

Zbigniew Siarkowski, Waldemar Lebedowicz, Michał Maciejewski*

METODA DOBORU POD WZGLĘDEM ENERGETYCZNYM MASZYN I URZĄDZEŃ STOSOWANYCH W PRODUKCJI ZBÓŻ NA PASZE

Streszczenie. Przedstawiono metodę doboru maszyn i urządzeń do produkcji zbóż na pasze dla trzody chlewnej. Istotą opracowanej metody jest baza danych oraz algorytmy przetwarzania danych. Przedstawiony przykładowo algorytm ma taką samą strukturę dla wszystkich zabiegów występujących w produkcji roślin paszowych dla trzody chlewnej. Bazy danych zawierają informacje odwzorowujące: zabiegi technologiczne, ciągniki, maszyny i urządzenia oraz materiały stosowane w procesie produkcyjnym.

Słowa kluczowe: metoda, dobór, trzoda chlewna, produkcja, zboża, pasze

WSTĘP

W chowie trzody chlewnej rozróżnia się następujące rodzaje tuczu żywienia stada [Grudniewska (red.) 1996]:

- tucz mięsny intensywny (do osiągnięcia masy ok. 105 kg),
- tucz ekstensywny (do masy ok. 150 kg),
- tucz przemysłowy (do 110–115 kg),
- tucz ciężki zielonką z okresem chudźcowym (do ok. 150 kg),
- tucz serwatką skarmianą do woli (do ok. 105 kg).

Tucz ciężki oraz tucz ekstensywny nie cieszą się zbyt dużą popularnością. Jedynym opłacalnym tuczem jest obecnie tucz intensywny – mięsny.

W produkcji towarowej stosowane są następujące technologie żywienia świń:

- zastosowanie mieszanek pełnoporcjowych sporządzonych z własnych zbóż, uzupełnionych wysokobiałkowymi paszami z zakupu;
- wykorzystanie pasz objętościowych pochodzących z własnego gospodarstwa, uzupełnionych wysokobiałkowymi paszami z zakupu.

Technologia oparta na mieszkankach pełnoporcjowych z własnych zbóż i koncentratów białkowych jest metodą najważniejszą i dominującą ze względu na łatwość sporządzania i zadawania, a także stabilną wartość pokarmową, która powoduje, iż nie trzeba

* Prof. dr hab. Zbigniew Siarkowski, mgr inż. Michał Maciejewski, dr inż. Waldemar Lebedowicz, Katedra Maszyn i Urządzeń Rolniczych Akademii Rolniczej w Lublinie

stale układać dawek dostosowanych do aktualnego zapotrzebowania poszczególnych grup świń. Pasze pełnoporcjowe mogą być zadawane na sucho, jednak zwierzęta muszą mieć stały, swobodny dostęp do wody.

Tuczu oparty na stosowaniu własnych pasz zakłada wykorzystanie wszystkiego, co wyprodukowano w gospodarstwie i co nadaje się do żywienia świń. Główne produkty to ziemniaki i zielonki, rzadziej buraki, marchew czy susz. Zaletą tego tuczu jest pełne wykorzystanie zasobów gospodarstwa, urozmaicanie pożywienia zwierząt oraz zdrowsze i często smaczniejsze mięso.

CEL PRACY

Celem pracy było opracowanie metody doboru maszyn i urządzeń, które będą wykorzystane do produkcji zbóż na cele paszowe dla trzody chlewnej. Przy opracowywaniu metody wykorzystano techniki komputerowe dotyczące projektowania i użytkowania baz danych [Delobel i Abida 1989]. Z uwagi na objętość opracowania ograniczono się do pokazania fragmentu metody, dotyczącego doboru maszyn do ochrony roślin. Wszystkie pozostałe typy maszyn będą dobierane w podobny sposób.

Metoda wymagała opracowania struktury bazy danych odwzorowującej:

- zabiegi technologiczne,
- ciągniki, maszyny i urządzenia stosowane w produkcji zbóż,
- materiały stosowane w procesie produkcyjnym.

Zakres pracy obejmował analizę uprawy zbóż. Dla każdej uprawy przeprowadzono analizę zabiegów technologicznych niezbędnych do zapewnienia najlepszego dla trzody chlewnej materiału oraz opracowano relacyjną bazę danych zoptymalizowanych w celu wykorzystania jej w aplikacji eksperckiej.

KONCEPCJA ROZWIĄZANIA PROBLEMU

W celu właściwego rozwiązania problemu rozpatrzono zagadnienie jakości i rodzaju składników pasz stosowanych w żywieniu trzody. W procesie tuczu trzody chlewnej na ubój należy dostarczyć tucznikom następujące składniki [Grudniewska (red.), 1998, Normy 1993]: węglowodany, białko, tłuszcze (lipidy), wapń (Ca), fosfor (P), sól (NaCl), żelazo (Fe), miedź (Cu), selen (Se) oraz witaminy (A, D, B₂, B₁₂, PP, B₃). Praktyka chowu trzody chlewnej pokazała, że efektywność stosowanych dawek pokarmowych w większym stopniu uzależniona jest od zbilansowania ich składu aminokwasowego niż od zawartości białka [Sokół 2001]. Bilansując skład aminokwasowy dawki pokarmowej dla trzody chlewnej, należy przede wszystkim uwzględnić zawartość lizyny, metioniny, treoniny i tryptofanu, gdyż te aminokwasy w największym stopniu decydują o wartości biologicznej białka paszy. W niektórych paszach wartość tę mogą ograniczać inne aminokwasy, jak np. histydyna w ziemniakach i burakach czy α -galaktozydy w roślinach strączkowych.

Zużycie zbilansowanej paszy na 1 kg przyrostu masy ciała zależy od jej wartości energetycznej oraz od średniego przyrostu dziennego w całym okresie tuczu, natomiast jakość rzeźna tuszy jest najsilniej warunkowana intensywnością żywienia tucznika w końcowej fazie wzrostu. U świń dobowe odkładanie białka w ciele utrzymuje się na

wysokim i względnie stałym poziomie do około 80 kg masy ciała, po czym lekko opada, podczas gdy dobowe odkładanie tłuszczu stale wzrasta, szczególnie intensywnie po przekroczeniu 90 kg masy ciała. Z tego powodu nadmierna podaż energii i zbyt wysoki przyrost dzienny w końcowym okresie tuczu prowadzą do zwiększonego odtłuszczenia tuszy.

Podstawową technologią żywienia zastosowaną w bazie danych jest wykorzystanie mieszanek pełnoporcjowych sporządzonych z własnych zbóż, uzupełnionych wysoko-białkowymi paszami z zakupu.

W tuczu trzody chlewnej na ubój można rozróżnić następujące koncepcje żywienia: żywienie z dużym udziałem ziemniaków, żywienie z mniejszym udziałem ziemniaków, żywienie z udziałem zielonek, żywienie z udziałem buraków, żywienie paszami treściwymi. W opracowanej strukturze baz danych przyjęto koncepcję żywienia paszami treściwymi.

Przy modelowaniu procesu uwzględniono najnowsze trendy w żywieniu zwierząt. Polegają one głównie na zastępowaniu pasz pochodzenia zwierzęcego paszami roślinnymi. Pasze pochodzenia zwierzęcego wywołują niekiedy zagrożenie zdrowia zwierząt i ludzi. Szczególnie korzystne efekty przynosi zastosowanie w paszach roślin strączkowych, głównie łubinu, peluszek i grochu (tab. 1).

Tabela 1. Efektywność zastąpienia PSS i mączki rybnej roślinnymi paszami białkowymi [Normy 1993]

Table 1. Efficiency of PSS and fish meal replacement with plant-origin protein fodder

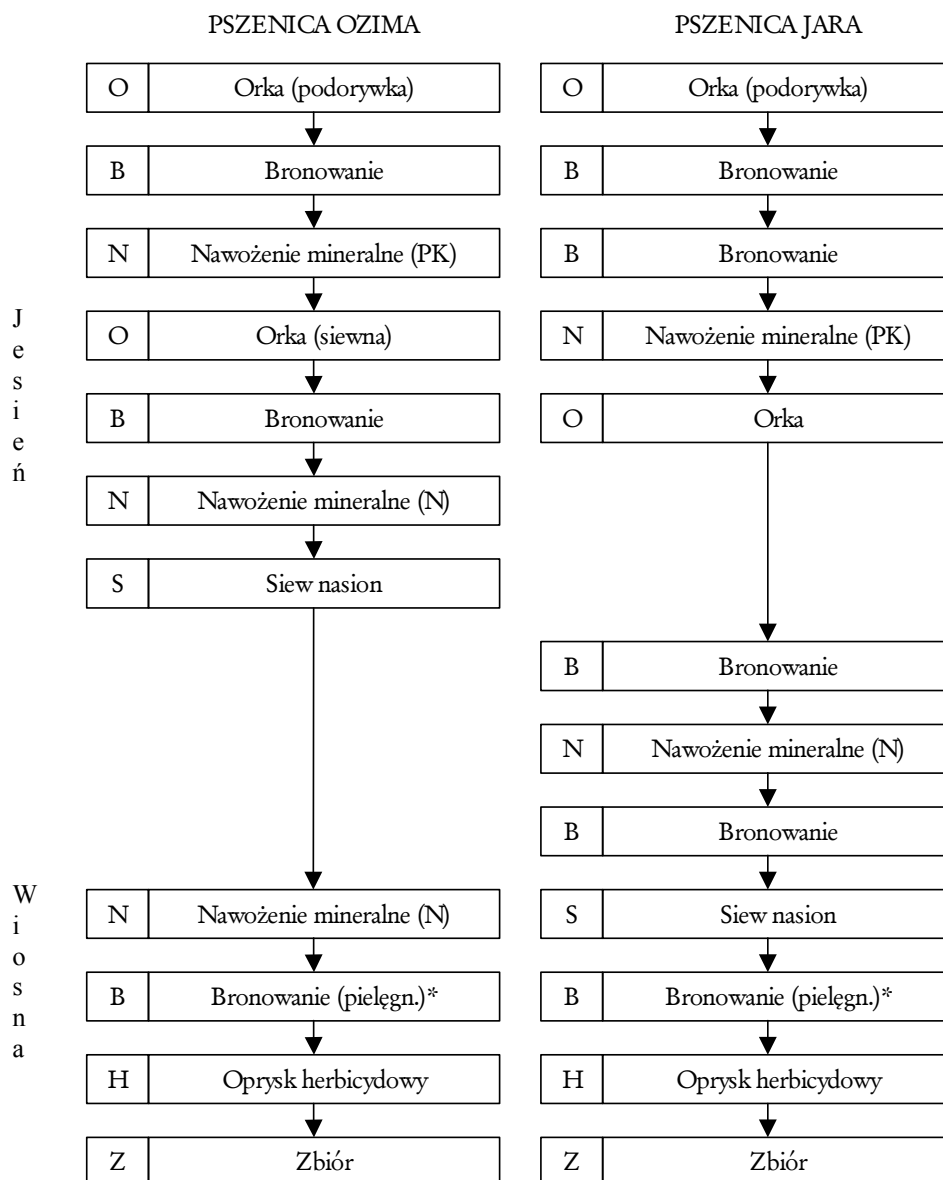
Efekty produkcyjne	Okres Tucz (kg)	I kontrolna (K)	II łubin (Ł)	III peluska (P)	IV groch (G)
Przyrosty dziennie [g]	20–60	567	514	542	563
	60–100	756	680	705	738
	20–100	648	586	624	637

W celu odwzorowania poszczególnych zabiegów technologicznych należy je zestawić w formie odpowiedniego schematu. Analiza technologii uprawy pszenicy została przedstawiona na rysunkach 1 i 2. Podobnie zostały opisane pozostałe gatunki zbóż. W zależności od tego, czy jest to odmiana ozima czy jara, występują różnice w kolejności wykonywania zabiegów. Jednak schematy te pozwalają wychwycić pewne prawidłowości i wyciągnąć ogólne wnioski odnośnie struktury bazy danych, będącej jednym z elementów metody doboru ciągników, maszyn i urządzeń [Lorencowicz 1998].

W procesie produkcji zbóż na ziarno należy wykonać sześć głównych zabiegów agrotechnicznych: orka, bronowanie, nawożenie mineralne, siew nasion, oprysk przeciw chwastom, zbiór.

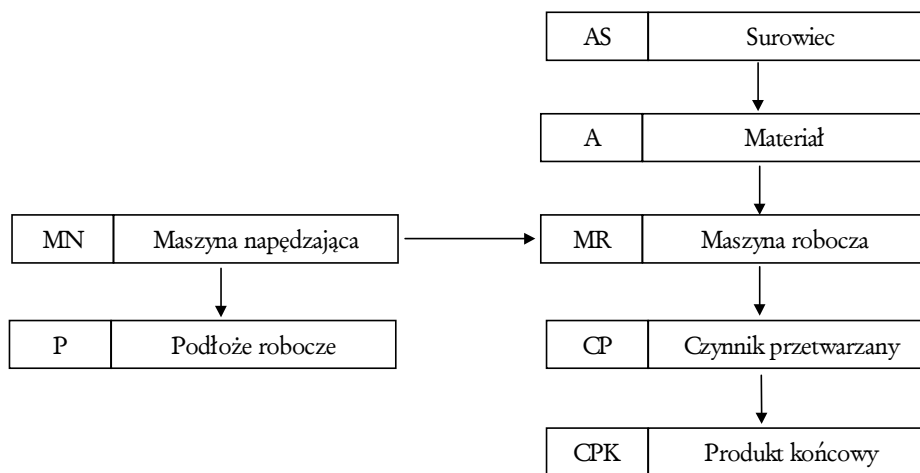
Ogólny algorytm doboru środków technicznych, które będą wykorzystane do ochrony roślin przedstawia się następująco:

1. Założenia
 - 1.1. Założenia podstawowe
 - opryskiwacz – półzawieszany
 - roślina – ziemniaki
 - powierzchnia pola – 100, ha
 - kąt pochylenia pola – $2,5^\circ$
 - stosunek boków – 0,4
 - odległość od miejsca napełniania zbiornika – 1581 m
 - 1.2. Założenia uzupełniające:
 - dawka – 400 l/ha
 - okres agrotechniczny – 5 dni
 - 1.3. Charakterystyka techniczna wybranej maszyny:
 - sposób łączenia – półzawieszany
 - symbol – P034/1
 - szerokość robocza – 10 m
 - długość maszyny – 2,9 m
 - masa – 300 kg
 - objętość zbiornika – 1 m^3
 - wydajność pompy – 80 l/min
 - minimalna moc ciągnika – 38 kW
 - wydajność W_1 – 4 ha/h
2. Wstępny dobór ciągnika
 - 2.1. Opory robocze maszyny i siła uciągu
 - Opór roboczy – $R_r = f \times g \times m$
 - f – jedn. opór roboczy
 - g – przyspieszenie ziemskie
 - m – masa maszyny roboczej
 - Siła uciągu – $P_z = l, l \times P_r$
 - R_r – opór roboczy maszyny
 - 2.2. Moc uciągu i efektywna (ze sprawności ogólnej)
 - Moc uciągu – $N_u = P_z \times v_{rob}$
 - P_z – siła uciągu
 - v_{rob} – prędkość robocza
 - Moc efektywna – $N_e = N_u \eta_0$
 - η_0 – współczynnik sprawności ogólnej
 - N_u – moc uciągu
 - 2.3. Typ i parametry techniczne ciągnika
 - typ – U4512
 - moc – 44,5 kW
 - masa – 3330 kg
 - godzinowe zużycie paliwa – 236, g/kWh
3. Bilans mocy ciągnika
 - 3.1. Moc uciągu
 - P_z – siła uciągu, $N_u = P_z \times v_{rob}$
 - v_{rob} – prędkość robocza.
 - 3.2. Moc przekazywana na WOM
 - M_p – moment nap. maszyny $N_p = M_p \times n_p$
 - n_p – prędkość kątowna WOM.



Rys. 1. Struktura zabiegów agrotechnicznych przy uprawie pszenicy. * Zabieg opcjonalny

Fig. 1. Structure of agricultural technology procedures at wheat cultivation. * Optional procedure



Rys. 2. Uogólniona struktura zabiegów agrotechnicznych stosowanych w uprawie zbóż
 Fig. 2. Overall structure of agricultural technology procedures applied at cereal cultivation

3.3. Moc na pokonanie oporów toczenia

f – jedn. opór roboczy, $N_f = f \times v_{rob} \times G$

M_c – masa ciągnika $G = (M_c + M_s + (0,8 \times M_l)) \times 9,81$

M_s – masa maszyny roboczej,

M_l – masa cieczy użytkowej.

3.4. Moc na pokonanie wzniesienia

β – kąt wzniesienia, $N_\beta = \sin \beta \times v_{rob} \times G$

3.5. Moc tracona w wyniku poślizgu

δ – współczynnik oporów toczenia, $N_\delta = (P_k \times \delta) \div (1 - \delta)$

P_z – moc na zaczepie, $P_k = P_z + P_f$

V – prędkość jazdy,

P_f – moc na pokonanie oporów toczenia.

3.6. Moc tracona w przekładniach

N_e – moc nominalna ciągnika, $N_m = N_e(1 - \eta_m)$

η_m – współczynnik sprawności mechanicznej.

3.7. Moc efektywna

$N_e = N_u + N_p + N_f + N_\beta + N_\delta + N_m$

3.8. Współczynnik obciążenia silnika, $\kappa = N_{eb} \div N_{er}$

N_{eb} – współczynnik obciążenia silnika z bilansu mocy,

N_{er} – współczynnik obciążenia silnika rzeczywisty.

4. Wydajność i liczba agregatów

4.1. Powierzchnia opryskiwana z jednego zbiornika

V – objętość zbiornika, $A_1 = V \div Q$

Q – dawka oprysku/ha.

- 4.2. Wydajność operacyjna
 - Q_w – wydajność pompy, $v = 166 \times Q_w \div (b \times Q)$
 - b – szerokość robocza,
 - v_{rob} – prędkość robocza, $W_l = b \times v_{rob}$
 - W_l – wydajność operacyjna.
- 4.3. Wydajność eksploatacyjna
 - $W_{07} \approx W_l \times k_{07}$
 - k_{07} – współczynnik wykorzystania czasu operacyjnego.
- 4.4. Wydajność dzienna
 - W_{07} – wydajność eksploatacyjna, $W_d = W_{07} \times l_h$
 - l_h – ilość godzin roboczych.
- 4.5. Wydajność w okresie agrotechnicznym.
 - W_d – wydajność dzienna, $W_a = W_d \times i_a$
 - i_a – ilość dni w okresie agrotechnicznym.
- 4.6. Liczba agregatów
 - W_a – wydajność w okresie agrotechnicznym $i_{amin} = A \div W_a$
 - A – powierzchnia uprawy.
- 4.7. Rzeczywista liczba dni pracy
 - i_a – liczba agregatów, $l_r = A \div W_d \div i_a$
5. Liczba środków transportowych
 - 5.1. Czas cyklu roboczego opryskiwacza – wóz asenizacyjny
 - pojemność zbiornika – 9,0 m³
 - symbol – T523
 - masa – 2648 kg
 - długość – 6,9 m
 - min. moc ciągnika – 55 kW
 - 5.2. Czas cyklu środka transportowego
 - $t_s = t_z + t_j + t_p$
 - $t_s = l_{prz} \div v_{rob}$
 - t_s – czas rozpylenia jednego zbiornika,
 - V_{zb} – objętość zbiornika,
 - Q – dawka oprysku / ha,
 - Q_h – wydajność pompy,
 - $t_z = V_{zb} \div Q_h$
 - $t_j = l \div v_l$
 - v_l – prędkość transportowa pełnej cysterny,
 - $t_j = l \div v_2$
 - v_2 – prędkość transportowa pustej cysterny.
 - 5.3. liczba środków transportowych.
 - $i_t = (t_z + t_j + t_p) \div t_s$
6. Zużycie paliwa
 - 6.1. Zużycie paliwa godzinowe przez ciągniki
 - N_e – moc ciągnika, $G_{pal} = N_e \times g_e \div 1000$
 - g_e – jedn. zużycie paliwa.
 - 6.2. Zużycie paliwa w całym procesie technologicznym
 - G_{pal} – godzinowe zużycie paliwa, $G_a = G_{pal} \times T_r \times t_d \times i_{at}$
 - T_r – rzeczywista liczba dni pracy,
 - t_d – godzin pracy dziennie.

6.3. Zużycie paliwa na 1 ha

$$G_{ha} = G_a \div A$$

Punkty 1 do 6 powtarzane są tyle razy, ile jest zapisanych w bazie danych maszyn i ciągników, jakie można wykorzystać w procesie ochrony roślin.

PODSUMOWANIE

Opracowano ogólną metodę doboru ciągników, maszyn i urządzeń, które mogą być wykorzystane do produkcji zbóż na cele paszowe. W pracy przedstawiono jedynie fragment metody dotyczący doboru środków technicznych do ochrony roślin. Pozostałe zabiegi występujące w procesie produkcyjnym mają podobną strukturę i były rozpatrywane w ten sam sposób. Wyboru urządzeń dokonuje się na podstawie zadanej funkcji celu, np. minimalizacji nakładów energetycznych, minimalizacji kosztów lub minimalizacji nakładów robocizny. Liczbę i rodzaj ciągników oraz maszyn i urządzeń określa się na podstawie przeglądu wszystkich możliwych zestawień agregatów uprawowych oraz uwarunkowań wynikających z warunków realizacji procesów. Weryfikacja metody zostanie przedstawiona w odrębnym opracowaniu.

PIŚMIENNICTWO

1. **Delobel C., Abida M. 1989:** Relacyjne bazy danych. Wyd. Naukowo-Techniczne. Warszawa, s. 16-23.
2. **Grudniewska B. red. 1996:** Kompleksowa produkcja trzody chlewnej. Wyd. ART Olsztyn.
3. **Grudniewska B. red. 1998:** Żywnienie trzody chlewnej. Wyd. ART Olsztyn, s. 16-23, 173.
4. **Lorencowicz E. 1988:** Tabele do ćwiczeń z użytkowania maszyn rolniczych. Wyd. AR. Lublin, s. 17.
5. Normy żywienia świń, wartość pokarmowa pasz. 1993. Omnitech Press. Warszawa.

A METHOD OF MACHINES AND DEVICES SELECTION FOR CEREAL PRODUCTION
BASED ON POWER INDUSTRY NEEDS

Summary. A method of machines and devices selection to produce cereals for swine fodder was presented. It relies on databases and data processing algorithms. The presented sample algorithm is of the same structure for every procedure occurring in swine fodder crop production. The databases contain information on: technological procedures, tractors, machines and devices applied during cereal production, as well as materials used in the production process.

Key words: method, selection, swine production, cereals, fodder

Recenzent: prof. dr hab. Adam Krysztofiak