

Problemy zrównoważonego wdrażania postępu w rolnictwie na przykładzie doju krów

Marek Gaworski^{a*}, Natalia Kamińska^a

^aSzkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie, Instytut Inżynierii Mechanicznej, Warszawa

Article info

Data przyjęcia: 23.05.2022

Data akceptacji: 22.08.2022

Keywords

automatyczny system doju,
postęp techniczny,
postęp biologiczny

Prowadzeniu rolniczej działalności produkcyjnej towarzyszy wdrażanie różnych form postępu. Przedstawiając istotę postępu technicznego, technologicznego i biologicznego, rozwinięto kwestię oceny automatycznych systemów doju w powiązaniu z potencjałem produkcyjnym krów mlecznych. Rozpatrzono znaczenie zrównoważonego wprowadzania technicznego postępu w zakresie doju w zależności od wydajności mlecznej krów.

Agricultural production activity is associated with the implementation of various forms of progress. Presenting the essence of technical, technological and biological progress, the issue of the evaluation of automatic milking systems in relation to the production potential of dairy cows was developed. The importance of the sustainable implementation of technical progress depending on the milk yield of cows was considered.

Artykuł udostępniony na licencji CC BY 4.0:

<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en>

1. Wstęp – różne oblicza postępu w rolnictwie

Na przestrzeni lat postęp systematycznie wpisuje się w rozwój różnych obszarów produkcji, w tym produkcji żywności. Rosnące zapotrzebowanie na surowce pochodzenia roślinnego i zwierzęcego implikuje wdrażanie coraz nowocześniejszymi metodami ich pozyskiwania, które identyfikują różne formy postępu.

Globalny postęp w rolnictwie stanowi wynik ciągłych poszukiwań coraz bardziej racjonalnych rozwiązań służących podnoszeniu ogólnego poziomu i efektywności produkcji rolniczej. Postęp w rolnictwie, rozpatrywany przez pryzmat podnoszenia efektywności produkcji, jest tym samym ukierunkowany na ustawiczne doskonalenie obiektów tworzących przestrzeń rolniczą [9].

Postęp techniczny wnosi szczególnie istotne znaczenie dla całokształtu rozwoju rolnictwa na przestrzeni

wieków. Tworzenie prostych narzędzi ręcznych, początkowo drewnianych a następnie metalowych, budowa bardziej złożonych narzędzi i maszyn rolniczych dostosowanych do współpracy z żywą siłą pociągową, wprowadzenie silników parowych, trakcji ciągnikowej, skonstruowanie samojezdnych maszyn rolniczych, robotów i wykorzystanie technik satelitarnych to najbardziej znaczące etapy w syntetycznym opisie postępu technicznego jaki zaznaczył się w historii rozwoju rolnictwa [6].

Postęp w konstrukcji zdążył zwykle do tworzenia coraz nowocześniejszych modeli maszyn i urządzeń pozwalających na osiągnięcie nie tylko wyższej wydajności pracy, lecz również podnoszenie jakości wykonywanych zabiegów agrotechnicznych. W efekcie wprowadzania do praktyki coraz doskonalszych rozwiązań konstrukcyjnych, stopniowo modyfikujących poszczególne technologie produkcji roślinnej i zwierzęcej,

* Autor do korespondencji: marek_gaworski@sggw.edu.pl

następuje równoczesne kreowanie postępu technologicznego. Za jedną z miar tego postępu przyjmuje się stopień substytucji pracy żywej pracą uprzemysłowioną, tj. pracą maszyn i innych urządzeń technicznych. Substytucja pracy ludzkiej w rolnictwie prowadzi do stopniowej automatyzacji procesów i zmiany wzajemnego udziału nakładów pracy człowieka i urządzeń technicznych [7].

Postęp biologiczny, stanowiący integralną część kompleksowo rozumianego postępu w rolnictwie, tworzy aktualnie jeden z najbardziej dynamicznych kierunków rozwoju w badaniach naukowych. Prowadzi on przede wszystkim do doskonalenia poszczególnych gatunków roślin i ras zwierząt celem wykształcenia ich najbardziej korzystnych cech użytkowych decydujących o możliwym wzroście potencjału produkcyjnego i równoczesnym spełnieniu wysokich wymagań jakościowych [9].

Harmonijne współdziałanie między poszczególnymi kategoriami postępu w rolnictwie, ze względu na ich wzajemne przenikanie i w szerokim zakresie uzupełnianie, stanowi jeden z zasadniczych warunków osiągnięcia spodziewanej, przede wszystkim ekonomicznej i energetycznej efektywności zmian. Zachodzące między rozpatrywanymi kategoriami postępu relacje mają na ogół charakter synergiczny, wskazujący na możliwość wzajemnego wzmacniania skuteczności działania i tą drogą osiągnięcia rosnącej, przede wszystkim ekonomicznej efektywności procesu pozyskiwania wysokiej jakości produktów rolniczych.

W ocenie rolniczej działalności produkcyjnej coraz silniejszy nacisk kładzie się na zrównoważony rozwój. Filary zrównoważonego rozwoju obejmują zbiór czynników ekonomicznych, socjalnych i środowiskowych [2]. W zrównoważony rozwój może wpisywać się również postęp, stanowiący jeden z elementów stymulujących rozwój rolnictwa i jego poszczególnych działów. Różne formy postępu powiązane z rolniczą działalnością produkcyjną stanowią bodziec do podniesienia kwestii ich zrównoważonego wdrażania.

Problemem badawczym jest określenie powiązań różnych form postępu wdrażanego w rolnictwie. Tak sformułowany problem badawczy – w przypadku produkcji mleczarskiej – może być przesłanką do wskazania korzyści lub ewentualnych strat wynikających z równoczesnego wprowadzania postępu technicznego i biologicznego.

2. Postęp a pozyskiwanie mleka w gospodarstwie wyposażonym w robot udojowy

Dój krów jest jednym z charakterystycznych przykładów obszaru, w którym można ocenić różne formy postępu [3]. Automatyczny system doju odzwierciedla postęp techniczny, jaki dokonał się w ciągu kilku

minionych dekad w zakresie pozyskiwania mleka od krów. Potencjał produkcyjny krów w systemie pozyskiwania mleka identyfikuje tymczasem postęp biologiczny, wyrażany wzrostem wydajności mlecznej zwierząt. Konfrontując postęp techniczny i biologiczny w zakresie pozyskiwania mleka można postawić kwestię dotyczącą oceny dostosowania tych form postępu, stanowiącego o zrównoważonym rozwoju systemu doju krów w gospodarstwie mlecznym.

Użytkowane w gospodarstwach urządzenia do doju różnią się stopniem złożoności konstrukcji, poziomem zautomatyzowania czynności roboczych, osiąganą wydajnością pracy, zużyciem energii i wody na litr wydojonego mleka i innymi cechami. Uwzględniając osiąganą wydajność doju w powiązaniu z ponoszonymi nakładami pracy systemy udojowe można uszeregować. W tym zestawieniu najwyższy poziom technicznego zaawansowania i postępu reprezentują automatyczne systemy doju (rys. 1).



Rys. 1. Jednostanowiskowy robot udojowy – automatyczny system doju

Wdrażanie w gospodarstwach postępu technicznego reprezentowanego przez roboty udojowe wiąże się z oceną opłacalności ich użytkowania, uzasadniającej inwestycję w te nowoczesne urządzenia. Opłacalność użytkowania automatycznych systemów doju stanowi wypadkową wielu czynników, wśród których kluczowe miejsce zajmuje ilość wydojonego mleka w ciągu roku. Prezentowane w literaturze wyniki analiz wskazują, że opłacalność użytkowania jednostanowiskowego robota udojowego osiąga się w przypadku pozyskania 515 tys. kg [5], a według innych autorów [4] 800 tys. kg mleka rocznie. Robot udojowy z jednym stanowiskiem w praktyce obsługuje na ogół stado od 50 do 65 krów mlecznych [1, 8]. Na podstawie tych danych można obliczyć, jaka powinna być roczna wydajność mleczna jednej krowy, aby spełnić wymagania związane z opłacalnością użytkowania jednostanowiskowego robota udojowego w gospodarstwie. W obliczeniu wymagane jest założenie, że krowy

w stadzie podlegają rotacji związanej z zasuszaniem i wycieleniami, dlatego pogłowie stada obsługiwane przez robot udojowy zwiększa się o 15%. Z podzielenia rocznej ilości mleka do wydojenia przez wielkość stada wynika, że wydajność mleczna krów obsługiwanych przez robot udojowy powinna kształtować się

w zakresie od ok. 8 950 do 10 700 kg mleka na krowę rocznie. Do ustalenia zakresu wydajności mlecznej krów można również podejść w inny sposób, uwzględniający dane statystyczne. Takie dane, obejmujące wydajność mleczną krów na poszczególnych kontynentach w 2020 roku zostały zestawione w tabeli 1.

Tab. 1. Wydajność mleczna krów w regionach geograficznych w 2020 r. [10]

Region geograficzny	Wydajność mleczna krów [kg krowa ⁻¹ rok ⁻¹]
Afryka	595
Azja	1 919
Ameryka Południowa	2 446
Oceania	4 887
Australia i Nowa Zelandia	4 922
Europa	6 667
Ameryka Północna	10 712
<i>Świat</i>	2 678

Dane w tabeli 1 zestawiono w kolejności rosnącej wydajności mlecznej krów w układzie kontynentów. Można zauważyć, że różnica między wartościami skrajnymi wydajności wynosi ok. 10 000 kg na krowę rocznie.

Zakres ten podzielono na pięć równych przedziałów (kategorii) i wraz ze szczegółowymi wartościami zestawiono w tabeli 2.

Tab. 2. Kategorie wydajności mlecznej krów, w [kg krowa⁻¹ rok⁻¹] (źródło: opracowanie własne)

Kategoria	KI	KII	KIII	KIV	KV
Zakres	601-2600	2601-4600	4601-6600	6601-8600	8601-10600
Średnia	1 600	3 600	5 600	7 600	9 600

Najwyższa kategoria wydajności mlecznej krów (KV) obejmuje zakres od 8601 do 10600 kg mleka na krowę rocznie. Zakres ten jest zbliżony do obliczonych wydajności krów (8950–10700 kg krowa⁻¹ rok⁻¹) wynikających z analizy opłacalności użytkowania jednonastanowiskowego robota udojowego.

Uwzględniając zakresy wydajności mlecznej dla poszczególnych kategorii KI-KV można podjąć kwestię, w których krajach uzyskano już poziom wydajności mlecznej krów w najwyższej kategorii KV. Tym

samym jest to pytanie, w których krajach osiągnięto zbieżność najwyższego poziomu postępu technicznego (GV), reprezentowanego przez roboty udojowe, z najwyższym poziomem postępu biologicznego, reprezentowanego przez wydajność mleczną krów (identyfikowaną kategorią KV wydajności). Na podstawie danych z krajów Unii Europejskiej i Wielkiej Brytanii, w tabeli 3 zestawiono wydajność mleczną krów z przyporządkowaniem do odpowiedniej kategorii wydajności KI-KV.

Tab. 3. Wydajności mleczne krów, w [kg krowa⁻¹ rok⁻¹] w krajach Unii Europejskiej i Wlk. Brytanii i ich klasyfikacja w kategoriach KI-KV wydajności, na podstawie danych z 2020 r. [10]

GV ↔ KI	GV ↔ KII	GV ↔ KIII	GV ↔ KIV	GV ↔ KV
Bułgaria [3645]	Litwa [6 389]	Portugalia [8 566]	Estonia [10 063]	
Rumunia [3228]	Słowenia [6 357]	Niemcy [8 457]	Dania [10 028]	
	Irlandia [5 880]	W. Brytania [8 369]	Finlandia [9 414]	
	Chorwacja [5 418]	Belgia [8 270]	Hiszpania [9 382]	
		Luksemburg [8 249]	Holandia [9 256]	
		Grecja [7 947]	Czechy [9 153]	
		Słowacja [7 519]	Szwecja [9 109]	
		Cypr [7 496]	Węgry [8 913]	
		Francja [7 279]		
		Austria [7 271]		
		Łotwa [7 264]		
		Polska [6 973]		
		Malta [6 949]		
		Włochy [6 794]		

Z zestawienia danych w tabeli 3 wynika, że w ośmiu krajach Unii Europejskiej osiągnięto wydajność mleczną krów zaliczaną do najwyższej kategorii KV. W tych też krajach można wskazać na zbieżność postępu technicznego i biologicznego w przypadku pozyskiwania mleka z wykorzystaniem robotów udojowych. Postęp techniczny w obszarze doju krów, identyfikowany poprzez użytkowanie automatycznych systemów doju może być w pełni wykorzystany w efekcie obsługi stada krów zaliczanych do najwyższej kategorii wydajności mlecznej, reprezentującej postęp biologiczny.

Podsumowanie

Wdrażanie postępu technicznego w rolnictwie może generować ponoszenie wysokich kosztów, które w przypadku jednostanowiskowych robotów udojowych na ogół przekraczają 100 tys. euro. Dlatego tak istotne pozostaje pełne wykorzystanie technicznego potencjału urządzeń pracujących w rolnictwie. Sprzyjać temu może zrównoważone podejście do powiązania postępu technicznego z postępowaniem biologicznym i innymi formami postępu, które wpisują się w doskonalenie procesów produkcyjnych w rolnictwie.

Bibliografia

- [1] Castro A., Pereira J.M., Amiama C., Bueno J.: Estimating efficiency in automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 2012, 95, 929–936.
- [2] Díaz de Otálora X., del Prado A., Dragoni F., Estellés F., Amon B.: Evaluating three-pillar sustainability modelling approaches for dairy cattle production systems. *Sustainability*, 2021, 13(11), 6332, 1–14.
- [3] Gaworski M.: Implementation of technical and technological progress in dairy production. *Processes*, 2021, 9(12), 2103, 1–21.
- [4] Heikkilä A.M., Vanninen L., Manninen E.: Economics of small-scale dairy farms having robotic milking. *The First North American Conference on Precision Dairy Management*, Toronto, Canada, 2010.
- [5] Meskens L., Vandermersch M., Mathijs E.: Implication of the introduction of automatic milking on dairy farms. Literature review on the determinants and implications of technology adoption. Internal report. Catholic University, Leuven, Belgium, 2001.
- [6] Michałek R., Kowalski J.: Technical progress in agriculture. *Annual Review of Agricultural Engineering*, 2000, 2/1, 67–80.
- [7] Szeptycki A., Wójcicki Z.: Postęp technologiczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r. Wydawnictwo IBMER, Warszawa, 2003.
- [8] Tremblay M., Hess J.P., Christenson B.M., McIntyre K.K., Smink B., van der Kamp A.J., de Jong L.G., Dopfer D.: Factors associated with increased milk production for automatic milking systems. *J. Dairy Sci.* 2016, 99, 3824–3837.
- [9] Zegar J.S.: Współczesne wyzwania rolnictwa. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 2012, ss. 432.
- [10] www.fao.org/faostat/ (dostęp: 21.05.2022).