

## ŚWIATOWE TENDENCJE W TECHNICIE ROLNICZEJ

Jan Pawlak

Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa w Warszawie

**Synopsis:** Rola techniki rolniczej systematycznie rośnie. Wzrostowi temu towarzyszyła i towarzyszy ewolucja podejścia do rozwiązywania problemów związanych z rozwojem rolnictwa. Do końca II Wojny Światowej było to podejście redukcjonistyczne. Od początku lat pięćdziesiątych XX wieku w krajach rozwiniętych pojawiła się i stopniowo nabiera coraz większego znaczenia opcja holistyczna. W przyszłości będzie ona dominować.

**Słowa kluczowe:** technika rolnicza, tendencja rozwoju, rolnictwo, postęp techniczny, ochrona środowiska, efektywność ekonomiczna.

### Wprowadzenie

Technika rolnicza (w szerszym ujęciu - inżynieria rolnicza) jest wykorzystaniem koncepcji i metodologii oraz możliwości analizy i projektowania właściwych dla inżynierii w procesach związanych z systemami biologicznymi i ich pochodnymi.

Celem tego artykułu jest identyfikacja i charakterystyka niektórych etapów rozwoju techniki rolniczej na tle zmian zachodzących w rolnictwie krajów rozwiniętych oraz próba prognozy.

### Cele techniki rolniczej

Początkowo technika rolnicza spełniała rolę usługową w stosunku do produkcji roślinnej i zwierzęcej oraz konserwacji i przetwarzania produktów. Obecnie jej podstawowymi zadaniami są [Pellizzi, 1992]:

- zmniejszanie kosztów produkcji,
- zapewnienie bezpiecznych i nie zagrażających zdrowiu warunków pracy personelu oraz dobrych warunków utrzymania zwierząt,
- optymalizacja jakości produktów,
- ochrona środowiska naturalnego,
- zapewnienie elastyczności systemów produkcji.

Do tych zadań należałoby dodać jeszcze jedno, a mianowicie zwiększenie wydajności pracy. Ponadto podstawowe znaczenie ma poprawa efektywności nakładów produkcyjnych, nie zawsze jednoznaczna z minimalizacją kosztów produkcji. Zmniejszanie kosztów stanowi tylko jeden ze sposobów zwiększania efektywności.

### Technika rolnicza w przeobrażającym się rolnictwie

Rozwój rolnictwa i techniki rolniczej ma charakter ewolucyjny. Wyróżnić można kilka etapów tego rozwoju. W niniejszych rozważaniach ograniczę się do trzech ostatnich z nich.

Już w XIX wieku postęp w rolnictwie Europy i Ameryki Północnej był wyraźny i zaznaczał się m.in. w sferze chemii rolnej, hodowli roślin i zwierząt, a także budownictwa oraz maszyn i narzędzi rolniczych. Wzrastały plony w warunkach stosowania pracochłonnych metod produkcji. Mimo doskonalenia maszyn i rozwoju ich produkcji (także na ziemiach polskich) względny udział kapitału w strukturze czynników produkcji był niewielki (tab. 1).

Przy redukcjonistycznym podejściu do problematyki rozwoju rolnictwa i eksploatacji zasobów naturalnych każdy z elementów postępu był w tym etapie traktowany osobno, bez uwzględnienia powiązań i współzależności pomiędzy nimi.

Duże zasoby oraz taniość siły roboczej w większości krajów nie zachęcały w tym etapie do substytucji pracy żywej uprzedmiotowioną. Proces ten, jak i wzrost wydajności pracy, przebiegał powoli.

Zasadniczą zmianę sytuacji przyniosło ożywienie gospodarcze po zakończeniu II wojny światowej, które spowodowało odpływ siły roboczej z rolnictwa oraz wzrost kosztów robocizny. Dlatego w kolejnym etapie, który w krajach wysoko rozwiniętych występował w latach 1950-1985 [Pellizzi, 1992], nastąpił dynamiczny wzrost poziomu motoryzacji i mechanizacji rolnictwa, umożliwiający substytucję pracy żywej pracą uprzedmiotowioną oraz zwiększenie wydajności pracy. Postępująca motoryzacja i technizacja rolnictwa oraz niski poziom cen nośników energii, zwłaszcza ropy naftowej (do 1973 r.) powodował, że nakłady materiałowo-energetyczne w rolnictwie szybko rosły.

W miarę postępu mechanizacji i techniki rolniczej w ogóle coraz więcej uwagi zaczęto poświęcać warunkom pracy. Badania naukowe w zakresie ergonomii

T a b e l a 1

## Ewolucja koncepcji rolnictwa i roli techniki rolniczej

T a b l e 1

## Evolution of the concept of agriculture and the significance of agricultural technology

Udział nakładów:	- pracy	wysoki	↓	↘
	- kapitału	niski	↑	↘
	- materiałowo-energetycznych	niski	↑	↓
Rola systemów informacji naukowo-technicznej i ekonomicznej		•	/	↑
Znaczenie:	- warunków pracy	•	/	↑
	- warunków utrzymania zwierząt	•	/	↑
	- ochrony środowiska	•	/	↑
Kompleksowe podejście do eksploatacji zasobów naturalnych		brak	/	↑
Okres		1820-1949	1950-1985	1986-2010

oraz innowacje w konstrukcji maszyn rolniczych spowodowały znaczną poprawę tych warunków.

Pod koniec tego etapu zaczęła ulegać modyfikacji koncepcja roli i celów rolnictwa. Jeszcze do niedawna rolnictwo było traktowane jako zbiór działalności, za pomocą których człowiek wykorzystuje zasoby ziemi, siły roboczej, nawozów, pestycydów, sprzętu rolniczego i innych środków w celu zaspokojenia popytu na produkty żywnościowe i inne surowce pochodzenia rolniczego. Dopiero w ciągu ostatniego dziesięciolecia zaczęto zdawać sobie sprawę z tego, że sposób w jaki wykorzystujemy te zasoby ma wpływ na stan wielu dóbr, które społeczeństwo uważa za ważne. Dotyczy to szczególnie środowiska naturalnego. Troska o jego ochronę staje się integralnym elementem polityki rolnej [Speelman, 1993].

Konieczność bardziej kompleksowego podejścia do czynników produkcji i efektów działalności rolniczej w warunkach nasilającej się konkurencji na światowym rynku żywności przesądza o rosnącej roli informacji naukowo-technicznej i ekonomicznej.

Dalszy dynamiczny wzrost znaczenia informacji naukowo-technicznej i ekonomicznej jest jedną z najbardziej charakterystycznych cech kolejnego etapu

ewolucji rolnictwa i techniki rolniczej, jaki w krajach wysoko rozwiniętych zaczął się w drugiej połowie lat osiemdziesiątych XX wieku. Na zmiany zachodzące w tym etapie w istotny sposób rzutuje ogólnoswiatowa recesja gospodarcza, która wymusza dążenie do zwiększania efektywności nakładów. Etap ten cechuje drastyczne zmniejszenie nakładów na inwestycje związane z techniką rolniczą.

Wraz ze zmianami sytuacji gospodarczej oraz ewolucją świadomości społeczeństwa następuje zmiana proporcji czynników produkcji. Maleje rola nakładów materiałowo-energetycznych na korzyść czynników niematerialnych o charakterze kulturowym, a przede wszystkim - informacji i doradztwa rolniczego.

Zmniejszenie popytu na maszyny rolnicze powoduje, że bardziej znaczący producenci maszyn rolniczych nastawiają się na wprowadzanie innowacji poprawiających warunki i zwiększających bezpieczeństwo pracy personelu w rolnictwie, umożliwiających zmniejszenie nakładów energii oraz niekorzystnego oddziaływania na środowisko naturalne. Udoskonalenia konstrukcyjne maszyn pozwalają na zmniejszenie dawek środków ochrony roślin na jednostkę powierzchni przy lepszym ich rozmieszczeniu na chronionych obiektach. Maszyny do zlokalizowanego podawania nawozów do strefy korzeni uprawianych roślin pozwalają na zmniejszenie dawek nawozów przy jednoczesnym lepszym ich wykorzystaniu przez rośliny i zmniejszeniu wypłukiwania do wód gruntowych [Pellizzi, 1991]. Urządzenia do uzdatniania odchodów zwierzęcych wydatnie zmniejszają zagrożenia dla środowiska. Uszczelnienie zbiorników na gnojowicę zapobiega zanieczyszczaniu wód gruntowych, zaś wglębne wprowadzanie gnojowicy do gleby powoduje zmniejszenie emisji szkodliwych gazów do atmosfery [Mandarsloot i in., 1993].

Wprowadzanie rozwiązań powodujących zmniejszenie strat i uszkodzeń przy zbiorze oraz podczas przechowywania płodów rolnych powoduje, że na każdą jednostkę uzyskanego produktu przypadają mniejsze ilości środków chemicznych (nawozów i pestycydów). W produkcji zwierzęcej wprowadzenie automatycznych urządzeń zapewniających dobre warunki mikroklimatyczne w budynkach powoduje nie tylko poprawę efektywności nakładów pasz, ale dzięki wzrostowi produktywności zwierząt - stwarza możliwości zmniejszenia ich pogłowia, co ma już bezpośredni wpływ na ilość produkowanych odchodów oraz emisję amoniaku i innych gazów szkodliwych dla środowiska.

Skuteczność przedsięwzięć w zakresie techniki rolniczej zależy od ich ścisłego powiązania z doskonaleniem systemów produkcji oraz z postępem biologicznym. Tylko ścisła integracja tych czynników daje gwarancję wyboru skutecznych i ekonomicznie uzasadnionych działań mających na celu ochronę środowiska.

Jednym z przykładów nowych rozwiązań systemowych jest system przestrzennie zróżnicowanej produkcji rolniczej - angielska nazwa: Spatialy



Variable Agricultural Production System (SVAPS). Polega on na zmiennym stosowaniu zabiegów technologicznych, głównie chemizacyjnych (ochrona roślin, nawożenie), w zależności od stanu zachwaszczenia, plonu, typu i żyzności gleb itp. System przestrzennie zróżnicowanej produkcji rolniczej może dać znaczne korzyści z punktu widzenia ochrony środowisk dzięki zmniejszeniu ilości stosowanych środków chemicznych (nawozów i pestycydów) oraz poprawie efektywności ich wykorzystania przez rośliny.

Wraz ze wdrożeniem systemu przestrzennie zróżnicowanej produkcji rolniczej pojawi się konieczność monitorowania stanu gleb i roślin [Reitz, Kutzbach, 1993], co będzie się wiązało z dodatkowymi kosztami.

Jednym ze sposobów zwiększenia efektywności nakładów w produkcji roślinnej jest wprowadzanie nowych odmian roślin, lepiej przystosowanych do lokalnych warunków glebowych i klimatycznych, odpornych na choroby i szkodniki, dobrze wykorzystujących energię promieni słonecznych, wodę oraz substancje pokarmowe zawarte w glebie i dających wysokie plony. Zwiększenie odporności roślin na choroby i szkodniki pozwoli na zmniejszenie liczby oprysków, a tym samym - ilości przewożonej cieczy roboczej.

### **Przyszłe kierunki ewolucji techniki rolniczej**

Przewiduje się, że w zakresie produkcji roślinnej będzie następować dalsze doskonalenie:

- systemów odwadniania i nawadniania gruntów przy zastosowaniu monitorowania jakości wody i gleb;

- zabiegów uprawy, nawożenia, siewu i pielęgnacji oraz ochrony roślin w kierunku zmniejszania ugniatania gleby, redukcji dawek nawozów i pestycydów oraz nakładów energii;

- metod zbioru, obróbki po zbiorze, przechowywania i przemieszczania w celu zmniejszenia strat oraz nakładów materiałowo-energetycznych;

- zastosowania sztucznej wizji w urządzeniach rolniczych.

W produkcji zwierzęcej przewiduje się dalszy postęp w zakresie:

- regulacji mikroklimatu w budynkach inwentarskich i systemach utrzymania zwierząt;

- automatyzacji i robotyzacji, zwłaszcza czynności szczególnie uciążliwych;

- obniżania materiałochłonności i kapitałochłonności budynków inwentarskich przy zachowaniu ich walorów funkcjonalnych i warunków środowiska;

- skomputeryzowanych systemów informacji i sterowania.

W całym rolnictwie wzrastać będzie rola:

- ochrony środowiska,
- poprawy efektywności nakładów produkcyjnych,
- poprawy warunków pracy.

O tempie i kierunkach przyszłych przeobrażeń przesądzać będą czynniki ekonomiczne. Podstawowym czynnikiem będzie ekonomiczna efektywność wprowadzanych zmian, zależna od sytuacji gospodarczej (nie tylko w rolnictwie).

Wdrożenie nowych systemów produkcji będzie następowało wówczas, gdy efektywność nakładów produkcyjnych w przypadku ich stosowania jest wyższa bądź równa efektywności nakładów ponoszonych przy stosowaniu konwencjonalnego systemu produkcji:

$$E_1 > E \quad (1)$$

- gdzie:  $E_1$  - efektywność nakładów przy stosowaniu nowego systemu produkcji rolniczej,  
 $E$  - efektywność nakładów przy stosowaniu systemu konwencjonalnego.

Efektywność nakładów na produkcję rolniczą można oszacować posługując się wzorem:

$$E = \frac{P}{C_f + C_p + C_e + C_m + C_z + C_l + C_o} \quad (2)$$

- gdzie:  $P$  - wartość produkcji rolniczej oraz korzyści niematerialnych [zł],  
 $C_f$  - koszt zużytych nawozów i pasz [zł],  
 $C_p$  - koszt zużytych pestycydów i leków weterynaryjnych [zł],  
 $C_e$  - koszt degradacji środowiska naturalnego [zł],  
 $C_m$  - koszt eksploatacji maszyn rolniczych [zł],  
 $C_z$  - koszt leczenia chorób zawodowych [zł],  
 $C_l$  - koszt robocizny [zł],  
 $C_o$  - inne koszty [zł].

Sprawą do rozwiązania pozostaje wycena niektórych składników kosztów oraz korzyści niematerialnych. O trudnościach z tym związanych można się zorientować przy szacowaniu kosztów degradacji środowiska.

Koszt degradacji środowiska naturalnego może być oszacowany na podstawie nakładów, które są niezbędne do przywrócenia prawidłowych parametrów gleby, wody i powietrza oraz wydatków na ochronę zdrowia, spowodowanych skażeniem środowiska. Można się przy tym posłużyć formułą:

$$C_e = C_w + C_g + C_z + C_i \quad (3)$$

gdzie:  $C_w$  - nakłady na ochronę wód [zł],  
 $C_g$  - nakłady na ochronę gruntów [zł],  
 $C_z$  - wydatki na ochronę zdrowia, spowodowane skażeniem produktów rolniczych i ogólnym pogorszeniem zdrowotności środowiska [zł],  
 $C_i$  - inne koszty degradacji naturalnego środowiska [zł].

Koszt ten jest trudny do określenia, przede wszystkim z powodu braku niezbędnych danych wejściowych. Dotychczas w Polsce nie prowadzono badań, które mogłyby takich danych dostarczyć. Także za granicą stan wiedzy w tym zakresie jest niewystarczający. Nie wszystkie działania zmierzające do ochrony środowiska mogą być przedmiotem analizy kosztów i zysków. Wielu korzyści nie da się wyrazić w pieniądzu [De Backer, 1989].

### Podsumowanie i wnioski

Zmiany w technice rolniczej są ściśle powiązane z przeobrażeniami zachodzącymi w rolnictwie i w całej gospodarce. Przechodzenie od redukcjonistycznego do holistycznego podejścia do postępu rolniczego powoduje, że rola informacji naukowo-technicznej i ekonomicznej będzie dynamicznie rosła.

Źródłem tej informacji powinny być rzetelne badania naukowe, pozwalające wyjaśnić istotę, przyczyny, mechanizmy i następstwa zachodzących procesów oraz wzajemne współzależności pomiędzy tymi procesami i czynnikami mającymi na nie wpływ.

Złożoność omawianych zjawisk będzie wymuszała tworzenie interdyscyplinarnych zespołów badawczych, bowiem tylko takie zespoły będą w stanie określić wszystkie istotne czynniki oraz wyjaśnić współzależności pomiędzy nimi.

### Literatura

1. De Backer L.W. (1989): Land and water use: An iterative conservation process. Land and Water Use. Dodd & Grace (eds), Balkema, Rotterdam, p. 241-252.
2. Mandersloot F., van der Kamp A., van Scheppingen A.T.J. (1993): Farm economic consequences of reducing nitrogen losses on dairy farms. Proceedings XXV CIOSTA-CIGR V Congress. Wageningen, p. 377-385.
3. Pawlak J. (1986): Warunki pracy a wydajności eksploatacyjne maszyn i urządzeń. Roczn. Nauk Roln., Seria C Technika Rolnicza, T. 77-C-1, s. 81-93.
4. Pawlak J. (1993): System przestrzennie zróżnicowanej produkcji rolniczej

- a mechanizacja rolnictwa. Prace Nauk.-Bad. Nr 1, s. 54-65.
5. Pawlak J. (1993): Postęp biologiczny a koszty eksploatacji maszyn. Inż. Syst. Bioagrotechn., z. 3, s. 96-102.
  6. Pellizzi G. (1991): Ecco cosa insegna l'analisi energetica dell'agricoltura. Macchine & Motori Agricoli nr 6, p. 15-17.
  7. Pellizzi G. (1992): Trends in agricultural engineering. Zemědělská Technika, R. 38, nr 5, p. 255-270.
  8. Reitz P., Kutzbach H.D. (1993): Measurement techniques for yield mapping during grain harvesting with combines. Proceedings XXV CIOSTA-CIGR V Congress. Wageningen, p. 48-54.
  9. Speelman L. (1993): Farming and a future, technical solutions for political problems. Proceedings XXV CIOSTA-CIGR Congress. Wageningen, p. 13-19.

J. Pawlak

## WORLD TENDENCIES IN AGRICULTURAL TECHNOLOGY

### S u m m a r y

Economic boom after the World War II caused the manpower egress from agriculture and the rise in price of the labor. The refore in 1950-1985, the motorization and mechanization level rised in agriculture of industrialized countries bringing about the increase of labor productivity with growing material and energy inputs. Together with the technological progress the more and more attention has been paid to the work conditions and to the environment protection.

Present world economic recession constrains the augmentation of the efficiency of inputs. The dramatic diminution of investments related to the agricultural engineering has been observed. Role of material and energy inputs decreases in favour of non-material factors. Evolution from the reductionist to the holistic approach in understanding of the technological progress will cause the growing impact of the sientific and economic information. Investigations carried out by interdisciplinary research teams should give such an information, concerning significant factors effecting processes taken into consideration, as well as the correlations between them.