkowych [Furtak, Węgrzyn 1990]. Specjalnymi kombajnami mogą być również zbierane zielone nasiona fasoli, soi i grochu [Glancey 1997] oraz ogórki i pomidory [Węgrzyn 2002]. W pracy poruszono główne zagadnienia związane z oceną jakości mechanicznego zbioru różnych surowców ogrodniczych, ze szczególnym uwzględnieniem problemów badania strat ilościowych i jakościowych powodowanych przez maszyny.

Ocena strat powstających podczas zbioru

Podstawowym problemem przemysłu i rolnictwa nie jest już dzisiaj zwiększanie wielkości produkcji, ale zapewnienie produktom wymaganej jakości. Na jakość produktu w decydujący sposób wpływają możliwości kształtowania optymalnych warunków przebiegu procesu wytwarzania [Kubera 2002]. Większość bowiem z czynników, które oddziałują w sposób niekontrolowany, wpływa ne-

gatywnie na jakości produktu i jest przyczyną powstawania strat, których skutki wykraczają poza sferę ekonomiczną. W rolnictwie zmiany warunków produkcji powodowane są przyczynami losowymi, co bardzo utrudnia uzyskanie wysokiej jakości plonów. Surowce roślinne narażone są na działanie wielu szkodliwych czynników fizycznych, chemicznych i biologicznych. Jakość tych surowców w dużym stopniu zależy też od technologii ich produkcji, a głównie sposobu zbioru oraz warunków przechowywania i transportu.

W badaniach jakości zbioru materiałów roślinnych tworzymy między innymi informacje o rodzaju, strukturze i wielkości strat ilościowych i jakościowych powodowanych przez maszyny. Wyrażamy ją za pomocą wartości przyjętych wskaźników oceny jakości lub statystycznych współczynników dopasowania modeli matematycznych, które pozwalają na określenie wpływu wybranych czynników na straty ilościowe i jakość zebranego plonu. Podczas badania strat ilościowych bardzo ważne jest wyznaczenie odpowiedniej liczby i wielkości poletek pomiarowych, z których pozostawiony przez maszynę materiał należy dokładnie zbierać, określając jego rodzaj i ilość. Decyduje to bowiem w zasadniczy sposób o wiarygodności uzyskanych wyników badań.

Ocena jakości zebranego surowca roślinnego wymaga natomiast zbadania odpowiednio pobranych w tym celu próbek. W ogrodnictwie mamy do czynienia z dużą różnorodnością właściwości fizycznych zbieranych warzyw i owoców, z których większość jest bardzo wrażliwa na działanie czynników zewnętrznych. Dlatego opracowano normy, które w zależności od ilości i rodzaju badanego materiału określają liczbę, wielkość i sposób pobrania próbek do badań.

Ocenę jakości zebranych mechanicznie świeżych owoców i warzyw najlepiej jest przeprowadzać zgodnie z wymaganiami odpowiedniej normy przedmiotowej. Normy obowiązujące w rolnictwie polskim [Zarządzenie 2002] charakteryzują również szczegółowo wskaźniki opisujące jakość i żywności.

Metodyczne problemy badań strat ilościowych

W doświadczeniach rolniczych wielkość poletek zależy między innymi od zmienności właściwej dla gatunku, z którym prowadzone są badania [Nawrocki 1960]. Dla upraw wykazujących większą zmienność, jak np. rzędowych upraw roślin okopowych i warzyw, powinniśmy stosować większe poletka niż dla mniej zmiennych i zagęszczonych upraw szanowych, np. roślin zbożowych. Większe poletka przy zachowaniu tej samej liczby powtórzeń dają więcej informacji niż małe. Jednak zmienność w obrębie poletka maleje ze zmniejsza-

niem jego powierzchni i zbyt małe poletki nie dają pełnego obrazu badanej zbiorowości. W związku z tym, przy ustalaniu ich wielkości należy na podstawie praktycznych obserwacji przyjąć możliwe do zaakceptowania granice wielkości.

Biorąc pod uwagę terenowy charakter badań jakości zbioru oraz zmienność cech warzyw, za odpowiednio dużą wielkość jednego polodka, na którym określone są straty ilościowe można przyjąć powierzchnię 5-10 m² [Cewiś 1986; Węgrzyn 2001]. Przy zakładaniu typowych doświadczeń polowych przyjęto dla porównania, że granice te wynoszą 25-50 m² dla roślin kłosowych i 50-100 m² dla roślin okopowych [Nawrocki 1960]. Przy ich określaniu kierowano się głównie koniecznością zachowania takich samych agrotechnicznych warunków uprawy, jakie panują na plantacjach produkcyjnych roślin danego gatunku. Należy jednak pamiętać, że do uzyskania pewnych informacji przy zmniejszaniu powierzchni poletek należy zwiększać ich liczebność. Przy określaniu liczby pomiarów należy uwzględnić również konkretny cel prowadzonych badań i zastosowaną metodę analizy wyników.

Mając na uwadze trudne warunki badań strat powodowanych przez maszyny do zbioru produktów rolnych oraz stosowane najczęściej metody analizy statystycznej wyników tych badań, za minimalną można uznać liczbę 5 powtórzeń. Wynika to z faktu, że straty mają najczęściej występujący w przyrodzie rozkład normalny, a prawdopodobieństwo ich przynależności do przyjętego przedziału równe jest wartości $\frac{1}{2}$. Ponieważ $\frac{1}{2}$ rozkładu normalnego nie daje się wyrazić przez funkcje elementarne, przy obliczaniu jej wartości korzysta się z tablic. Porównując wartości $\frac{1}{2}$ dla różnych n (stopni swobody, czyli niezależnych obserwacji) zauważamy, że przy wzroście liczby obserwacji przesunięcia wartości granicznych na osi odciętych są coraz mniejsze. Na ogół przyjmuje się [Niedokos 1984], że granica między $\frac{1}{2}$ a dużą próbą wynosi $n = 30$. Jednak począwszy już od $n = 5$ wartości graniczne odczytywane z tablic różnią się między sobą coraz mniej.

Pewne wnioski na podstawie małej próby można jednak sformułować tylko pod warunkiem, że uzyskane wyniki są w pełni wiarygodne. Teoretycznie przyjęcie małej liczby obserwacji za wystarczające można uzasadnić w następujący sposób. Jeżeli do funkcji opisującej rozkład gęstości prawdopodobieństwa będu przypadkowego wstawimy wartości średniego kwadratowego będu pomiaru oraz miarę dokładności pomiaru, to zauważymy [Pabis 1985], że w miarę wzrostu dokładności maleje przedział zawierającego będy przypadkowe. Ponadto wyrażenie b²d prawdopodobny w zależności od liczby pomia-

rów i średniego odchylenia stwierdzimy, że niezależnie od wartości średniego odchylenia począwszy od 5 pomiarów, wartość błądu prawdopodobnego ulega zmniejszaniu w nieznacznym stopniu. Dlatego większe znaczenie od zwiększania liczby pomiarów ma dla zmniejszania błądu prawdopodobnego wzrost dokładności pomiarów.

Powstające na określonej powierzchni plantacji straty zbieranego plonu, całkowite lub częściowe, wyrazić można w jednostkach masy lub procentach. W przypadku obliczania strat procentowych należy dodatkowo określić rodzaj plonu, w stosunku do którego są one odnoszone oraz jego wielkość. W zależności od celu uprawy danej rośliny plonem mogą być bowiem niekiedy różne jej organy. Ponadto z rolniczego punktu widzenia można mówić o plonie głównym i dodatkowym a to, co dla rolnika jest często plonem, na ogół nie pokrywa się z plonem biologicznym i w różnych wypadkach obserwuje się większe lub mniejsze rozchodzenie obu współczynników [Listowski 1979]. W związku z tym dany plon całkowity najlepiej nazywać jest plonem ogólnym lub brutto, a po odjęciu od niego strat ilościowych i jakościowych plonem netto lub handlowym.

Ponieważ w zagęszczonych uprawach sezonowych zmienność plonu jest niewielka, dlatego określaną jest on na podstawie kilku próbek pobranych z powierzchni 1 m². Plon warzyw i owoców należy natomiast przeliczać w odpowiednim stosunku do powierzchni pola na jak przypada, ponieważ ich uprawy charakteryzują się różną szerokością międzyrzędzi. Na przykład jeżeli rozstaw rzędów warzyw wynosi 0,5 m, to należy aby zebrać 2 m jednego rzędu, aby powierzchnia wynosiła 1 m². Ponadto warzywa i owoce cechują się wyższą zmiennością plonu i jest to powierzchnia zbyt mała, aby uzyskać wiarygodne wyniki. Potwierdziły to wyniki badań własnych oraz innych autorów, którzy w związku z tym straty procentowe obliczali w stosunku do plonu zebranego kombajnem na wyznaczonych odcinkach rzędów roślin [Bichta, Węgrzyn 1993; Salamon 1992; Ćwierć 1986; Węgrzyn 2001].

Plon możliwy do zebrania kombajnem na danym odcinku rzędu jest sumą masy zebranego surowca oraz powstałych strat ilościowych. Zasadniczym problemem przy jego określeniu jest wyznaczenie odpowiednio dużej wielkości powierzchni, z której należy go w tym celu zebrać i zważyć. Miejsca pomiarów należy oczywiście wybrać w sposób losowy, ale musi ich być co najmniej kilka. W zależności od zbieranego gatunku powierzchnia zbioru powinna wynosić 50 - 100 m². Dlatego przed zejściem na odcinek należy obliczyć dzieląc powierzchnię przez szerokość roboczą maszyny.

Przyjęcie takich wielkości pozwala nie tylko na dokładne zmierzenie plonu, ale i określenie w tym miejscu charakterystyki plantacji oraz parametrów pracy maszyny. Ponadto na takim obszarze można wyznaczyć kilka poletek do określenia spowodowanych strat ilościowych plonu.

Praktyczne problemy badań strat ilościowych i jakościowych

Straty ilościowe i jakościowe powstają podczas zbioru z różnych przyczyn, między innymi ze względu na ustawienia i konstrukcji elementów roboczych, ale także nieodpowiednich parametrów pracy maszyn. W zależności od rodzaju uprawy oraz metody jej zbioru powodują je przede wszystkim te zespoły robocze maszyn, które mają bezpośredni kontakt z roślinami. Najczęściej ich zadaniem jest ścięcie, podkopanie, wyrwanie, zerwanie, otrzymanie lub odebranie roślin.

Pewną częścią zbieranego plonu zespoły te pozostawiają głównie luzem na powierzchni pola. Ponadto w przypadku warzyw korzeniowych pozostawiany jest on w glebie, a w przypadku warzyw strączkowych i owoców także na roślinach. Chcąc określić ilość straconego w ten sposób plonu należy go po przejeździe roboczym maszyny ręcznie zebrać lub wyrwać z gleby, albo zerwać z roślin.

Ponadto w niektórych maszynach straty ilościowe powodują zespoły, których zadaniem jest oddzielanie zanieczyszczeń. Trzeba wówczas pobrać materiał tak, aby nie zakłócić ich pracy. Często jest to utrudnione ze względu na brak bezpośredniego dostępu do miejsc, z których pobierane są próbki do badań. Ponadto zaangażowane do tego osoby narażone są na niebezpieczeństwa wynikające z roboczych ruchów maszyny.

Przy zbiorze nasion warzyw kombajnem, poza stratami powodowanymi przez zespół tnący lub podbierający, powstają one także w młocarni. W pierwszym przypadku będą to pojedyncze nasiona leżące luzem na polu oraz owoce z nasionami leżące luzem i pozostawione na nieociętych roślinach. W przypadku samoosypywania się nasion należy jeszcze przed zbiorem określić ilość nasion, która pozostawiana jest na powierzchni pola. Jest to szczególnie uciążliwe w przypadku nasion drobnych, które trzeba zebrać ręcznie, nie powodując przy tym dodatkowych strat. Zebrana ilość nasion należy odjąć od całkowitych strat ilościowych powstałych w czasie zbioru.

Jeżeli maszyna nie ma zbiornika to zbierany materiał najlepiej jest sadować do pojemników, skrzynek lub worków podstawianych pod przenośnik ładowniczy. Umożliwia to określenie rzeczywistej ilości i stanu zbieranego z pola plonu.

Wymaga jednak zaangażowania do badań, poza operatorami maszyny, kilku dodatkowych osób. Jedna z nich musi sygnalizować moment rozpoczęcia i zakończenia danej próby, a pozostałe pobierają w tym czasie materiał do badań. Należy także pamiętać, że zbierany maszynowo surowiec jest częściowo uszkodzany mechanicznie przez zespoły robocze maszyn, które nie oddzielają także od niego wszystkich zanieczyszczeń. Może to być przyczyną dodatkowych strat plonu z powodu jego nieodpowiedniej jakości.

W warunkach terenowych nie zawsze jest możliwe przeprowadzenie analizy pobranych próbek, co wynika może z braku odpowiedniego sprzętu lub czasu. Dotyczy to głównie badań jakości zebranego materiału, który musi być wówczas przetransportowany do laboratorium.

Przy obliczaniu wielkości strat jakościowych zebranego plonu należy najpierw, biorąc pod uwagę jego przeznaczenie, określić stawiane przed nimi wymagania jakościowe. Następnie należy dokładnie ustalić rodzaje uszkodzeń mechanicznych i zanieczyszczeń oraz ilościowe udziały poszczególnych frakcji. Nie zawsze bowiem charakter powodowanych uszkodzeń i zanieczyszczeń wpływa na pogorszenie wymaganej jakości konsumpcyjnej, przetwórczej, czy też biologicznej zebranego plonu.

W takich sytuacjach nie ma potrzeby obciążać nimi strat całkowitych powstających podczas zbioru. W przeciwnym razie należy je dodać do strat ilościowych powstających w wyniku pozostawienia plonu na polu, w glebie lub na roślinach oraz oddzielenia wraz z zanieczyszczeniami. W związku z tym, rodzaje strat częściowych należy ustalać indywidualnie uwzględniając gatunek uprawianej rośliny, przeznaczenie zebranego plonu oraz budowę i zasady działania maszyny stosowanej do zbioru.

Podsumowanie

Badania zbioru mechanicznego wymagają przede wszystkim określenia rodzaju powstających strat ilościowych zbieranego surowca, wskaźników jego jakości oraz sposobu określenia plonu ogólnego. Należy ponadto zdecydować, biorąc pod uwagę przeznaczenie zebranego plonu, czy powodowane uszkodzenia mechaniczne nie są przyczyną dodatkowych jego strat. Nie ma bowiem podstaw do obciążania nimi strat powodowanych przez maszyny, gdy ich charakter nie powoduje pogorszenia wymaganej jakości plonu.

Należy mieć również świadomość, że na poziom strat całkowitych powstających w całym procesie produkcji surowców roślinnych wpływa wiele innych czynników. Ogólnie ujmując, są to : cechy gatunkowe rośliny, jakość zabiegów ochrony i prac pielęgnacyjnych, warunki meteorologiczne panujące w okresie wegetacji i zbioru, termin rozpoczęcia i czas trwania zbioru, a także warunki przechowywania oraz transportu zebranego plonu.

Bibliografia

- Bichta H., Węgrzyn A. 1993. Zbiór porzeczki czerwonej kombajnem KPZP-1. Zeszyty Naukowe AR w Szczecinie, 159: 31- 35
- Furtak J., Węgrzyn A. 1990. Mechanizacja zbioru owoców pestkowych w kraju i za granicą. Maszyny i Ciągniki Rolnicze, 7/8: 21-24
- Glancey J.L. 1997. Analysis of header loss from pod stripper combines in green peas. Jour. of Agric. Engin. Res. 1(68): 1-10
- Kowalczyk J., Leszczyński N. 1999. Ocena jakości zbioru korzeni marchwi kombajnem Alina produkcji polskiej. Problemy Inżynierii Rolniczej, 4: 19-24
- Kubera H. 2002. Zachowanie jakości produktu. Wyd. AE w Poznaniu
- Listowski A. 1979. Agrofizjologiczne podstawy produktywności roślin. PWN, Warszawa
- Nawrocki Z. 1960. Zarys metodyki doświadczeń rolniczych. PWN, Warszawa
- Niedokos E. 1984. Zastosowania rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Wyd. AR Lublin
- Pabis S. 1985. Metodologia i metody nauk empirycznych. PWN, Warszawa
- Rumpel J. 2000. Uprawa cebuli. Wyd. Hortpress, Warszawa
- Salamon Z. 1992/93. Mechaniczny zbiór owoców porzeczki przy pomocy kombajnu. Część II. Prace Instytut. Sadow. i Kwiat., A-31: 203-217.
- Świątek K. 1986. Jednoetapowy zbiór korzeni marchwi. Rozprawa doktorska. AR Lublin
- Węgrzyn A. 2001. Analiza uwarunkowań jakości mechanicznego zbioru strąków fasoli szparagowej. Problemy Inżynierii Rolniczej, 4:13-20

Węgrzyn A. 2002. Nowoczesne metody i maszyny w produkcji warzyw. Przegl. Techniki Rolniczej i Leśnej, 2 :8-11

Zarządzenie ministra rolnictwa i rozwoju wsi z dnia 31 lipca 2002 r. w sprawie obowiązków stosowania Polskich Norm. Dz. U. Nr 134, poz.1132

INVESTIGATION PROBLEMS CONCERNING THE LOSSES OF FRUITS AND VEGETABLES CAUSED BY HARVESTING MACHINES

Summary

Modern food processing requires the raw plant materials of high quality, produced by using more and more advanced mechanized technologies. The paper discussed some problems concerning evaluation of the losses resulted from machine operation at harvesting of horticultural crops. Practical and methodological questions connected with the investigation of quantitative and qualitative crop losses were analysed.

key words: vegetables, fruits, harvesting, machines, losses, investigations

Recenzent: Ryszard Hołownicki

