*MOTROL, 2006, 8A, 265–270*

# MOŻLIWOŚCI SAMOZAOPATRZENIA ROLNICTWA W PALIWO SILNIKOWE

Alojzy Skrobacki

Wydział Inżynierii Produkcji, SGGW w Warszawie

**Streszczenie.** Produkcja paliwa rzepakowego w Polsce wymaga zwiększenia powierzchni zasiewów i podniesienia średniego plonu. Potrzeby paliwowe rolnictwa wynoszą około 1 mln ton. Perspektywicznie istnieje możliwość pokrycia potrzeb paliwowych rolnictwa na poziomie 80-90%. Obecny poziom kultury rolnej zapewnia efektywność energetyczną produkcji rzepaku na poziomie 2,3-2,9.

**Słowa kluczowe:** biopaliwo, rolnictwo, zużycie paliwa, rzepak

## WSTĘP

Rola i znaczenie rolnictwa w gospodarce w ostatnim dwustuleciu ulegało stopniowemu zmniejszaniu. Spowodowane to zostało przełomowymi dla cywilizacji wynalazkami, jak maszyna parowa i silnik spalinowy, które pozwoliły na wykorzystywanie kopalnych źródeł energii. Szybki rozwój energetyki przemysłowej i motoryzacji spowodował marginalizację przyrodniczych źródeł energii.

Podjęte ogólnoświatowe działania w zakresie ochrony środowiska narzucają poszczególnym państwom kierunki zmian, które zamieniane są w odpowiednie akty prawne. W Polsce wprowadzane są normy prawne wynikające z dokumentów Unii Europejskiej. W zakresie paliw silnikowych obowiązuje dyrektywa 2003/30/WE, z której wynika minimalny udział biopaliw. Do końca 2005 roku udział biopaliw miał uzyskać poziom 2%. Dotyczy to zarówno paliw do silników niskoprężnych (benzyny), jak i do silników wysokoprężnych (olej napędowy). W dyrektywie założony jest roczny wzrost udziału biopaliw w paliwach silnikowych na poziomie 0,75%, z czego wynika, iż w 2010 r. ich udział powinien wynosić 5,75%.

## CEL I ZAKRES PRACY

Celem opracowania jest określenie potencjału produkcji biopaliw i możliwości pokrycia perspektywicznych potrzeb. W opracowaniu ograniczono analizę do określenia produkcji oleju rzepakowego na potrzeby paliwowe krajowego rolnictwa.

## METODYKA

W pracy wykorzystano opracowania eksperckie w zakresie oceny potencjalnej powierzchni uprawy i plonowania rzepaku. Efektywność produkcji energii z rzepaku określono metodą analizy energetycznej [Skrobacki 1981]. W tabeli 1 zestawiono wartości przeliczników energetycznych. Wskaźnik efektywności produkcji energii określono stosunkiem wartości energii oleju rzepakowego do wartości energetycznej poniesionych nakładów.

Tabela 1. Przeliczniki energetyczne

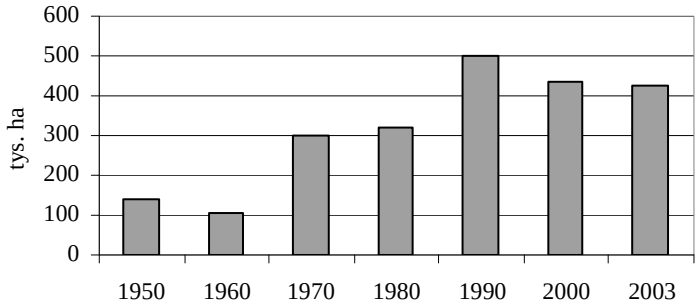
Table 1. Energy coefficients

| Materiał | Przelicznik MJ•kg$^{-1}$ |
|---|---|
| Nawozy azotowe | 77,10 |
| Nawozy fosforowe | 14,04 |
| Nawozy potasowe | 9,83 |
| Środki ochrony roślin | 109,4 |
| Nasiona | 23,05 |
| Ciągniki i maszyny | 111,71 |
| Olej napędowy | 41,90 |

## MOŻLIWOŚCI PRODUKCYJNE RZEPAKU

Powierzchnia uprawy rzepaku i rzepiku (rys. 1) do 1990 r. wzrastała (wynosiła ok. 0,5 mln ha), ale w ostatnich kilku latach nastąpił spadek powierzchni do poziomu ok. 0,4 mln ha [Ostrowska 2002]. Należy spodziewać się wzrostu powierzchni zasiewów rzepaku do około 1 mln ha [Faber 2002].

Plon rzepaku w Polsce z poziomu 1,56 t•ha$^{-1}$ w 1961 r zwiększył się do 2,42 t•ha$^{-1}$ w 2001 r. [Ostrowska 2002]. Potencjał genetyczny uprawianych roślin wykorzystany jest na poziomie poniżej 60%. Podniesienie kultury rolnej umożliwi uzyskiwanie plonów na poziomie 3,5 t•ha$^{-1}$ [Faber 2002].




Rys. 1. Powierzchnia uprawy rzepaku i rzepiku w latach 1950-2003

Fig. 1. Area of rape production in 1950-2003

W tabeli 2 zestawiono wartości dla wybranych krajów w latach 1960-2000. W Unii Europejskiej występuje systematyczny wzrost produkcji rzepaku z poziomu 0,5 mln ton w 1960 r. do poziomu 9 mln ton w 2000 r. W 2004 r. uzyskano w Polsce rekordowe zbiory, wynoszące 1633 tys. ton.

Tabela 2. Produkcja rzepaku w wybranych krajach w tys. ton

Table 2. Rape production in selected states in thousands ton

| Kraj | 1960 r. | 1970 r. | 1980 r. | 1990 r. | 2000 r. |
|---|---|---|---|---|---|
| Francja | 106 | 615 | 1 093 | 1 976 | 3 569 |
| Niemcy | 246 | 366 | 686 | 2 088 | 3 585 |
| Wielka Brytania | 2 | 8 | 300 | 1 258 | 1 129 |
| UE | 534 | 1 256 | 2 743 | 6 896 | 9 047 |
| **Polska** | **257** | **1 566** | **571** | **1 206** | **958** |

Hipotetyczną wielkość produkcji rzepaku w Polsce dla różnych wariantów powierzchni zasiewów i wielkości średniego plonu przedstawiono w tabeli 3. Najniższy poziom produkcji, 1250 tys. ton, odpowiada obecnemu poziomowi plonowania (2,5 t•ha$^{-1}$) dla powierzchni zasiewów 0,5 mln ha. Poziom produkcji rzepaku wynoszący ponad 4 mln ton jest możliwy przy średnim plonie 3,5 t•ha$^{-1}$ i powierzchni zasiewów 1,25 mln ha. Plony na poziomie 3,5 t•ha$^{-1}$ obecnie są osiągane na bardzo dobrych kompleksach glebowych i przy wysokiej kulturze rolnej.

Tabela 3. Warianty produkcji rzepaku w Polsce w tys. ton

Table 3. Variants of rape production in Poland in thousand ton

| Powierzchnia zasiewów w tys. ha | Plon w t•ha$^{-1}$ | | |
|---|---|---|---|
| | 2,5 | 3,0 | 3,5 |
| 500 | 1 250 | 1 500 | 1 750 |
| 750 | 1 875 | 2 250 | 2 625 |
| 1 000 | 2 500 | 3 000 | 3 500 |
| 1 250 | 3 125 | 3 750 | 4 350 |

Dostępna ilość rzepaku przeznaczonego na cele energetyczne wynika z aktualnego poziomu produkcji, pomniejszonego o ilość rzepaku zagospodarowanego na cele konsumpcyjne. Zużycie konsumpcyjne rzepaku kształtuje się na poziomie około 800 tys. ton. W tabeli 4 zestawiono hipotetyczne ilości rzepaku do zagospodarowania na biopaliwo, zgodnie z przyjętymi w tabeli 3 wariantami produkcji rzepaku. Hipotetyczne ilości estrów uzyskanych z oleju rzepakowego zestawiono w tabeli 5.

Tabela 4. Warianty ilości rzepaku na biopaliwo w tys. ton

Table 4. Variants of rape amount for biofuels in thousand ton

| Powierzchnia zasiewów w tys. ha | Plon w t•ha$^{-1}$ | | |
|---|---|---|---|
| | 2,5 | 3,0 | 3,5 |
| 500 | 450 | 700 | 950 |
| 750 | 1 075 | 1 450 | 1 825 |
| 1 000 | 1 700 | 2 200 | 2 700 |
| 1 250 | 2 325 | 2 950 | 3 575 |

Tabela 5. Warianty ilości estrów w tys. ton

Table 5. Variants of FAME in thousand ton

| Powierzchnia zasiewów w tys. ha | Plon w t•ha$^{-1}$ | | |
|---|---|---|---|
| | 2,5 | 3,0 | 3,5 |
| 500 | 157,5 | 245,0 | 332,5 |
| 750 | 376,3 | 507,5 | 638,8 |
| 1 000 | 595,0 | 770,0 | 945,0 |
| 1 250 | 813,8 | 1 032,5 | 1 251,3 |

Przyjęty zakres rozważań warunków produkcyjnych rzepaku wskazuje na możliwość produkcji estrów w przedziale 150-1250 tys. ton. Biorąc pod uwagę, że zwiększanie powierzchni uprawy rzepaku związane będzie z użytkowaniem gleb o średniej żyzności, wystąpi ograniczenie średniej wartości plonu rzepaku. Przy wysokiej kulturze rolnej można oczekiwać, że realna wielkość produkcji estrów wyniesie 500-900 tys. ton.

## EFEKTYWNOŚĆ PRODUKCJI ENERGII Z RZEPAKU

Sprawność procesu energetycznego określana jest wyrażeniem

$$\eta = E_p/E$$

gdzie:

$\eta$ – sprawność,
$E_p$ – wartość energetyczna produktu (energia wyjścia),
$E$ – nakłady energetyczne na realizację procesu (energia wejścia).

Główny składnik energii zużywanej w produkcji roślinnej to energia słoneczna:

$$E = E_s + E_d$$

gdzie:

$E$ – energia zużyta,
$E_s$ – energia słoneczna,
$E_d$ – energia dodana

Rozpatrywanie sprawności energetycznej produkcji roślinnej jest trudne i zbędne. Pod względem nakładów energii w produkcji roślinnej ponoszonych przez człowieka istotna jest wartość sumy energii dodanej przez niego w postaci materiałów i środków:

$$E_d = \Sigma(E_1 + E_2 + E_3 + E_4 + E_5)$$

gdzie:

$E_1$ – energia równoważna nawozów,
$E_2$ – energia równoważna środków ochrony roślin,
$E_3$ – energia równoważna nasion,
$E_4$ –energia równoważna maszyn,
$E_5$ – energia zużytego paliwa.

Jeżeli mamy rozpatrywać tylko zużycie energii dodanej, to stosunek wartości energii zawartej w oleju rzepakowym do wartości energii dodanej określimy jako sprawność pozorną ($\eta_p$).

$$\eta_p = E_p/E_d$$

Określenie „sprawność pozorna" możemy zastąpić terminem „efektywność produkcji energii odnawialnej" (EREP).

Wyniki analizy energetycznej dla trzech wariantów produkcji rzepaku w postaci wskaźników energetycznych zestawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Wskaźniki energetyczne produkcji rzepaku

Table 6. Energy indexes of rape production

| Wariant produkcji | A | B | C |
|---|---|---|---|
| Nakłady, GJ•ha$^{-1}$ | 12,36 | 14,14 | 21,00 |
| Plon energii, GJ•ha$^{-1}$ | 28,97 | 36,21 | 61,4 |
| Efektywność produkcji energii | 2,34 | 2,56 | 2,90 |

Uzyskane wartości efektywności produkcji rzepaku na cele energetyczne wskazują na zasadność wykorzystania do produkcji biopaliwa. Wartość wskaźnika efektywności produkcji energii odnawialnej z rzepaku kształtuje się na poziomie 2,3–2,9.

## POTRZEBY PALIWOWE W PRODUKCJI ROŚLINNEJ

Potrzeby paliwowe w produkcji rolniczej warunkowane są wieloma czynnikami, jak np.: warunki glebowe, rozłóg pól, technologia produkcji [Skrobacki 1986, 1988]. W skali globalnej poziom zużycia paliw silnikowych (w pracach polowych prawie 100% stanowią silniki wysokoprężne) można przyjąć w przedziale 60–100 kg•ha$^{-1}$. Powierzchnia użytków rolnych kształtuje się na poziomie 16 mln ha. W tabeli 7 zestawiono wartości zapotrzebowania rolnictwa na paliwo silnikowe.

Tabela 7. Potrzeby paliwowe rolnictwa

Table 7. Requirement of engine fuel on agriculture

| Wariant | A | B |
|---|---|---|
| Powierzchnia użytków rolnych, mln ha | 16 | 16 |
| Poziom zużycia paliwa, kg•ha$^{-1}$ | 60 | 100 |
| Potrzeby paliwowe, tys. t | 960 | 1 600 |

## WNIOSKI

Zwiększenie powierzchni zasiewów rzepaku i zachowanie wysokiej kultury rolnej umożliwi uzyskanie produkcji estrów na poziomie 500-900 tys. ton.

Uzyskane wartości efektywności produkcji rzepaku na cele energetyczne wskazują na zasadność wykorzystania rzepaku do produkcji biopaliwa. Wartość wskaźnika efektywności produkcji energii odnawialnej z rzepaku kształtuje się na poziomie 2,3–2,9.

Zapotrzebowanie rolnictwa na paliwa silnikowe kształtuje się na poziomie około 1 mln ton.

Produkcja estrów na bazie rzepaku nie pokryje w pełni zapotrzebowania rolnictwa na paliwa silnikowe przy bezpośrednim stosowaniu estrów jako paliwa.

## PIŚMIENNICTWO

Bocheński C. 2005: Mini wytwórnia paliwa rzepakowego, pierwsze doświadczenia eksploatacyjne. Wieś Jutra 8/9 (85/86), 10–11.

Budzyński W., Jankowski K. 2002: Technologie produkcji nasion rzepaku ozimego. Wieś Jutra 2 (43), 9–11.

Budzyński W., Jankowski K. 2003: Uprawa rzepaku ozimego jako surowca dla przemysłu petrochemicznego. Wieś Jutra 2 (55), 34–38.

Faber A. 2002: Czynniki warunkujące plonowanie i nawożenie rzepaku. Wieś Jutra 2 (43), 13–14.

Faber A. 2005: Potencjał uprawy roślin energetycznych w Polsce. Wieś Jutra 7 (84), 21–22.

Kuś J. 2004: Prognozowane zmiany w zasiewach w świetle planowanego wzrostu powierzchni uprawy roślin na cele energetyczne. Wieś Jutra 3 (68), 50–52.

Ostrowska D. 2002: Stan i perspektywy produkcji rzepaku w Polsce i krajach Unii Europejskiej. Wieś Jutra 2 (43), 1–2.

Richards I. R. 2000: Energy balances in the growth of oilseed raape for biodiesel and wheat for bioethanol. Levington Agriculture Report. British Assosiation for Bio Fuels and Oils.

Skrobacki A. 1981: Analiza energetyczna produkcji rolniczej. Postępy Nauk Rolniczych, 1/82, 49–56.

Skrobacki A. 1986: Wpływ czynników przyrodniczych i organizacyjnych na zużycie paliw silnikowych w procesach trakcyjnych w gospodarstwie rolnym. Rozprawy Naukowe i Monografie. Wydawnictwo SGGW.

Skrobacki A. 1988: Wpływ niektórych czynników na zużycie paliw silnikowych w produkcji rolniczej. Roczniki Nauk Rolniczych s. C, 77, 4.

Skrobacki A. 2002: Sprawność energetyczna produkcji rzepaku na cele energetyczne. Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych 486, 87–92.

Skrobacki A. 2005: Przemiany w polskim rolnictwie. Wieś Jutra 8/9 (85/86), 1–3

Wójcicki Z. 2003: Potencjał odnawialnych zasobów energii w rolnictwie. Wieś Jutra 2 (55), 8–10.

## POSSIBILITY OF SELF-SUPPLY OF AGRICULTURE WITH ENGINE FUEL

**Summary.** Production of rapeseed's fuel in Poland demands enlargements of surface of sowings and increase of average yield. Requirement of fuel for agriculture amounts to about 1 million ton. In perspective there are possibilities to cover the fuel needs at the level of 80-90%. The present state of farming allows to secure the energy effectiveness of rape production at the level of 2,3–2,9.

**Key words**: biofuel, agriculture, fuels consumption, rape

Recenzent: prof. dr hab. inż. Eugeniusz Krasowski