

## OCENA EKSPLOATACYJNA WYBRANYCH KOMBAJNÓW DO ZBIORU ZBÓŻ METODĄ WSKAŹNIKA ZESPOLONEGO

*Franciszek Molendowski, Leszek Romański, Łukasz Górnik  
Instytut Inżynierii Rolniczej, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu*

**Streszczenie.** Zebranie ziarna zbóż o wysokiej jakości wymaga systematycznej wymiany wyeksploatowanych kombajnów zbożowych. Problem wyboru najlepszej (optymalnej) maszyny dla gospodarstwa rolnego dotyczy wszystkich nabywców nowych, bądź używanych maszyn rolniczych. W pracy przedstawiono opracowaną metodę Wskaźnika Zespolonego umożliwiającą dokonanie wyboru najkorzystniejszego typu kombajnu do zbioru zbóż przy uwzględnieniu wielu cech o różno wymiarowych jednostkach miary. Oceny dokonano na podstawie wartości wskaźników wydajności, współczynników eksploatacyjne, parametrów jakości pracy oraz kosztów zbioru, które określono dla ocenianych kombajnów podczas zbioru pszenicy. Przy ocenie uwzględniano również komfort pracy, który oceniany był zastosowanymi w poszczególnych typach kombajnów rozwiązaniami polepszającymi jego użytkowanie. Dla cech uwzględnionych przy ocenie określono stopnie ważności cech (rangę) na podstawie badań ankietowych osób zajmujących się zawodowo produkcją zbóż, właścicieli gospodarstw rolnych oraz operatorów kombajnów. Przeprowadzono ocenę wybranych pięciu typów kombajnów do zbioru zbóż przy zastosowaniu opracowanej metody oraz wyznaczono spośród nich optymalny typ. Najkorzystniejszym typem kombajnu do zbioru zbóż, według przyjętych kryteriów oceny, spośród badanych, okazał się kombajn Class Dominator 108, który uzyskał najwyższą wartość Wskaźnika Zespolonego wynoszącą 79,18. Opracowana metoda Wskaźnika Zespolonego pozwoliła na jednoznaczne stwierdzenie, że dany typ kombajnu istotnie różni się przydatnością do zbioru zbóż w gospodarstwie rolnym, a także wykazała różnice pomiędzy porównywanymi kombajnami.

**Słowa kluczowe:** metoda oceny, optymalny kombajn, zbiór zbóż

### Wstęp

Aktualnie w celu podniesienia efektywności produkcji rolniczej koniecznym jest poszukiwanie technologii lub maszyny najlepszej (optymalnej) do stosowania w gospodarstwie rolnym [Molendowski i in. 2010, Molendowski i in. 2011]. W przypadku produkcji zbóż na pierwotnym rynku krajowym, a szczególnie wtórnym dostępnych jest wiele typów kombajnów do zbioru zbóż [Molendowski 2001, Molendowski, Kempniński 2001]. Produ-

cenci zbóż analizują możliwość wymiany posiadanego wyeksploatowanego kombajnu na nowy lub używany, ale nowszej konstrukcji. Producent zbóż chcąc dokonać zakupu kombajnu, staje przed problemem wyboru takiego typu maszyny, który w największym stopniu spełniłby jego wymagania [Dreszer i in. 1998, Dreszer 2001]. Analizę przydatności danego typu kombajnu dla konkretnych warunków gospodarstwa powinno przeprowadzić się biorąc pod uwagę następujące cechy: wskaźniki wydajności, współczynniki eksploatacyjne, jakość pracy oraz koszty zbioru [Molendowski 2006]. Dokonanie wyboru najlepszego typu kombajnu jest więc utrudnione, ponieważ ocenę należy przeprowadzić na podstawie przedstawionych powyżej cech o różnych jednostkach miary oraz różnym ich stopniu ważności dla producenta rolnego. Dlatego też, aby dokonać wyboru optymalnego typu kombajnu zbożowego, dla określonych potrzeb, należy zastosować metodę oceny pozwalającą wyrazić wartość użytkową maszyny jednym wskaźnikiem liczbowym, obejmującym wszystkie analizowane cechy. Chcąc rozwiązać problem doboru najlepszej (optymalnej) maszyny dla gospodarstwa rolnego, koniecznym jest zastosowanie odpowiedniej metody oceny jakości maszyn rolniczych [Bieniek, Molendowski 1996, Molendowski, Bieniek 2000a, Molendowski, Bieniek 2000b].

Otrzymany wynik oceny wielu cech powinien być wyrażony za pomocą jednej liczby jak również powinien jednoznacznie wskazywać, która maszyna jest najlepsza (optymalna) ze względu na przyjęte kryteria oceny, a także pokazać różnice pomiędzy porównywanymi maszynami. Zastosowanie metody umożliwi nabywcy dokonanie wyboru odpowiedniego typu maszyny. Opracowanie algorytmu metody Wskaźnika Zespolonego do oceny kombajnów do zbioru zbóż oraz przeprowadzenie oceny ma znaczenie zarówno praktyczne, jak i poznawcze.

Biorąc przedstawione powyżej uzasadnienie, celem pracy było opracowanie algorytmu metody Wskaźnika Zespolonego do oceny jakości kombajnów zbożowych oraz wyznaczenie najlepszego typu kombajnu spośród ocenianych typów.

## **Przedmiot i metoda badań**

Ocenie poddano kombajny występujące w ofercie rynku wtórnego maszyn do zbioru zbóż, dla których w Instytucie Inżynierii Rolniczej we Wrocławiu przeprowadzono badania w celu określenia danych potrzebnych do przeprowadzenia oceny. Ocenie podano następujące pięć kombajnów: New Holland CS 6070, Class Dominator 108, John Deere 1188, Bizon Rekord Z058 i Bizon Gigant Z060. W porównywanej grupie kombajnów zbożowych znalazły się maszyny zarówno produkcji polskiej, jak i zagranicznej o zróżnicowanym zaawansowaniu technicznym.

Kombajn New Holland CS 6070 jest kombajnem o najwyższym technicznym zaawansowaniu konstrukcji spośród ocenianych. Kombajn jest wyposażony w komfortową kabinę z nadmuchem powietrza typu Discovery Plus, wyposażony jest w pełny system elektronicznego sterowania i kontroli pracy oraz hydrauliczne napędy. Posiada system, który utrzymuje wysokość koszenia na polu o nierównym podłożu, regulację wysunięcia zespołu tnącego, zwrotny napęd nagarniacza, regulowane położenie tylnej części klepiska. Kombajn wyposażony był w zespół żniwny o szerokości roboczej 4,57 m, silnik wysokoprężny z turbodoładowaniem o mocy 207 kW, sita o powierzchni 5,20 m<sup>2</sup> i zbiornik ziarna o pojemności 7,80 m<sup>3</sup>.

Kombajn Claas Dominator 108 posiada tradycyjne rozwiązania konstrukcyjne, oraz wysokie parametry eksploatacyjne. Był wyposażony w klimatyzowaną kabinę, zespół żniwny o szerokości roboczej 5,10 m, silnik z turbodoładowaniem o mocy wynoszącej 168 kW, sita o powierzchni 3 m<sup>2</sup> i zbiornik ziarna o pojemności 4 m<sup>3</sup>.

Kombajn John Deere 1188 to również kombajn posiadający tradycyjne rozwiązania konstrukcyjne, z klimatyzowaną kabinę, zespołem żniwnym o szerokości roboczej 5,5 m, napędzany silnikiem o mocy 159 kW, z sitami o powierzchni 4,6 m<sup>2</sup> i zbiornikiem ziarna o pojemności 6 m<sup>3</sup>.

Kombajn Bizon Rekord Z058 został gruntownie zmodernizowany przez firmę New Holland w latach 1999-2000. Oceniany kombajn był wyposażony jest w silnik wysokoprężny z turbodoładowaniem o mocy 88 kW, zespół żniwny o szerokości roboczej 4,2 m, sita o powierzchni 2,92 m<sup>2</sup>, zbiornik na ziarno o pojemności 3,5 m<sup>3</sup> oraz w komfortową kabinę z klimatyzacją. Posiada hydrauliczny napęd nagarniacza, napęd zwrotny zespołu żniwnego, napęd hydrostatyczny kół jezdnych. Komputer pokładowy na bieżąco informuje o ewentualnych stratach ziarna, prędkości jazdy, wielkości skoszzonej powierzchni czy poślizgach pasów, podaje też inne istotne dla obsługi parametry.,

Kombajn Bizon Gigant Z060 był wyposażony w silnik wysokoprężny o mocy 162 kW, w zespół żniwny o szerokości roboczej 5 m, sita o powierzchni 4,3 m<sup>2</sup> oraz zbiornik na ziarno o pojemności 5 m<sup>3</sup>. Kabina kombajnu nie posiadała klimatyzacji, a do sterowania używane są dźwignie.. Dlatego zmiany parametrów pracy są trudniejsze niż w przypadku kombajnów omówionych wcześniej, obsługiwanych joystickiem. Kombajn ten został wytypowany do przeprowadzenia oceny w celach porównawczych.

Dane eksploatacyjne do oceny kombajnów uzyskano na podstawie przeprowadzonych badań zgodnie z metodyką przyjętą w badaniach eksploatacyjnych maszyn a przedstawioną w literaturze [Banasiak 2004, 2008]. Ocenę wyposażenia poprawiającego komfort pracy kombajnem przeprowadzono stosując metodę punktową. Za posiadanie w wyposażeniu maszyny rozwiązania poprawiającego komfort pracy (klimatyzacja, urządzenia elektroniczne, automatyka, czujniki jakości pracy, napędy hydrauliczne) przydzielano dwa punkty, a za brak 0 punktów.

## Omówienie wyników badań

Cechy (kryteria), na podstawie których przeprowadzono ocenę kombajnów wyznaczono na podstawie badań ankietowych przeprowadzonych wśród użytkowników kombajnów zbożowych, którzy uznali je jako istotne przy wyborze kombajnu. Obejmują one następujące grupy: wskaźników wydajności, współczynników eksploatacyjnych, wskaźników jakości pracy oraz kosztu zbioru i komfort pracy. W tabeli 1 przedstawiono zestawienie cech na podstawie, których dokonano oceny kombajnów.

Po zestawieniu kryteriów oceny określono współczynnik wagowy (ranga) cechy, który charakteryzuje znaczenie danego kryterium oceny w stosunku do innych. Wyrażony jest on liczbą dodatnią z przedziału od 0 do 1, a suma wszystkich współczynników wagowych dla poszczególnych kryteriów równa jest jedności.

Wartość współczynników wagowych (rang) określono podczas badań ankietowych na losowo wybranej grupie dziesięciu osób zawodowo zajmujących się produkcją zbóż oraz obsługą kombajnu (operator kombajnu).

Wyniki badań średniej wartości współczynników wagowych dla przyjętych do oceny kryteriów przedstawiono w tabeli 1. Najwyższą rangę spośród ocenianych cech wynoszącą średnio 0,2 otrzymało kryterium wydajności w czasie operacyjnym zmiany oraz koszt zbioru z rangą wynoszącą 0,15. Na podstawie przeprowadzonych badań rangi poszczególnych cech można stwierdzić, że użytkownicy jednakową wagę przywiązują do uzyskiwanej wysokiej wydajności oraz kosztów zbioru. Następnie za niezwykle ważne kryterium oceny kombajnu uznano wielkości strat ziarna o wartości współczynnika wagowego wynoszącym 0,1. Ze współczynników eksploatacyjnych, wyższym stopniem ważności uznano współczynnik pewności technologicznej i technicznej, dla których średnia wartość wynosi 0,07.

Następnym etapem w procesie oceny maszyn jest transformacja wartości cech, które są w różnowymiarowych jednostkach, do jednolitej bezwymiarowej skali. W tym celu określono dla każdej cechy wartość minimalną i maksymalną oraz odpowiadający jej stopień spełnienia wymagań. Do wyznaczania wartości minimalnej przyjęto najniższą, a maksymalnej najwyższą wartość danej cechy, która występuje w wynikach badań ocenianych kombajnów. Stopień spełnienia wymagań wartości minimalnej cech, które posiadają destymulujący wpływ na ocenę kombajnu określono w skali procentowej wartością 100, natomiast wartości cech mających stymulujący wpływ na ocenę wartością 0. Wartości maksymalne cech mających destymulujący wpływ na ocenę określono w skali procentowej wartością 0, a wartości cech o wpływie stymulującym wartością 100.

Tabela 1. Zestawienie cech na podstawie, których dokonano oceny kombajnów oraz wartości współczynników wagowych cech

Table 1. The list of features, which served as basis for evaluation of combine harvesters and values of weighting factors of features.

Symbol cechy	Nazwa cechy	Współczynnik wagowy
W <sub>1</sub>	Wydajność w czasie efektywnym zmiany	0,08
W <sub>02</sub>	Wydajność w czasie operacyjnym zmiany	0,20
W <sub>04</sub>	Wydajność w czasie roboczym zmiany	0,01
W <sub>07</sub>	Wydajność w czasie-eksploatacyjnym zmiany	0,10
K <sub>41</sub>	Współczynnik pewności technologicznej	0,07
K <sub>42</sub>	Współczynnik pewności technicznej	0,07
K <sub>04</sub>	Współczynnik wykorzystania czasu roboczego zmiany	0,06
A <sub>1</sub>	Straty ziarna	0,10
A <sub>2</sub>	Stopień zanieczyszczenia ziarna	0,06
A <sub>3</sub>	Uszkodzenia ziarna	0,05
Epk	Elementy poprawiające komfort pracy	0,05
W <sub>eśr</sub>	Średni koszt zbioru 1 tony ziarna	0,15

*Źródło: obliczenia własne*

Zestawienie wartości minimalnej i maksymalnej kryterium oceny oraz odpowiadające im procentowy stopień spełnienia wymagań przedstawiono w tabeli 2.

Z przedstawionych w tabeli 2 danych można stwierdzić, że oceniane kombajny różniły się między sobą wskaźnikami wydajności, a różnice wartości wydajności pomiędzy najniższą a najwyższą wydajnością wyniosły: 6,37 t·h<sup>-1</sup> w czasie efektywnym, 5,99 t·h<sup>-1</sup> w opera-

cyjnym,  $6,88 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$  w roboczym i  $6,49 \text{ t}\cdot\text{h}^{-1}$  w ogólnym. Tak duże różnice we wskaźnikach wydajności są spowodowane istotnymi różnicami w rozwiązaniach konstrukcyjnych pomiędzy generacją kombajnów reprezentowanych na przykład przez kombajn New Holland CS 6070, czy Class Dominator 108, a kombajnem Bizon Gigant Z060. Natomiast za względnie małe różnice można uznać występujące w jakości pracy pomiędzy ocenianymi kombajnami. Straty ziarna ( $A_1$ ) powodowane przez kombajny zawierały się w przedziale od 0,31 do 2,18%, stopienia czystości ziarna ( $A_2$ ) od 98,9 do 99,78, a uszkodzenia ( $A_3$ ) od 1,60 do 2,65%.

Tabela 2. Zestawienie wartości minimalnej i maksymalnej cech oraz procentowego stopnia spełnienia wymagań

Table 2. A list of the minimal and the maximum value of properties and a percentage degree of meeting the requirements

Symbol cechy	Jednostka	Wartość minimalna	Stopień spełnienia [%]	Wartość maksymalna	Stopień spełnienia [%]
$W_1$	$[\text{t}\cdot\text{h}^{-1}]$	10,82	0,00	17,19	100
$W_{02}$	$[\text{t}\cdot\text{h}^{-1}]$	8,61	0,00	14,60	100
$W_{04}$	$[\text{t}\cdot\text{h}^{-1}]$	7,11	0,00	13,06	100
$W_{07}$	$[\text{t}\cdot\text{h}^{-1}]$	5,41	0,00	11,86	100
$K_{41}$	-	0,96	0,00	0,99	100
$K_{42}$	-	0,92	0,00	1,00	100
$K_{04}$	-	0,63	0,00	0,76	100
$A_1$	[%]	0,31	100,00	2,18	0,00
$A_2$	[%]	98,90	0,00	99,78	100
$A_3$	[%]	1,60	100,00	2,65	0,00
$E_{pk}$	-	0,00	0,00	10,00	100
$W_{\text{śre}}$	$[\text{zł}\cdot\text{t}^{-1}]$	56,00	100,00	74,00	0,00

Źródło: obliczenia własne

Wartościom minimalnym cech mających de stymulujący wpływ na oceniane kombajny takim, jak stopień uszkodzenia ziarna, straty ziarna oraz koszty zbioru 1 tony ziarna więc przyporządkowano stopień spełnienia wymagań wynoszący 100 (tabela 2). Dla pozostałych cech wartości minimalnej przyporządkowano stopień spełnienia wymagań wynoszący 0. Odpowiednio do tego przyporządkowano stopień spełnienia wymagań wartościom maksymalnym cech.

Na podstawie uzyskanych danych obliczono stopień spełnienia wymagań dla każdego kryterium. W tabeli 3. przedstawiono wartości stopnia spełnienia wymagań cech po transformacji z uwzględnieniem wag poszczególnych cech.

Z danych przedstawionych w tabeli 3 wynika, że kombajn Class Dominator 108 z 12 kryteriów oceny spełniał wymagania w 100% w przypadku dziewięciu cech. Natomiast nie spełnił wymagań odnośnie współczynnika strat ziarna ( $A_1$ ), uszkodzenia ziarna ( $A_3$ ) oraz średniego kosztu zbioru 1 tony ziarna ( $W_{\text{śre}}$ ), gdyż ten parametr miał najwyższą wartość spośród ocenianych kombajnów. Jednocześnie parametr  $W_{\text{śre}}$  według badań ankietowych ma jedną z najwyższych rang, co przyczyniło się do znaczącego obniżenia końcowej oceny

kombajnu. Kombajn Bizon Rekord Z058 z 12 kryteriów oceny uzyskał najniższą wartość stopnia spełnienia wymagań w przypadku siedmiu cech, głównie wydajności co wynika z rozwiązań konstrukcyjnych kombajnu, a szczególnie: mocy silnika, szerokości roboczej zespołu żniwnego, powierzchni sita oraz pojemności zbiornik na ziarno.

Tabela 3. Wartości stopnia spełnienia wymagań cech po transformacji według metody Wskaźnika Zespolonego

Table 3. Values of a degree of meeting the requirements after transformation, according to the Complex Index method

Cecha	Bizon Gigant Z060	Bizon Rekord Z058	Class Dominator 108	John Deere 1188	New Holland CS 6070
W <sub>1</sub>	0,00	0,57	8,00	7,85	3,49
W <sub>02</sub>	0,87	0,00	20,00	16,33	8,58
W <sub>04</sub>	0,08	0,00	1,00	0,73	0,27
W <sub>07</sub>	2,34	0,00	10,00	7,60	6,57
K <sub>41</sub>	0,00	4,67	7,00	4,67	7,00
K <sub>42</sub>	6,13	0,00	7,00	2,62	7,00
K <sub>04</sub>	3,23	0,00	6,00	1,85	3,69
A <sub>1</sub>	7,97	0,00	9,95	10,00	3,48
A <sub>2</sub>	5,86	0,00	6,00	5,93	0,34
A <sub>3</sub>	5,00	0,14	0,24	1,19	0,00
E <sub>pk</sub>	1,00	3,00	4,00	4,00	5,00
W <sub>esre</sub>	15,00	11,67	0,00	5,00	6,67

*Źródło: obliczenia własne*

W tabeli 4 przedstawiono uzyskane wartości Wskaźnika Zespolonego dla poszczególnych kombajnów. Najwyższą wartość wskaźnika spośród badanych uzyskał kombajn Class Dominator 108 i ten typ należy uznać za najlepszy do zbioru zbóż z spośród badanych. Kombajn ten uzyskał wartość Wskaźnika Zespolonego wynoszącą 79,18. Następnym w uszeregowaniu najlepiej spełniającym wymagania jest kombajn typu John Deere 1188, który uzyskał wartość współczynnika, wynoszącą 67,76 i była ona niższa o 11,4 od uzyskanej przez kombajn Class Dominator 108. Najniższą wartość Wskaźnika Zespolonego wynoszącą 20,04 uzyskał kombajn Bizon Rekord Z058. Różnice w wartości Wskaźnika Zespolonego pomiędzy ocenianymi kombajnami wynikają z rozwiązań konstrukcyjnych ocenianych kombajnów.

Tabela 4. Wartości Wskaźnika Zespolonego uzyskana przez oceniane kombajny

Table 4. Values of the Complex Index obtained by the evaluated combines

Typ kombajnu	Bizon Gigant Z-060	Bizon Rekord Z-058	Class Dominator 108	John Deere 1188	New Holland CS 6070
Wartość Wskaźnika Zespolonego	47,47	20,04	79,18	67,76	52,09

*Źródło: obliczenia własne*

## Wnioski

1. Opracowana metoda Wskaźnika Zespolonego umożliwia dokonanie wyboru najkorzystniejszego typu kombajnu do zbioru zbóż na podstawie wielu cech o różnowymiarowych jednostkach miary.
2. Najwyższą wartość Wskaźnika Zespolonego spośród ocenianych kombajnów uzyskał typ Class Dominator 108 wynoszącą 79,18 i ten kombajn należy uznać za najlepszy do zbioru zbóż spośród poddanych ocenie.

## Bibliografia

- Banasiak J.** (2004): Projektowanie i ocena ekonomiczna procesów agrotechnologicznych. Wydawnictwa AR we Wrocławiu. ISBN 83-89189-43-7.
- Banasiak J.** (2008): Wydajnościowa analiza w procesach eksploatacji maszyn rolniczych. *Inżynieria Rolnicza*, 4(102), 63-68.
- Bieniek J., Molendowski F.** (1996): Ocena wybranych maszyn do sadzenia ziemniaków metodą Wskaźnika Wartości Użytkowej. *Zeszyt Nauk AR Wrocław, Mechanizacja Rolnictwa IV* (302), 191-196.
- Dreszer i in.** (1998): *Kombajnowy zbiór zbóż*. Wyd. IBMER, Warszawa. ISBN 83-86264-48-9.
- Dreszer A.** (2001): Problem strat ziarna przy kombajnowym zbiorze zbóż na zbozczach. *Inżynieria Rolnicza* 12, 65-70.
- Molendowski F., Bieniek J.** (2000): Ocena maszyn stosowanych w kraju do siewu punktowego metodą wskaźnika wartości użytkowej. *Zeszyt Nauk AR Wrocław, Mechanizacja Rolnictwa V* (380), 105-111.
- Molendowski F., Kempniński R.** (2001): Ocena eksploatacyjna kombajnu zbożowego ERNTE MASTER MDW 527 STS. *Inżynieria Rolnicza*, 12, 225-231.
- Molendowski F.** (2001): Ocena eksploatacyjna kombajnu zbożowego CASE 2188. *Inżynieria Rolnicza*, 12(32), 214-218.
- Molendowski F.** (2006): Badania porównawcze kombajnu BOURGOIN JDL 410D Z BOURGOIN GX 406. *Inżynieria Rolnicza*, 3(78), 327-334.
- Molendowski F., Wiercioch M., Kałwa T.** (2010): Optymalizacja technologii produkcji sałaty. *Inżynieria Rolnicza*, 4(122), 163-169.
- Molendowski F., Wiercioch M., Kałwa T.** (2011): Warianty technologii produkcji sałaty a koszty mechanizacji. *Inżynieria Rolnicza*, 8(133), 229-235.

## **EXPLOITATION EVALUATION OF THE SELECTED COMBINE HARVESTERS FOR HARVESTING GRAIN WITH THE COMPLEX INDEX METHOD**

**Abstract.** Production of high quality grain seeds requires change of worn combine harvesters used for harvesting grains. The issue of selecting an optimal machine for an agricultural farm concerns all purchasers of new or used agricultural machines. The work presents the Complex Index method which allows selection of an optimal type of a combine harvester for harvesting grains after considering many features of measuring units of varied dimensions. Evaluation was carried out based on efficiency rates, exploitation coefficients, size of operational quality and costs of harvesting, which were determined for the assessed combine harvesters during grain harvesting. At evaluation, comfort of work was also considered, which was evaluated with solutions applied in particular types of combine harvesters improving its use by an operator. For features considered at evaluation, importance degrees (ranks) were determined based on survey research of people who deal with grain production as a profession, farm owners and combine operators. Evaluation of the selected five types of grain combine harvesters at application of the method which was worked out and an optimal type was selected from among them. Class Dominator 108 combine harvester, which obtained the highest value of the Complex Index amounting to 79.18 proved to be an optimal type of a combine harvester from among the researched harvesters. The Complex Index method allowed to state explicitly that the given type of a combine harvester significantly differs with its usefulness for harvesting grains in an agricultural farm and revealed difference between comparable combine harvesters.

**Key words:** evaluation method, optimal combine, grain harvesting

**Adres do korespondencji:**

Franciszek Molendowski, e-mail: Franciszek.Molendowski@up.wroc.pl  
Instytut Inżynierii Rolniczej  
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu  
ul. Chełmońskiego 37/41  
51-630 Wrocław