

Rola postępu technicznego w rozwoju produkcji rolniczej

Jan Pawlak^{1,2}, Zdzisław Wójcicki¹

¹ *Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa*

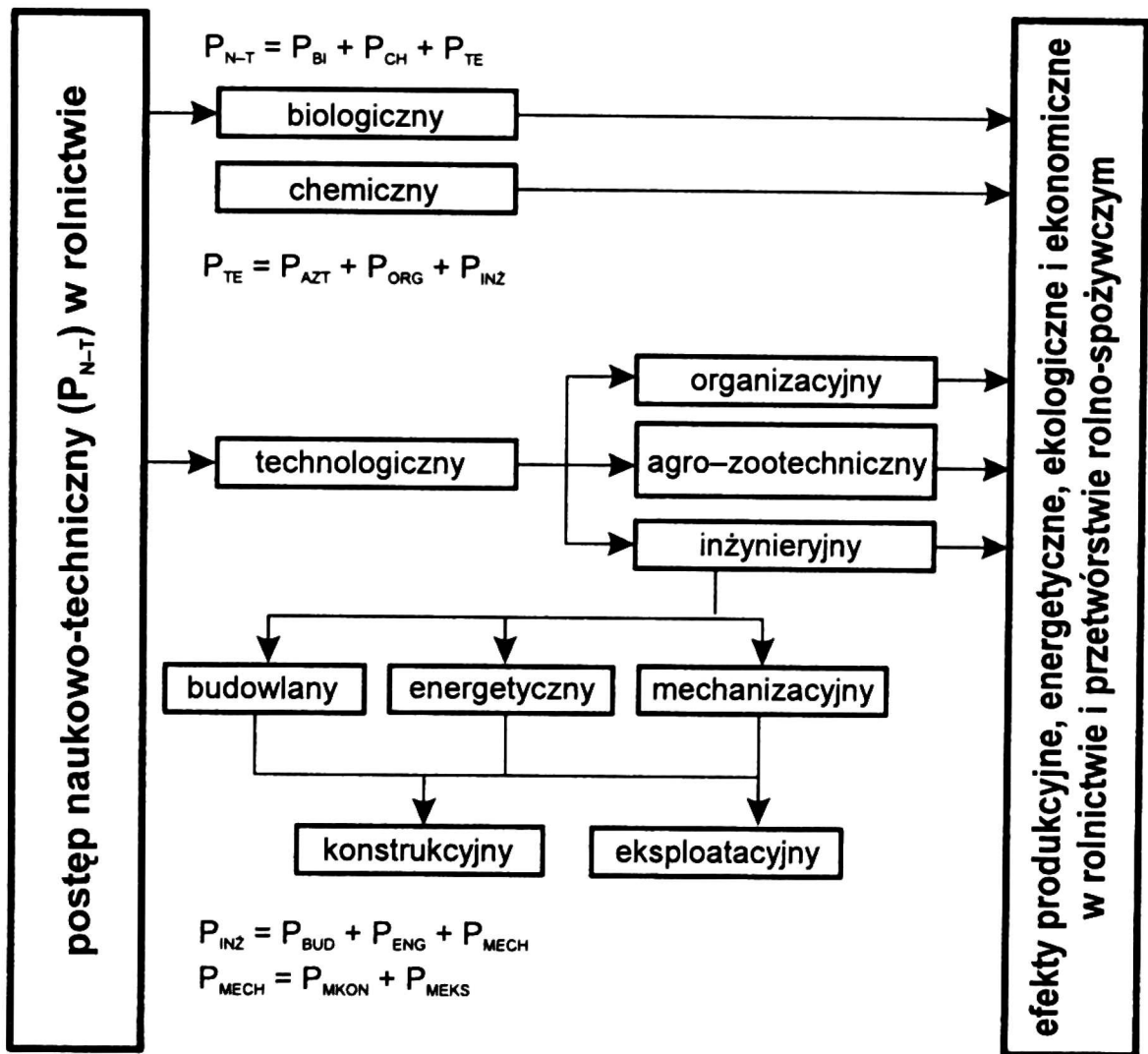
² *Katedra Elektrotechniki i Energetyki, Uniwersytet Warmińsko-Mazurski
ul. Michała Oczapowskiego 11, 10-719 Olsztyn
e-mail: jpawlak@ibmer.waw.pl*

Słowa kluczowe: postęp naukowo-techniczny, rolnictwo, znaczenie, perspektywy

Wprowadzenie

Zmiany zachodzące w gospodarce światowej powodują, że zmienia się między innymi rola rolnictwa. Wciąż jednak podstawowym jego zadaniem pozostaje zapewnienie bezpieczeństwa żywnościowego ludności. Według Clarke'a i Friedricha [3] w skali globalnej produkuje się obecnie wystarczającą ilość żywności, aby wyżywić całą ludność świata. Mimo to prawie 800 milionów ludzi na świecie głoduje. Zastosowanie współczesnych osiągnięć nauki rolniczej umożliwiłoby uzyskanie światowej produkcji żywności na poziomie wystarczającym do wyżywienia ponad 12 miliardów osób. Wymagałoby to jednak kompleksowej aplikacji dostępnych obecnie rozwiązań będących efektem postępu w różnych dyscyplinach związanych z produkcją rolniczą. Istotną rolę w rozwiązaniu tego problemu powinien odegrać postęp naukowo-techniczny w rolnictwie. Celowo unika się tu (rys. 1) nazwy „postęp techniczny”, który rozumiany jest najczęściej jako wynik oddziaływania maszyn i innych urządzeń technicznych, rozszerzając problematykę na „postęp inżynierski”, który obejmuje postęp budowlany, energetyczny i mechanizacyjny i może być efektem nowych konstrukcji technicznych, energetycznych i budowlanych lub racjonalizacji eksploatacji środków trwałych.

Postęp naukowo-techniczny może być definiowany jako nieuchronny i kumulujący się wynik kompleksu działalności badawczo-rozwojowej i wdrożeniowej oraz oświatowo-doradczej i informacyjnej. Celem oddziaływania tego postępu jest coraz lepsze poznanie praw otaczającej nas przyrody i upowszechnianie zdobytej wiedzy, aby:



Rysunek 1. Rodzaje postępu naukowo-technicznego (P_{N-T}) w rolnictwie [13]

- w makroskali kraju, kontynentu czy świata polepszać społeczno-gospodarcze warunki bytowe ludności, przy zachowaniu ekosystemu i racjonalnym kształtowaniu środowiska przemysłowego, komunalnego, rolniczego i leśnego;
- w mikroskali rodziny, gospodarstwa czy przedsiębiorstwa, pozyskiwać coraz więcej dobrych jakościowo produktów, a przez to uzyskiwać dochody zapewniające dostateczne wynagrodzenie za pracę oraz możliwość prowadzenia inwestycji odtworzeniowych i rozwojowych.

Postęp naukowo-techniczny w rolnictwie i jego infrastruktura dzieli się zasadniczo na postęp biologiczny, chemizacyjny i technologiczny [7, 13]. Ten ostatni (rys. 1) jest wynikiem oddziaływania postępu: organizacyjnego, agro- i zootechnicznego oraz inżynierskiego (technicznego).

Celem pracy jest identyfikacja zadań stojących przed techniką rolniczą w zmieniających się warunkach społeczno-gospodarczych przy rosnących wymaganiach odnośnie jakości żywności, poszanowania środowiska i dobrostanu zwierząt, próba oceny stanu obecnego w skali globalnej oraz kierunków i perspektyw rozwoju w przyszłości, a na tym tle – roli postępu naukowo-technicznego.

Regionalne zróżnicowanie technizacji rolnictwa

W celu oceny sytuacji w skali globalnej dokonano podziału świata na regiony obejmujące grupy krajów o w miarę możliwości zbliżonych cechach. Jako kryteria przy zaliczaniu poszczególnych krajów świata do konkretnych grup brano pod uwagę czynniki przyrodnicze i historyczne. Wydzielono dziewięć regionów (grup krajów).

- I. Kraje uprzemysłowione o średniej powierzchni gospodarstw ponad 100 ha UR: Kanada, USA, Australia, Nowa Zelandia, Afryka Południowa.
- II. Kraje uprzemysłowione o średniej powierzchni gospodarstw poniżej 100 ha UR: II^a – Japonia, II^b – Europa Zachodnia i Izrael.
- III. Kraje Europy Środkowej i Wschodniej.
- IV. Federacja Rosyjska (kraj Euroazjatycki).
- V. Byłe azjatyckie republiki radzieckie Azji Środkowej i Zakaukazia.
- VI. Daleki Wschód (bez Japonii) oraz wyspy Oceanii.
- VII. Bliski Wschód i Afryka Północna.
- VIII. Afryka Zaskaharyjska (bez Afryki Południowej).
- IX. Ameryka Łacińska.

Zasadnicze różnice występują nie tylko pomiędzy regionami, ale i pomiędzy poszczególnymi krajami w każdym z nich, a nawet w obrębie samych krajów. Przykładem może być przestrzenne zróżnicowanie struktury użytkowania zasobów ziemi.

Do celów rolniczych wykorzystuje się około 36% obszarów lądowych świata. Najmniejsza powierzchnia użytków rolnych w przeliczeniu na mieszkańca występuje w Japonii (0,04 ha), a największa w byłej radzieckiej Azji Środkowej (3,85 ha), gdzie jednak dominują pastwiska. Natomiast największa powierzchnia gruntów ornych w przeliczeniu na mieszkańca przypada w Federacji Rosyjskiej (0,85 ha), a następnie w krajach zaliczonych do grupy I (0,80 ha). Obszar użytków rolnych w przeliczeniu na mieszkańca ma tendencję malejącą. Dwie główne przyczyny tego stanu to: przyrost naturalny ludności i ubytki użytków rolnych spowodowane przeznaczaniem części z nich pod zabudowę mieszkaniową, rozwój przemysłu, infrastruktury, a także degradacją gruntów. Według danych FAO w skali światowej zostało zdegradowanych aż 1214 milionów ha gruntów.

Poza problemem degradacji gleb, należy mieć na uwadze fakt, że czynnikiem w coraz większym stopniu krytycznym staje się niedostatek wody, zwłaszcza gdy towarzyszy mu zagęszczanie gleby i erozja. W wielu regionach już obecnie woda staje się problemem nie mniej poważnym niż zmniejszanie się zasobów ziemi [3].

Przeciętny obszar gospodarstw waha się w bardzo szerokich granicach, od bardzo małego – Japonia (1,5 ha) i Daleki Wschód (1,8 ha) do dużego (203 ha) i bardzo dużego w byłej radzieckiej Azji Środkowej (957 ha) i w Federacji Rosyjskiej (675 ha).

Istnieje współzależność pomiędzy obszarem gospodarstw a liczbą osób czynnych zawodowo w rolnictwie. Ogólnie biorąc, liczba osób pracujących w rolnictwie (w pełnym wymiarze lub dorywczo) jest tym większa, im mniejszy jest średni obszar

gospodarstw. Udział rolnictwa w zaangażowaniu siły roboczej zależy od poziomu rozwoju gospodarczego kraju. W krajach Afryki położonych na południe od Sahary (grupa VIII) oraz na Dalekim Wschodzie (grupa VI) zaangażowani w rolnictwie stanowią średnio ponad 60% ogółu ludności zawodowo czynnej.

Liczebność ludności czynnej zawodowo w rolnictwie w przeliczeniu na jednostkę powierzchni użytków rolnych (UR), jak też gruntów ornych (GO) i plantacji trwałych (PT) jest skorelowana z poziomem mechanizacji, intensywnością produkcji, strukturą obszarową gospodarstw i sytuacją na rynku pracy. Liczba osób czynnych zawodowo w rolnictwie w przeliczeniu na 100 ha UR mieści się w przedziale od 0,54 w grupie I do 95,48 w grupie VI.

W krajach rozwijających się przeciętne płace są bardzo niskie. Dotyczy to zwłaszcza krajów afrykańskich położonych na południe od Sahary i Dalekiego Wschodu (bez Japonii). Stosunkowo niskim poziomem wynagrodzeń za pracę charakteryzują się też kraje byłej RWPG (grupy III, IV i V). Natomiast w krajach uprzemysłowionych poziom płac jest wysoki. Fakt ten powoduje, że mechanizacja rolnictwa stała się tam niezbędna do zapewnienia ekonomicznej efektywności produkcji rolniczej i przynajmniej dostatecznej opłacalności w gospodarstwach rolnych.

Właściwie pomyślana mechanizacja powinna uwzględniać wszystkie wspomniane powyżej uwarunkowania, które są zasadniczo zróżnicowane w układzie przestrzennym i musi bazować na zestawach maszyn i systemach, które mogą być efektywne i z korzyścią stosowane, czyli tak, by wydajność była skorelowana z kosztami robocizny [9]. Obszar jej zainteresowań nie może ograniczać się do sprzętu stosowanego w pracach polowych, lecz obejmować także zadania wykonywane po zbiorze, ze szczególnym uwzględnieniem magazynowania produktów. Należy zwrócić szczególną uwagę na dobór maszyn zapewniających minimalizację nakładów energii i oszczędność środków chemicznych, co pozwoli na zwiększanie produkcji z zachowaniem zasad poszanowania środowiska.

Rolnik korzystający wyłącznie z własnej pracy ręcznej jest w stanie wyżywić oprócz siebie jeszcze tylko 3 osoby. Korzystając z żywej siły pociągowej może on wyżywić 6 osób, a posługując się ciągnikiem – 50 i więcej osób [3].

Liczba użytkowanych w rolnictwie światowym ciągników wynosi 25,9 miliona, co stanowi 0,59 sztuk w przeliczeniu na 100 ha UR i 1,88 sztuk w przeliczeniu na 100 ha gruntów ornych. Rozmieszczenie regionalne tych zasobów jest silnie zróżnicowane. Liczba ciągników w przeliczeniu na 100 ha UR i na 100 ha gruntów ornych, podobnie zresztą jak liczba kombajnów zbożowych w przeliczeniu na 100 ha zbóż, jest krańcowo różna w poszczególnych regionach (tab. 1).

Istotne różnice występują nie tylko pomiędzy krajami uprzemysłowionymi a krajami rozwijającymi się, lecz także w obrębie poszczególnych grup krajów. Jednakże mała liczba ciągników i kombajnów zbożowych w grupie I, w porównaniu z grupą II^a, nie oznacza, że wyposażenie gospodarstw rolniczych w krajach grupy I jest niedostateczne, albo że w Japonii jest ono nadmierne. Są one w tym wypadku spowodowane

Tabela 1. Ciągniki i kombajny zbożowe w rolnictwie [8]

| Regiony | Liczba ciągników | | | Liczba kombajnów zbożowych | |
|-----------------|------------------|--------------|--------------|----------------------------|----------------|
| | w tysiącach | na 100 ha UR | na 100 ha GO | w tysiącach | na 100 ha zbóż |
| I | 6002,3 | 0,56 | 2,05 | 866,3 | 0,86 |
| II ^a | 2123,0 | 42,91 | 54,23 | 1203,3 | 50,67 |
| II ^b | 6854,1 | 4,54 | 8,92 | 606,9 | 1,50 |
| III | 3482,1 | 2,73 | 3,80 | 298,3 | 0,73 |
| IV | 886,5 | 0,42 | 0,70 | 317,0 | 0,63 |
| V | 444,1 | 0,16 | 1,08 | 75,4 | 0,49 |
| VI | 2763,4 | 0,26 | 0,70 | 534,6 | 0,21 |
| VII | 1585,8 | 0,43 | 1,88 | 50,2 | 0,11 |
| VIII | 161,6 | 0,02 | 0,12 | 5,1 | 0,01 |
| IX | 1587,5 | 0,21 | 1,19 | 159,6 | 0,35 |

Tabela 2. Wyposażenie gospodarstw rolniczych w ciągniki – stan w 2002 r. (obliczenia na podstawie [5, 8])

| Grupy obszarowe gospodarstw | Liczba ciągników w przeliczeniu na: | | | |
|-----------------------------|-------------------------------------|--------|-----------------|--------|
| | 100 ha UR | | 100 gospodarstw | |
| | Niemcy | Polska | Niemcy | Polska |
| 1–5 ha | 27,35 | 13,15 | 67,88 | 31,72 |
| 5–10 ha | 22,14 | 11,63 | 159,33 | 82,61 |
| 10–20 ha | 15,67 | 9,28 | 228,11 | 127,02 |
| 20–50 ha | 9,09 | 6,69 | 288,85 | 189,73 |
| >50 ha | 2,69 | 1,70 | 396,40 | 368,22 |
| Średnia | 6,87 | 7,95 | 204,47 | 67,04 |

zróznicowaniem obszaru gospodarstw. Im mniejsze są gospodarstwa, tym większa liczba maszyn w przeliczeniu na jednostkę powierzchni odpowiedniej kategorii gruntów, a jednocześnie – mniejsza liczba maszyn w przeliczeniu na 100 gospodarstw. Przykładem takich zależności są dane zawarte w tabeli 2.

Średnia liczba ciągników w przeliczeniu na 100 ha UR zależy od udziału procentowego gospodarstw w poszczególnych grupach obszarowych w strukturze obszarowej gospodarstw danego kraju. W Polsce udział gospodarstw najmniejszych, cechujących się wysokim wskaźnikiem liczby ciągników w przeliczeniu na 100 ha UR jest wyższy niż w Niemczech. Dlatego Polska ma wyższą średnią (ważoną) liczbę ciągników na 100 ha UR, pomimo że we wszystkich grupach obszarowych gospodarstw wyższe wskaźniki mają Niemcy.

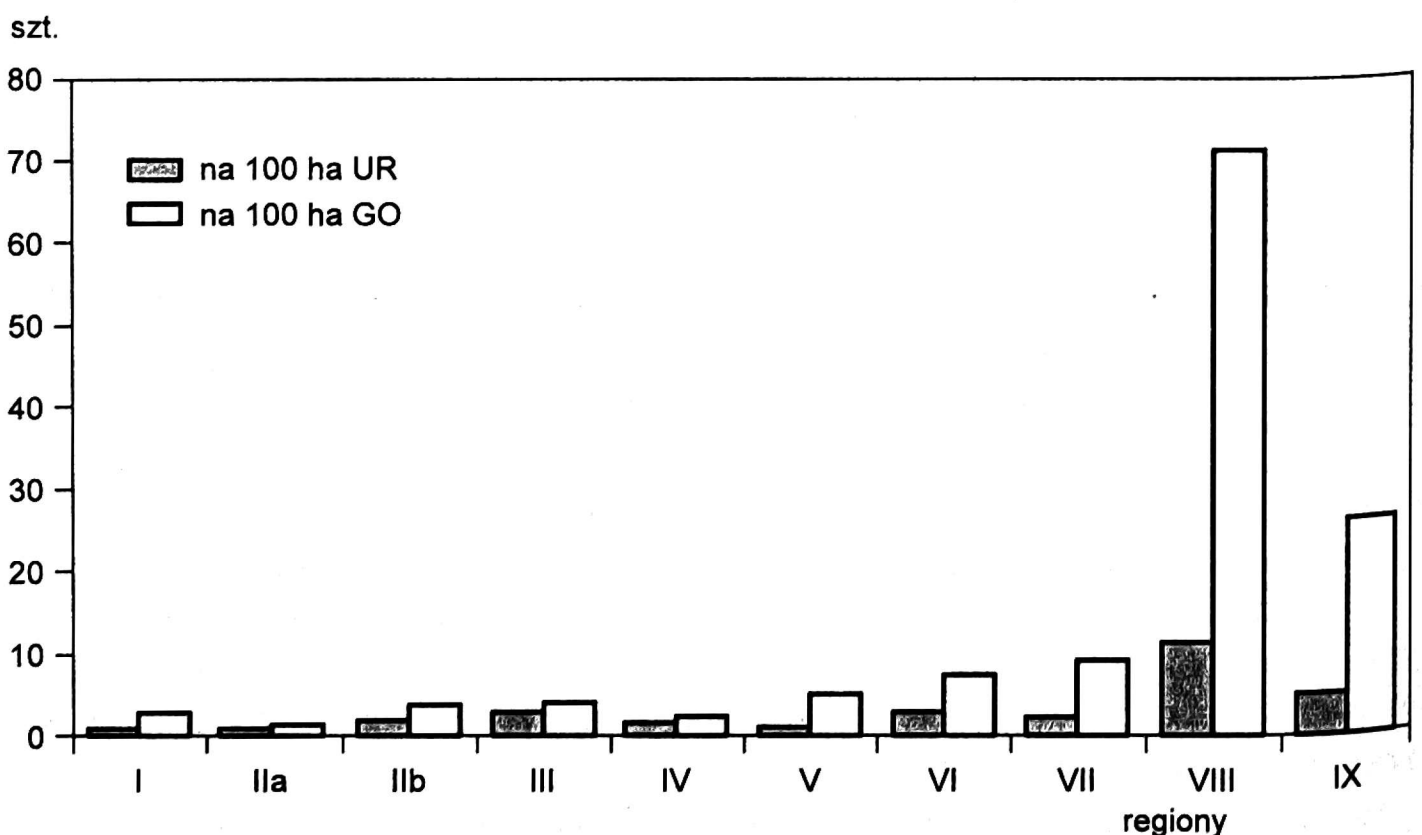
W analizach porównawczych trzeba też brać pod uwagę moc środków energetycznych zaangażowanych w rolnictwie (tab. 3). Najniższa średnia moc ciągników

Tabela 3. Siła pociągowa w rolnictwie [8]

| Region | kW na 100ha UR | | | | Przeciętna moc | | |
|-----------------|----------------|----------------------|------------------|--------|----------------|------------------------|--------------------|
| | ciągniki | ciągniki jednoosiowe | kombajny zbożowe | ogółem | ciągnika | ciągnika jednoosiowego | kombajnu zbożowego |
| I | 35,1 | 1,0 | 7,0 | 43,1 | 62,5 | 7,0 | 86,0 |
| II ^a | 918,4 | 121,5 | 296,7 | 1336,6 | 21,4 | 3,5 | 12,2 |
| II ^b | 205,7 | 14,7 | 31,6 | 252,0 | 45,3 | 8,8 | 78,5 |
| III | 106,6 | 1,0 | 18,1 | 125,7 | 39,0 | 4,0 | 77,5 |
| IV | 27,3 | 1,6 | 11,9 | 40,8 | 65,1 | 3,4 | 78,9 |
| V | 9,9 | 0,5 | 2,2 | 12,6 | 61,0 | 3,5 | 78,0 |
| VI | 8,0 | 14,0 | 1,5 | 23,5 | 30,4 | 8,9 | 29,7 |
| VII | 21,8 | 0,1 | 0,5 | 22,4 | 50,3 | 6,3 | 36,1 |
| VIII | 0,7 | 0,4 | 0,1 | 1,2 | 40,0 | 7,5 | 61,0 |
| IX | 11,6 | 1,5 | 1,8 | 14,9 | 54,9 | 7,3 | 85,4 |

i kombajnów zbożowych występuje w Japonii. Jest to przykład właściwego dostosowania parametrów maszyn rolniczych do struktury obszarowej gospodarstw w tym kraju.

W produkcji rolniczej krajów rozwijających się istotną rolę odgrywają zwierzęta robocze. W niniejszym studium uwzględniono tylko konie, muły i osły. Liczba tych zwierząt (w przeliczeniu na konie) na 100 ha UR i na 100 ha GO jest najwyższa w regionach VIII i IX (rys. 2).



Rysunek 2. Żywa siła pociągowa w rolnictwie [8]

W krajach grup III i IV stosowanie żywej siły pociągowej w rolnictwie ma obecnie marginalne znaczenie. Z drugiej strony, w krajach rozwijających się poza koźmi, mułami i osłami wykorzystywane są też jako źródło żywej siły pociągowej inne zwierzęta.

Zwierzęta robocze są konkurencyjne wobec ludzi jako „użytkownicy” gruntów odpowiednich do produkcji żywności. Paradoksem jest, że większość żywej siły pociągowej występuje w krajach z niedoborami żywności, nie zaś w tych, które mają jej nadprodukcję.

W krajach grup I, II^a i II^b prace polowe są w pełni zmechanizowane. Mimo to liczby godzin pracy ciągników i kombajnów zbożowych w przeliczeniu na 100 ha gruntów ornych (tab. 4) są tam silnie zróżnicowane.

Tabela 4. Liczba przepracowanych godzin w przeliczeniu na 100 ha GO i roczne wykorzystanie wybranych maszyn [8]

| Region | Liczba przepracowanych godzin w przeliczeniu na 100 ha GO | | | Przeciętne wykorzystanie [godz] | | |
|-----------------|---|----------------------|------------------|---------------------------------|-------------------------|---------------------|
| | ciągniki | ciągniki jednoosiowe | kombajny zbożowe | ciągników | ciągników jednoosiowych | kombajnów zbożowych |
| I | 2002 | 3 | 65 | 975 | 55 | 220 |
| II ^a | 3796 | 154 | 123 | 70 | 35 | 30 |
| II ^b | 3150 | 25 | 101 | 353 | 75 | 155 |
| III | 2345 | 3 | 61 | 617 | 75 | 188 |
| IV | 844 | 3 | 70 | 1200 | 40 | 280 |
| V | 1295 | 4 | 55 | 1200 | 40 | 300 |
| VI | 353 | 236 | 95 | 503 | 566 | 300 |
| VII | 2258 | 3 | 20 | 1201 | 394 | 340 |
| VIII | 142 | 19 | 1 | 1200 | 550 | 400 |
| IX | 1424 | 60 | 49 | 1200 | 520 | 410 |

Nakłady pracy w godzinach na 100 ha gruntów ornych zależą nie tylko od poziomu mechanizacji, lecz także od wydajności stosowanych maszyn, warunków pracy (wymiary pól) i intensywności produkcji rolniczej. Dlatego w Japonii (region II^a), gdzie moc ciągników i kombajnów zbożowych jest najniższa, pola są bardzo małe, a poziom produkcji na jednostkę powierzchni użytków rolnych jest wysoki, nakłady w przeliczeniu na 100 ha gruntów ornych są znacznie wyższe aniżeli w krajach grupy I. W wypadku kombajnów zbożowych, nakłady czasu pracy na 100 ha gruntów ornych zależą też od procentowego udziału zbóż w strukturze zasiewów. Najniższe liczby godzin pracy ciągników i kombajnów zbożowych na 100 ha gruntów zanotowano w krajach Afryki położonych na południe od Sahary (grupa VIII), gdzie poziom mechanizacji jest bardzo niski. Nie stwierdzono korelacji pomiędzy rocznym wykorzystaniem ciągników i kombajnów zbożowych a liczbą godzin przepracowanych przez

te środki w przeliczeniu na 100 ha gruntów ornych i rok. Wykorzystanie roczne zależy od skali produkcji. Jest ono, na ogół, wyższe w gospodarstwach o większym obszarze. Zależy jednak także od liczby maszyn na jednostkę powierzchni odpowiednich kategorii użytków oraz od formy ich użytkowania. W wypadku stosowania form zespołowego użytkowania jest ono wyższe niż przy indywidualnym systemie użytkowania. Dlatego w Japonii, gdzie gospodarstwa są małe, a stan wyposażenia rolnictwa w ciągniki i kombajny zbożowe stosunkowo dobry, roczne wykorzystanie jest niskie. W innych krajach, zwłaszcza rozwijających się, stosowanie ciągników „poza gospodarstwem” jest powszechne, co powoduje, że otrzymywane wartości mogą wprowadzać w błąd.

Nakłady energii na jednostkę powierzchni użytków rolnych zależą od poziomu motoryzacji, udziału procentowego gruntów ornych i plantacji trwałych w strukturze użytków, intensywności produkcji rolniczej oraz warunków naturalnych (klimat, gleby itp.). Intensywna produkcja rolnicza i wysoki udział procentowy gruntów ornych i plantacji trwałych w strukturze użytków rolnych w Japonii powodują, że nakłady energii w przeliczeniu na 100 ha UR są tam najwyższe. Natomiast wartość wskaźnika nakładów energii na jednostkę uzyskiwanej produkcji rolniczej jest w Japonii najniższa (tab. 5).

Stosunkowo niskie nakłady energii w przeliczeniu na jednostkę produkcji w Japonii uzyskiwano w warunkach bardzo wysokiego zużycia nawozów mineralnych (ponad 300 kg NPK na 1 ha). Nakłady środków chemicznych na jednostkę powierzchni UR są silnie zróżnicowane w układzie regionalnym. W krajach Afryki położonych na południe od Sahary zużycie NPK w postaci nawozów mineralnych jest około 200 razy niższe aniżeli w Japonii i wynosi średnio zaledwie $1,5 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Jest to jedna z przyczyn niskich plonów w Afryce.

Tabela 5. Nakłady w rolnictwie i ceny energii [8]

| Regiony | Nakłady energii w rolnictwie | | | Ceny [USD] | |
|-----------------|------------------------------|-----------|--------------|---------------------|----------------------------|
| | % zużycia krajowego | w TJ na | | olej napędowy za kg | energia elektryczna za kWh |
| | | 100 ha UR | 1000 USD PKB | | |
| I | 4,4 | 0,40 | 13,0 | 0,319 | 0,040 |
| II ^a | 1,0 | 2,86 | 2,6 | 0,840 | 0,150 |
| II ^b | 3,0 | 1,64 | 12,9 | 0,649 | 0,069 |
| III | 7,4 | 1,36 | 33,1 | 0,401 | 0,037 |
| IV | 6,3 | 0,73 | 49,2 | 0,400 | 0,050 |
| V | 7,0 | 0,25 | 47,0 | 0,400 | 0,050 |
| VI | 10,0 | 0,32 | 8,6 | 0,458 | 0,048 |
| VII | 28,6 | 0,51 | 19,4 | 0,531 | 0,075 |
| VIII | — | 0,02 | 3,4 | 0,500 | 0,075 |
| IX | 0,6 | 0,31 | 17,7 | 0,307 | 0,038 |

W krajach Europy Środkowej i Wschodniej (grupa III), zużycie środków chemicznych w rolnictwie w okresie transformacji spadło z powodu wzrostu cen tych środków i stosunkowo niskiej opłacalności produkcji rolniczej.

Plony są, na ogół, dodatnio skorelowane ze zużyciem środków chemicznych, a także z poziomem mechanizacji, chociaż warunki glebowe i klimatyczne odgrywają też ważną rolę. Niski poziom plonów w krajach Afryki położonych na południe od Sahary jest główną przyczyną deficytu żywności w tym regionie.

Nakłady robocizny na hektar poszczególnych roślin zależą od poziomu mechanizacji, systemu produkcji, warunków pracy (wymiary pól itp.) oraz, oczywiście, od rodzaju i plonu uprawianej rośliny. W Japonii nakłady te są znacznie wyższe niż w innych krajach uprzemysłowionych. Przy uprawie ryżu wynoszą one tam ok. 400 godzin, podczas gdy w Europie Zachodniej średnio 100 godzin, a w krajach zaliczanych do I grupy 70 godzin. Przyczyną tego jest nie tylko wspomniany już bardzo intensywny system produkcji rolniczej, lecz przede wszystkim małe wymiary pól, utrudniające uzyskiwanie wysokich wydajności eksploatacyjnych maszyn. Poza tym większość maszyn rolniczych użytkowanych w Japonii jest dostosowana do struktury obszarowej gospodarstw. Są to maszyny małe, osiągające niewysokie wydajności. Zastosowanie takich maszyn rolniczych jest tam ekonomicznie uzasadnione. Na polach małych gospodarstw potencjał teoretycznych wydajności pracy większych maszyn nie byłby wystarczająco wykorzystany, a koszty ich pracy byłyby zbyt wysokie. Natomiast w dużych gospodarstwach krajów zaliczonych do grupy I powszechne jest stosowanie maszyn o dużej wydajności. Na dużych polach przy ich zastosowaniu osiąga się wysokie wydajności. Dlatego nakłady robocizny w przeliczeniu na hektar poszczególnych upraw w grupie I są najniższe. Duże obszary większości gospodarstw rolniczych są typowe dla Federacji Rosyjskiej i dla większości krajów Europy Środkowej i Wschodniej, a także dla byłych republik radzieckich położonych w Azji. Jednakże niedostateczne wyposażenie rolnictwa tych krajów w sprzęt rolniczy powoduje, że nakłady robocizny na hektar poszczególnych roślin są w regionach III, IV i V wyższe niż w krajach zaliczonych do grupy I (np. przy uprawie zbóż o 60–100%).

Wysokie nakłady robocizny w krajach rozwijających się są wynikiem niskiego poziomu mechanizacji. Najwyższe nakłady robocizny występują w krajach Afryki położonych na południe od Sahary, gdzie powszechne jest ręczne wykonywanie prac. Nakłady robocizny na hektar uprawy kukurydzy na ziarno (plon $9 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$) w wypadku wykonywania prac za pomocą prostych narzędzi ręcznych wynoszą 786 godzin (kobiety) lub 725 godzin (mężczyźni), a w wypadku zastosowania żywej siły pociągowej – 319 godzin [6].

Na poziom cen produktów rolniczych wpływ mają warunki naturalne, decydujące o podaży surowców żywnościowych, system produkcji i polityka finansowa rządu. Wszystkie te czynniki powodują zróżnicowanie poziomu cen w poszczególnych regionach świata.

Ograniczone zasoby ziemi i bardzo intensywna produkcja są bezpośrednimi i pośrednimi przyczynami wysokich cen produktów żywnościowych w Japonii. Troska o samowystarczalność żywnościową powoduje, że rząd japoński w znacznym stopniu dotuje tamtejsze rolnictwo. Różne formy subwencjonowania występują też w innych krajach. Poziom cen wpływa na wartość wytworzonego w rolnictwie produktu krajowego brutto (PKB). Jest to jedna z przyczyn wystąpienia najwyższej wartości PKB w przeliczeniu na 100 ha UR oraz na 100 ha gruntów ornych i plantacji trwałych (GO + PT) w Japonii (12,9 tys. USD wobec 2,1 tys. USD w Europie Zachodniej). Wartość PKB i liczba ludności czynnej zawodowo są głównymi czynnikami przesądzającymi o wydajności pracy w rolnictwie.

Nowe wyzwania dla techniki rolniczej

Przedstawiona wcześniej analiza wykazuje, że wystarczająca produkcja, a nawet nadprodukcja żywności występuje tam, gdzie osiągnięto odpowiednio wysoki poziom technizacji rolnictwa. Postęp naukowo-techniczny sprzyja zatem zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego ludności. Jest on też warunkiem sprostania wyzwaniom stojącym przed rolnictwem. Wyzwania te wiążą się z koniecznością umożliwienia wdrażania nowoczesnych systemów produkcji rolniczej (rolnictwo precyzyjne) i nieprzerwanej dokumentacji wszystkich etapów procesu wytwarzania i przemieszczania żywności, począwszy od producenta surowca, poprzez transport, magazynowanie, przerób, dystrybucję, aż do konsumenta (traceability), racjonalnego (efektywnego) wykorzystania zasobów naturalnych i środków produkcji, zagwarantowania dobrych warunków pracy personelu, poszanowania środowiska, zapewnienia dobrostanu zwierząt, zmniejszenia energochłonności i pełniejszego wykorzystania odnawialnych zasobów energii (OZE).

Nowe wyzwania wobec techniki rolniczej wynikają ze zmian sytuacji gospodarczej i społecznej na świecie oraz rosnących wymagań konsumentów żywności. Ponad 90% obywateli Unii Europejskiej żąda, by Wspólna Polityka Rolna gwarantowała zapotrzebienie w żywność bezpieczną, zdrową i produkowaną w sposób przyjazny środowisku. Właściwe standardy dotyczące bezpieczeństwa żywnościowego stanowią obecnie najwyższy priorytet dla konsumentów [2]. Wszystkie podmioty kompleksu żywnościowego w coraz większym stopniu żądają od swych dostawców dowodów potwierdzających jakość i bezpieczeństwo produktów. Konieczna jest zatem dokumentacja przepływów produktu i wszystkich etapów procesu wytwarzania i dystrybucji, począwszy od producenta surowca, poprzez transport, magazynowanie, przerób, dystrybucję, aż do konsumenta. Bezpieczeństwo produktu musi być monitorowana przez inspekcje publiczne lub prywatne na podstawie przepisów krajowych lub unijnych [14].

Spełnienie tych wymagań będzie możliwe tylko w warunkach szerokiego wdrożenia nowych technologii produkcji roślinnej, takich jak rolnictwo precyzyjne oraz powszechnego zastosowania mechatroniki i hydrauliki w maszynach rolniczych. Trzeba sukcesywnie zwiększać poziom zautomatyzowania maszyn, tak aby umożliwiały one ocenę jakości produktów na różnych etapach procesu produkcji i przetwarzania. Aktualne wysiłki na rzecz automatyzacji rolnictwa – robotyzacja, automatyczne sterowanie itp. idą we właściwym kierunku, lecz są niewystarczające. Ocenę jakości produktów wydatnie ułatwi postęp w dziedzinie nanotechnologii i biosensorów. Koszt stosowania tych urządzeń musi się mieścić w umiarkowanych granicach. Inteligentne maszyny spełniające takie wymogi będą miały rosnące znaczenie dla rolnictwa, jako narzędzie zapewniające jego konkurencyjność w skali globalnej i spełnienie wymagań konsumentów odnośnie bezpieczeństwa i jakości produktów żywnościowych [1, 10]. Także w produkcji zwierzęcej zastosowanie biosensorów i urządzeń elektromechanicznych usprawnia zbieranie danych o produktach i umożliwia poprawę efektywności ich wytwarzania [4].

Rolnictwo nie będzie musiało tworzyć oddzielnego, pełnego zestawu aparatury do śledzenia historii produktów żywnościowych. Przy gromadzeniu danych można z powodzeniem korzystać z postępu technologicznego w dziedzinie systemów komputerowych i elektronicznych. Wyposażenie do przetwarzania i wyszukiwania danych jest też coraz szerzej dostępne i może być dostosowane do potrzeb rolnictwa [11].

Postęp naukowo-techniczny umożliwia stosowanie systemów produkcji przyjaznych środowisku. Rolnictwo precyzyjne pozwala na bardziej oszczędne wykorzystanie środków chemicznych, powodując jednocześnie zmniejszenie zanieczyszczeń. Nowe systemy produkcji wiążą się ze stosowaniem odpowiedniego wyposażenia technicznego. Coraz doskonalszy, a jednocześnie droższy, sprzęt wymaga obsługi o odpowiednich kwalifikacjach. Warunkiem jego efektywnego wykorzystania jest też dobra organizacja pracy i właściwe zarządzanie procesem produkcji. Rosną zatem potrzeby w zakresie kształcenia kadr.

Perspektywy i kierunki rozwoju techniki rolniczej w Polsce

Postęp technologiczny, a w tym postęp inżynierski w polskim rolnictwie był i nadal będzie uwarunkowany:

- możliwościami produkcji i zbytu płodów rolnych;
- przemianami agrarnymi i społecznymi na wsi;
- intensyfikacją i opłacalnością produkcji;
- kształtowaniem i ochroną środowiska obszarów wiejskich;
- popytem na nowoczesne środki produkcji;
- środkami na inwestycje odtworzeniowe i rozwojowe.

Tabela 6. Realne (R) i teoretyczne (T) warianty przyszłościowego modelu polskiego rolnictwa [12]

| Wariant | Gospodarstwa towarowe | | Rolnicza produkcja końcowa | | Nakłady pracy [rbh · ha ⁻¹ UR] | | Bezpośrednie zatrudnienie | | Liczba rolniczych gospodarstw domowych [tys. rodzin] | |
|---------|--------------------------|---------------|------------------------------|--------------------------------|---|---------|---------------------------|-------|--|------|
| | powierzchnia [mln ha UR] | liczba [tys.] | średnia powierzchnia [ha UR] | JZ · ha ⁻¹ [mln JZ] | ogółem [mln JZ] | średnie | bezp- usług zewnętrznych | razem | | |
| R1 | 15 | 1000 | 15 | 50 | 750 | 293 | 7 | 300 | 2200 | 1100 |
| R2 | 14 | 800 | 18 | 54 | 754 | 257 | 9 | 266 | 1800 | 900 |
| R3 | 13 | 600 | 22 | 58 | 755 | 231 | 12 | 243 | 1500 | 750 |
| R4 | 12 | 400 | 30 | 63 | 756 | 200 | 15 | 215 | 1200 | 600 |
| R5 | 11,5 | 300 | 38 | 66 | 760 | 165 | 18 | 183 | 950 | 475 |
| T1 | 11 | 200 | 55 | 70 | 770 | 124 | 20 | 144 | 680 | 340 |
| T2 | 10,5 | 100 | 105 | 74 | 777 | 101 | 22 | 123 | 530 | 265 |
| T3 | 10 | 50 | 200 | 78 | 780 | 80 | 24 | 104 | 400 | 200 |
| T4 | 10 | 20 | 500 | 79 | 790 | 60 | 26 | 86 | 300 | 150 |
| T5 | 10 | 10 | 1000 | 80 | 800 | 40 | 28 | 68 | 200 | 115 |

Tabela 7. Realne (R) i Teoretyczne (T) warianty przyszłościowego modelu techniki rolniczej w Polsce [12]

| Wariant | Siła pociągowa (ciągniki) | | Liczba [tys. szt.] potrzebnych | | | | Zapotrzebowanie na paliwa ciekłe [tys. ton] | |
|---------|-----------------------------------|------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------|---------------------|---|-----------|
| | nakłady [cnh · ha ⁻¹] | średnia moc [kW] | średnie roczne wykorzystanie | ciągników kombajnów | samochodów | razem samochodowych | osobowych | osobowych |
| | | | zbożowych | innych samochodowych | specjalnych rolniczych | ciężarowych | | |
| R1 | 43 | 32 | 107 | 15 | 15 | 340 | 800 | 2750 |
| R2 | 40 | 34 | 90 | 25 | 25 | 300 | 700 | 2650 |
| R3 | 38 | 36 | 78 | 35 | 35 | 260 | 600 | 2550 |
| R4 | 36 | 39 | 60 | 45 | 45 | 230 | 500 | 2450 |
| R5 | 34 | 42 | 50 | 50 | 55 | 200 | 400 | 2350 |
| T1 | 32 | 45 | 43 | 50 | 60 | 180 | 320 | 2300 |
| T2 | 30 | 50 | 37 | 45 | 65 | 160 | 260 | 2250 |
| T3 | 27 | 57 | 30 | 35 | 70 | 140 | 200 | 2200 |
| T4 | 23 | 67 | 25 | 25 | 75 | 120 | 160 | 2150 |
| T5 | 20 | 78 | 22 | 18 | 80 | 100 | 125 | 2110 |

Biorąc pod uwagę powyższe uwarunkowania i stosując metodę ekstrapolacji trendów (tendencji) rozwojowych, opracowano w IBMER dla celów poznawczych i ostrzegawczych 5 realnych (R) i 5 teoretycznych wariantów przyszłościowego modelu rolnictwa (tab. 6) i odpowiednich wariantów przyszłościowego modelu techniki rolniczej (tab. 7).

Po wejściu do UE i realizowaniu WPR, zdobywane środki inwestycyjne i obrotowe pozwalałyby realizować już od 2005 r. wariant R1 modelu rolnictwa i techniki rolniczej. Wariant R2 byłby realny do stosowania od 2010 r., a wariant R3 od 2015 r. Warianty R4 i R5 zakładają już przyspieszoną restrukturyzację i modernizację gospodarstw i mogłyby być realizowane dopiero po 2020 i 2025 r. Żaden z pięciu wariantów teoretycznych (T) nie może być w ciągu najbliższych 20–25 lat wprowadzony do praktyki rolniczej. Szczególnie dotyczy to wariantów T4 i T5, w których liczba gospodarstw zmniejsza się do 20 i 10 tys., a ich średnia powierzchnia wzrasta do 500 i 1000 ha UR. W przyszłości ponoszono by tam najniższe jednostkowe nakłady materiałowo-energetyczne, a więc i najniższe koszty produkcji, ale uprzednio wymagałoby to poniesienia niezmiernie wysokich nakładów na całkowitą przebudowę wsi i rolnictwa. Między innymi, musielibyśmy liczyć się z pełną wymianą środków technicznych na agregaty i linie produkcyjne zupełnie nowych generacji oraz z wysokimi nakładami na modernizację oraz nowe budynki i budowle w gospodarstwach rolniczych i ich infrastrukturze. Tak rewolucyjne przemiany agrarne i technologiczne nie byłyby także społecznie akceptowane zarówno na wsi, jak i w miastach.

Analiza wyników badań modelowych pozwala oczekiwać, że efekty i efektywność postępu inżynierskiego będą wzrastać wraz z koncentracją produkcji i zwiększeniem się średniej powierzchni, ale równocześnie zmniejszaniem się liczby towarowych gospodarstw rolniczych. Jednak ze względów ogólnospołecznych oraz warunków socjalnych, przemiany agrarne w Polsce muszą zmierzać do utrzymania możliwie dużej liczby drobnoobszarowych, a równocześnie wysokotowarowych, gospodarstw i działek rodzinnych. Dla każdego drobnoobszarowego gospodarstwa prowadzącego produkcję ogrodniczą, roślinną lub zwierzęcą, da się dobrać taką specjalizację i taką mechanizację, która pozwoli na pełne (przeliczeniowo) zatrudnienie i dostateczne wynagrodzenie za pracę przynajmniej 1 członka rodziny rolniczej.

Podsumowanie

Postęp naukowo-techniczny sprzyja zapewnieniu bezpieczeństwa żywnościowego ludności oraz umożliwia wdrażanie nowoczesnych systemów produkcji rolniczej (rolnictwo precyzyjne) i nieprzerwanej dokumentacji wszystkich etapów procesu wytwarzania i przemieszczania żywności (traceability), racjonalnego (efektywnego) wykorzystania zasobów naturalnych i środków produkcji, zagwarantowania dobrych warunków pracy personelu, poszanowania środowiska, zapewnienia

dobrostanu zwierząt, zmniejszenia energochłonności i pełniejszego wykorzystania odnawialnych zasobów energii.

Poziom technizacji rolnictwa jest silnie zróżnicowany w skali globalnej. Ściśle związany z nim jest poziom produkcji rolniczej.

Efekty i efektywność postępu inżynierskiego będą wzrastać wraz z koncentracją produkcji i zwiększeniem się średniej powierzchni przy równoczesnym zmniejszaniu się liczby towarowych gospodarstw rolniczych.

Nowe systemy produkcji wiążą się ze stosowaniem coraz doskonalszego, a jednocześnie droższego sprzętu, który wymaga obsługi o odpowiednich kwalifikacjach. Warunkiem jego efektywnego wykorzystania jest dobra organizacja pracy i właściwe zarządzanie procesem produkcji. Rosną zatem potrzeby w zakresie kształcenia kadr.

Literatura

- [1] Auernhammer H. 2002. The role of mechatronics in vegetal product traceability. Club of Bologna. Vol. 13. Edizioni UNACOMA Service srl, Roma: 61–75.
- [2] Bodria L. 2002. System integration and certification. The market's needs for clarity and transparency. Club of Bologna. Vol. 13. Edizioni UNACOMA Service srl, Roma: 127–130.
- [3] Clarke L.J., Friedrich T. 2000. Increasing food production and protecting resources: the role of Agricultural Engineering – Proceedings of CIGR XIV World Congress – Tsukuba, December (CDR).
- [4] De Alencar Nääs I. 2002. The role of mechatronics in animal product traceability. Club of Bologna. Vol. 13. Edizioni UNACOMA Service srl, Roma: 76–84.
- [5] GUS 2003. Ciągniki, maszyny i inne środki transportu w gospodarstwach rolnych: 71 ss.
- [6] Hecht H., Abo-Habaga M. 1986. Arbeitzeitstudien in Togo, Kenia und Aegypten und davon abzuleitete Vorschläge zur Mechanisierung. XXII International CIOSTA/CIGR V Congress, Stuttgart–Hohenheim: 345–351.
- [7] Michałek R., Kowalski J., Tabor S., Cupiał M., Kowalski S., Rutkowski K. 1998. Uwarunkowania technicznej rekonstrukcji rolnictwa, Wydawnictwo PTiR, Kraków: 289 ss.
- [8] Pawlak J., Pellizzi G., Fiala M. 2001. Development of agricultural mechanisation to ensure a long-term world food supply. 1. Background aspects. Club of Bologna. Vol. 12. Edizioni UNACOMA Service srl, Roma: 24–47.
- [9] Pellizzi G. 1997. Meccanica e meccanizzazione agricola. Edagricole – Bologna: 739 ss.
- [10] Pierce F., Cavalieri R. 2002. The quality of productions. Market needs. Institutional and regulatory aspects. Club of Bologna. Vol. 13. Edizioni UNACOMA Service srl, Roma: 37–47.
- [11] Reid J.F. 2002. Sensors and data collection systems on agricultural equipment. Club of Bologna. Vol. 13. Edizioni UNACOMA Service srl, Roma: 101–106.
- [12] Szeptycki A., Wójcicki Z. 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r. Wydawnictwo PTiR, Kraków: 242 ss.

- [13] Wójcicki Z. 2001. Metody badania i ocena przemian w rozwojowych gospodarstwach rolniczych. Wydawnictwo PTiR, Kraków: 136 ss.
- [14] Zaske J. 2002. System integration and certification. The market's needs for clarity and transparency. Club of Bologna. Vol. 13 Edizioni UNACOMA Service srl, Roma: 117–126.

Role of technological advance in development of agricultural production

Key words: scientific-technological advance, agriculture, importance, perspectives

Summary

Scientific-technological advance is conducive to achieving food safety for human population and makes possible an implementation of modern agricultural production systems (precision agriculture). It enables a continuous documentation of the product flow over all steps of process, from primary production, via transport, storage, processing, distribution, up to the consumer (traceability). Further advantages resulting from technological progress include efficient use of natural resources and means of production, good work conditions of the people, environment conservation, animal welfare, reduction of energy inputs and wider use of renewable energy sources.