

Wpłynęło 27.08.2013 r.  
Zrecenzowano 15.10.2013 r.  
Zaakceptowano 04.11.2013 r.

A – koncepcja  
B – zestawienie danych  
C – analizy statystyczne  
D – interpretacja wyników  
E – przygotowanie maszynopisu  
F – przegląd literatury

## Projektowanie nowych technologii produkcji roślinnej

**Zdzisław WÓJCICKI**<sup>ABCDEF</sup>

*Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach, Oddział w Warszawie*

### Streszczenie

W pracy przedstawiono metodykę projektowania i oceny nowych technologii produkcji roślinnej. Dotychczasowe i nowe technologie produkcji mogą być dokumentowane w postaci uproszczonych lub szczegółowych kart technologicznych. Prezentują one sposób wytwarzania produktu na określonych polach, podając kolejność wykonywania poszczególnych zabiegów technologicznych, zastosowane środki techniczne, uzyskiwane wydajności oraz ponoszone nakłady pracy (rbh), energii (kWh) i materiałów (t). Projektowanie nowych uproszczonych kart technologicznych produkcji rolniczej jest związane ze sporządzaniem projektu technologicznej i ekologicznej modernizacji określonego gospodarstwa (przedsiębiorstwa) rolniczego. Dlatego zestaw kart technologicznych dla wszystkich roślin uprawianych w danym gospodarstwie musi być zrównoważony pod względem doboru własnych środków energetycznych (ciągniki) i maszynowych. Oceniając poszczególne warianty zaprojektowanych kart technologicznych, trzeba porównywać je pod względem: uzyskiwanej produkcji ( $\text{JZ} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) i ponoszonych kosztów ( $\text{zł} \cdot \text{JZ}^{-1}$ ), ponoszonych nakładów pracy ( $\text{rbh} \cdot \text{t}^{-1}$ ) i energii ( $\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}$ ) oraz ochrony środowiska (bilanse GSO, NPK i inne). W opracowaniu zaprezentowano zalecany przez ITP wzór uproszczonej karty technologicznej produkcji roślinnej oraz opisano metodyczne doświadczenia z projektowania i oceny przykładowych technologii produkcji pszenicy, pszenżyta, jęczmienia i żyta. Efektywność wyboru danego wariantu technologii można najlepiej określić, przeprowadzając kompleksową ocenę zestawu wszystkich technologii produkcji roślinnej zaprojektowanych dla konkretnego gospodarstwa rolniczego. Programowanie modernizacji przedsiębiorstw jest działalnością ekspercką. Ekspertom potrzebny jest pomocniczy system informatyczny doboru technologii i techniki dla rozwojowych gospodarstw rolniczych.

**Słowa kluczowe:** rolnictwo, gospodarstwo, modernizacja, technologia, metoda

## Wstęp

Wytwarzanie każdego produktu odbywa się w określony sposób, z udziałem odpowiednich materiałów oraz nakładów pracy i energii, z wykorzystaniem dobranych środków technicznych (maszyn), a często także budynków i budowli. Sposoby wytwarzania, czyli technologie, mogą być prezentowane w postaci uproszczonych lub bardziej szczegółowych kart technologicznych.

W rolnictwie uproszczone karty technologiczne produkcji roślinnej i zwierzęcej są stosowane w ramach technologicznej metody doboru zestawu ciągników i maszyn dla określonego gospodarstwa rolnego [SZEPTYCKI, WÓJCICKI 2003; WÓJCICKI 2007; 2008]. Są też wykorzystywane do opracowywania projektów technicznej i ekologicznej modernizacji gospodarstw rolniczych [WÓJCICKI 2010; WÓJCICKI i in. 2009] oraz do projektowania modeli przyszłościowych gospodarstw rodzinnych [WÓJCICKI (red.) 2012].

Celem pracy jest przedstawienie metodyki i metodycznych problemów projektowania nowych technologii produkcji polowej oraz opracowywania katalogu uproszczonych kart technologicznych produkcji roślinnej. W pracy przedstawiono niektóre wyniki i doświadczenia z realizacji projektu badawczo-rozwojowego pt. „Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych” [WÓJCICKI, KUREK 2012] i z realizacji zadania badawczego pt. „Przykładowe karty technologiczne produkcji zbóż” [WÓJCICKI, RUDENSKA 2013].

Realizując powyższe zadania, zapoczątkowano prace metodyczne i projektowe nad opracowaniem katalogu modelowych (wzorcowych) kart technologicznych produkcji roślinnej i zwierzęcej, niezbędnych w projektowaniu technicznej modernizacji towarowych przedsiębiorstw rolniczych do 2020 r. Przykładowe (wzorcowe) karty technologiczne będą ułatwiać dobór odpowiednich konstrukcji poszczególnych maszyn i całych ich zestawów dla konkretnych gospodarstw (przedsiębiorstw) rolniczych [GOLKA, WÓJCICKI 2009; SAWA 2012].

## Dobór technologii produkcji rolniczej

Postęp technologiczny jest zbiorem postępu organizacyjnego, agronomicznego i mechanizacyjnego [SZEPTYCKI, WÓJCICKI 2003; WÓJCICKI 2007]. Wdrażanie tego postępu następuje w konkretnym gospodarstwie, z określoną organizacją produkcji roślinnej i zwierzęcej, odpowiednią strukturą zasiewów i obsadą zwierząt, odpowiednim wyposażeniem w środki trwałe i odpowiednimi powiązaniem z infrastrukturą rolniczą i wiejską.

Projektując dla takiego gospodarstwa zmodernizowane technologie, należy uwzględnić jego:

- powiązanie z rynkiem zaopatrzenia i zbytu;
- wykorzystanie usług sąsiedzkich i kontraktorskich;
- warunki glebowe, terenowe i klimatyczne;
- powierzchnię użytków rolnych (UR), liczbę i powierzchnie pól;
- stosowane płodozmiany i zmianowanie roślin;

- bilans pasz własnych dla posiadanych zwierząt;
- bilans glebowej substancji organicznej (GSO);
- bilans potrzeb nawozowych (NPK);
- uzyskiwane plony główne i uboczne;
- możliwości inwestycyjne.

Dobierając zestaw niezbędnych środków trwałych, musimy minimalizować potrzeby budowlane i infrastrukturalne, racjonalizować dobór ciągników i innych środków energetycznych oraz zmniejszać liczbę i upraszczać strukturę posiadanych maszyn i urządzeń technicznych. Gospodarstwo powinno posiadać niezbędny zestaw maszyn, dobranych do stosowanej produkcji roślin technologicznie podobnych. Racjonalny dobór wykorzystywanych środków technicznych i budowlanych będzie zmniejszał inwestycyjne potrzeby odtworzeniowe (koszty amortyzacji).

Zalecane do stosowania przez Instytut Technologiczno-Przyrodniczy wzory kart technologicznych produkcji roślinnej występują w projektach modernizacji technologicznej 53 badanych gospodarstw rodzinnych [WÓJCICKI i in. 2009] i w opracowywanych modelach rozwojowych gospodarstw rodzinnych [WÓJCICKI (red.) 2012].

### Założenia metodyczne

Metodyczne zagadnienia projektowania nowych technologii polowej produkcji roślinnej można przedstawić na przykładzie opracowywania zestawu kart technologicznych produkcji zbóż [WÓJCICKI, RUDENSKA 2013]. Wzór aktualnie stosowanej w ITP karty technologicznej produkcji roślinnej zaprezentowano w tabeli 1. Jest ona jednym z przykładów projektowania nowych technologii produkcji pszenicy ozimej.

W tytule karty technologicznej (tab. 1) podaje się nazwę uprawianej rośliny, powierzchnię pola, przedplon, plon główny i uboczny oraz produkcję globalną w JZ i jednostkową w  $JZ \cdot ha^{-1}$ .

W kolumnie 1. (tab. 1) podaje się kolejne czynności technologiczne, w kolumnie 2. zastosowane maszyny, a w kolumnie 3. moc silnika ciągnika, kombajnu lub samochodu. Dzieląc ilość prac do wykonania (kolumna 5.) przez przyjętą wydajność godzinową (kolumna 4.) otrzymujemy (w liczbach zaokrąglonych) potrzebne nakłady pracy ludzi (kolumna 6. lub 7.) energii ciągników (kolumna 8. i 9.) oraz energii kombajnów, samochodów i innych silników (kolumna 10.). W kolumnie 11. są odnotowane poniesione nakłady materiałowe i usługi. Po zsumowaniu poniesionych nakładów pracy i energii (kolumna 5.–10.) określamy w końcowych rubrykach karty (tab. 1) potrzebne usługi oraz łączne i jednostkowe (na ha, t i JZ) nakłady na produkcję danej rośliny.

W trakcie realizacji zadania badawczego „Przykładowe technologie produkcji zbóż” [WÓJCICKI, RUDENSKA 2013] opracowano po 2 warianty przykładowych kart technologicznych produkcji pszenicy ozimej i jarej, pszenżyta ozimego i jarego, jęczmienia jarego i żyta ozimego, uprawianych na polach o powierzchni 5, 10 i 20 ha.

Łącznie opracowano 36 projektów kart technologicznych – po 2 ich warianty dla 6 zbóż uprawianych na 3 różnych powierzchniach pól.

Tabela 1. Karta technologiczna produkcji pszenicy ozimej na polu 5 ha; przedplon – koniczyna z trawami, plony: ziarna –  $7,6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , słomy –  $9,9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , produkcja globalna –  $454,25 \text{ JZ}$  i jednostkowa –  $90,85 \text{ JZ}\cdot\text{ha}^{-1}$

Table 1. Technological sheet for production of winter wheat on the acreage of 5 ha, fore crop – clover with grass, crops: grain –  $7.6 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , straw –  $9.9 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}$ , total production –  $454.25 \text{ JZ}$ , and unit production –  $90.85 \text{ JZ}\cdot\text{ha}^{-1}$

Rodzaj czynności rolniczej lub zabiegu według kolejności technologicznej Type of agricultural operations or treatment according to technological order	Sposób wykonania czynności, rodzaj maszyny lub urządzenia Metod of operations, type of machinery or equipment	Moc silnika Engine power [kW]	Wydajność godzinowa $W_{07}$ Hourly productivity $W_{07}$	Ilość pracy do wykonania [ha, t, szt.] Quantity of work to be done [ha, t, pcs.]	Łączne zużycie – nakłady Total demand – inputs				Zużycie materiałów i inne uwagi Consumption of materials, other observations	
					pracy [rbh] work [man-hour]		ciągników tractors			kombajnów, samochodów, silników elektrycznych i innych Harvesters, vehicles, electric engines and others [kWh]
					własnej own	obcej hired	[cnh] [tractor-hour]	[kWh]		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Dostawa nawozów Fertilizers supply	samochód – wywrotka 8 t dump-truck 8 t	170	1,0 t	3	–	3	–	–	510	usługa service
Wysiew nawozów Fertilizer application	rozsiewacz przyczepiany 3 t trailed spreader 3 t	50	1,0 ha	5	5	–	5	250	–	1,25 t NPK
Uprawa przedsiewna Pre-sowing cultivation	spulchniacz obrotowy 2 m rotating soil loosener 2 m	80	0,8 ha	4 x 5	25	–	25	2 000	–	2x + 2x
Dostawa nasion Supply of seeds	samochód, palety, worki truck, pallets, bags	170	0,6 t	1,2	–	2	–	–	340	usługa service
Wywóz nasion Seed transportation	ładowacz czołowy i przyczepa front loader and trailer	50	0,6 t	1,2	2	–	2	100	–	30 worków 30 bags
Siew nasion Sowing	siewnik zbożowy 3,5 m cereal drill 3.5 m	30	0,7 ha	5	14	–	7	210	–	1,8 t nasion 1.8 t of grain
Dostawa nawozów i środków ochrony roślin Supply of fertilizers and plant protection means	samochód, palety, worki i pojemniki truck, pallets, bags and containers	170	1,0 t	3	–	3	–	–	510	usługa service

cd. tabeli 1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Nawożenie pogłównie Top dressing	rozsiewacz zawieszany 0,5 t mounted spreader 0.5 t	50	1,0 ha	5	5	-	5	250	-	0,3 t N (saletra) 0.3 t of saltpeter
Bronowanie pielęgnacyjne Postemergence harrowing	brona chwastownik 6 m weeder harrow 6 m	30	1,4 ha	2 x 5	7	-	7	210	-	2x
Ochrona i nawożenie Fertilization and protection	opryskiwacz polowy 500 l field sprayer 500 l	30	1,0 ha	4 x 5	40	-	20	600	-	0,3 t N (RSM)
Zbiór ziarna Grain harvesting	kombajn zbożowy 4 m grain harvester 4 m	80	0,5 ha	5	10	-	-	-	800	38 t ziarna 38 t of grain
Odstawy ziarna (skup) Grain purchase	przyczepy wywrotki 6 i 8 t dump trailer 6 and 8 t	80	2,5 t	38	30	-	15	1 200	-	przyczepa od sąsiada trailer from a neighbor
Zbiór słomy Straw gathering	prasa zwijająca 1,7 m roll baler 1.7 m	50	0,6 ha	5	8	-	8	400	-	49 t słomy, 15 kg sznurka 49 t of straw, 15 kg of twine
Załadunek bel Bales loading	ładowacz czołowy 1,0 t front loader 1.0 t	50	12,0 t	49	4	-	4	200	-	70 bel 70 bales
Transport słomy Transportation of straw	przyczepa – platforma 10 bel 7 t trailer – platform 10 bales 7 t	80	10,0 t	49	5	-	5	400	-	do fermy to the farm
Magazynowanie bel Bales storage	ładowacz czołowy 1,0 t front loader 1.0 t	50	12,0 t	49	4	-	4	200	-	stodoła barn
Przygotowanie maszyn i inne prace bezpośrednie (narzut ok. 5%) Preparation (maintenance) of machinery	-	-	-	-	9	-	6	300	120	kombajn i maszyny harvester and machinery

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Usługi mechanizacyjne i specjalne [h]: Mechanization services and special service [h]:			razem (z usługami) total (with service)		168	8	113	6 320	2 280	
1. Dostawy nawozów i środków ochrony roślin – 6 h Supply of fertilizers and plant protection means – 6 h			– w tym usługi including service		–	8	–	–	1 360	
2. Dostawy zaprawionych nasion – 2 h Supply of dressed seeds – 2 h			nakłady w przeliczeniu na: inputs in terms of:							
3. Wypożyczenie przyczepy – 15 h Trailer rental – 15 h			– ha uprawy ha of cultivation		33,6	1,6	22,6	1264	456	
			– t plonu ziarna t of crop yield		4,42	0,21	2,97	166,3	60,0	
			– JZ produkcji globalnej JZ of total production		0,370	0,018	0,249	13,913	5,02	

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

W 5–7-letnich płodozmianach pola o powierzchni 5 ha występują w gospodarstwach posiadających 25–35 ha GO, a po doliczeniu powierzchni posiadanych TUZ – w gospodarstwach o powierzchni 35–45 ha UR. W takich płodozmianach pola o powierzchni 10 ha występują w gospodarstwach posiadających 50–70 ha GO (70–90 ha UR), a pola o powierzchni 20 ha w gospodarstwach 100–140 ha GO (140–180 ha UR).

Możliwe jest opracowanie wariantów kart technologicznych na polach o połowę mniejszych od 5 ha (2,5 ha) i o połowę większych od 20 ha (30 ha). Można więc zakładać, że z naszego zestawu można wybrać karty technologiczne produkcji zbóż w gospodarstwach o powierzchni od 17,5 do 270 ha UR.

### **Założenia organizacyjno-techniczne**

Uproszczone karty technologiczne produkcji roślinnej muszą być dostosowane do określonej organizacji produkcji i organizacji pracy w określonej grupie produkcyjnych gospodarstw (przedsiębiorstw) rodzinnych. Dla przykładowych kart technologicznych przyjęto założenia, że będą one dostosowane do wysokoprodukcyjnych gospodarstw konwencjonalnych o zrównoważonej produkcji roślinnej i zwierzęcej, uzyskujących duże plony ziarna i słomy w warunkach zrównoważonego nawożenia organicznego i mineralnego NPK (tab. 2).

Przewiduje się, że gospodarstwa będą prowadzić racjonalne zmianowanie i następstwo roślin oraz stosować bezpługą uprawę roli, stosując zaprojektowany w ITP specjalny beznapedowy spulchniacz obrotowy (tab. 3). Będą wyposażone w ciągniki o mocy od 30 do 170 kW i kombajny zbożowe o mocy silników od 80 do 170 kW. Cały plon ziarna będzie odstawiany bezpośrednio z pola, przyczepami własnymi i wypożyczonymi, do punktu skupu i magazynowania. Gospodarstwa nie będą posiadać pomieszczeń i urządzeń do czyszczenia, dosuszania i magazynowania ziarna.

Będą corocznie kupować potrzebne nasiona, dostarczane – podobnie jak nawozy i środki ochrony roślin – transportem samochodowym przez przedsiębiorstwa usługowo-dystrybucyjne (tab. 3).

Gospodarstwa będą posiadać niezbędny zestaw maszyn do produkcji zbóż, których szerokości robocze i wydajności godzinowe w czasie ogólnym zmiany ( $T_{07}$ ) przedstawiono w tabeli 4.

Wykorzystując posiadane ciągniki, kombajny i zestawy maszyn o określonej wydajności (tab. 4) opracowano I wariant 18 przykładowych kart technologicznych produkcji zbóż, określając nakłady pracy (rbh), energii (cnh i kWh) i materiałów.

Z analizy porównawczej tych kart wynikało niedostateczne wykorzystanie prędkości roboczych i mocy posiadanych ciągników, a w związku z tym zwiększone nakłady pracy (rbh) i energii ciągników (kWh).

Tabela 2. Założenia wejściowe do opracowania przykładowych kart technologicznych produkcji zbóż

Table 2. Input assumptions to develop a sample technological sheet for cereal production

Wyszczególnienie Specification	Parametry wejściowe uprawy zbóż na polach o powierzchni Input parameters for cereal cultivation on the acreage of		
	5 ha	10 ha	20 ha
Lokalizacja terenowa (teren) Location	na terenie równinnym flat area		
Ukształtowanie terenu Land shape	równym flat area		równym i falistym flat and undulated area
Rodzaj i klasa gleb Soil kind and quality class	zwięźle – II i III klasa compact – II and III class	średnio zwięźle – III klasa medium heavy soil – III class	średnie – III i IV klasa medium-heavy soil – III and IV class
Plony ziarna [ $t \cdot ha^{-1}$ ]: Grain yield [ $t \cdot ha^{-1}$ ]:			
– pszenicy ozimej winter wheat	7,6	7,3	7,0
– pszenicy jarej spring wheat	7,3	7,0	6,7
– pszenżyta ozimego winter triticale	7,0	6,8	6,6
– pszenżyta jarego spring triticale	6,8	6,6	6,4
– jęczmienia jarego spring barley	6,6	6,4	6,2
– żyta ozimego winter rye	6,4	6,2	6,0
Plony słomy [ $t \cdot ha^{-1}$ ]: Straw yield [ $t \cdot ha^{-1}$ ]:			
– pszenicy ozimej winter wheat	9,9	9,5	9,1
– pszenicy jarej spring wheat	8,0	7,7	7,4
– pszenżyta ozimego winter triticale	9,8	9,5	9,2
– pszenżyta jarego spring triticale	8,2	7,9	7,7
– jęczmienia jarego winter barley	6,6	6,4	6,2
– żyta ozimego winter rye	10,2	9,9	9,6
Nawożenie NPK [ $kg \cdot ha^{-1}$ ] Fertilization with NPK [ $kg \cdot ha^{-1}$ ]			
– pszenicy ozimej winter wheat	370	355	340
– pszenicy jarej spring wheat	350	335	320
– pszenżyta ozimego winter triticale	390	380	370
– pszenżyta jarego spring triticale	375	365	355
– jęczmienia jarego spring barley	310	300	290
– żyta ozimego winter rye	340	330	320

Źródło: wyniki własne. Source: own study.



Tabela 3. Założenia metodyczne dotyczące porównywania kart technologicznych produkcji zbóż

Table 3. Methodological assumptions regarding comparison of technological sheets for production of cereal

Wyszczególnienie Specification	Parametry technologii produkcji zbóż na polach o powierzchni Technological parameters of cereal production on the acreage		
	5 ha	10 ha	20 ha
Roślina: Plant: – pszenica ozima winter wheat – pszenica jara spring wheat – pszenżyto ozime winter triticale – pszenżyto jare spring triticale – jęczmień jary spring barley – żyto ozime winter rye	koniczyna clover mulcz mulch pszenica wheat mulcz mulch mulcz mulch mulcz mulch pszenica, pszenżyto wheat, triticale	Przedplon Forecrop koniczyna, kukurydza clover, maize mulcz mulch pszenica wheat mulcz mulch mulcz mulch pszenżyto triticale	koniczyna clover mulcz mulch pszenica wheat mulcz mulch mulcz mulch mulcz mulch pszenżyto triticale
Ciągniki [kW] Tractors [kW] Kombajn zbożowy [kW] Combine harvester [kW]	30, 50, 80	50, 80, 120	30, 50, 80
Uprawa roli Soil cultivation Narzędzia uprawowe Cultivation tools Nawożenie Nertilization Siew nasion Sowing Ochrona roślin Plant protection	bezplużna ploughless cultivation spulchniacz obrotowy rotary soil loosener rozsiwacze spreaders siewnik drill opryskiwacz sprayer	bezplużna poughless cultivation spulchniacz obrotowy rotary soil loosener rozsiwacze spreaders siewnik drill opryskiwacz sprayer	bezplużna ploughless cultivation spulchniacz obrotowy rotary soil loosener rozsiwacze spreaders siewnik drill opryskiwacz sprayer
Transport ziarna Grain transportation Magazynowanie ziarna Grain storage  Nasiona Seed Zbiór słomy Straw gathering Magazynowanie słomy Straw storage	przyczepy trailers skup – magazyn purchase station – store zakup purchase prasa zwijająca roll baler gospodarstwo farm	przyczepy trailers skup – magazyn purchase station – store zakup purchase prasa zwijająca roll baler gospodarstwo farm	przyczepy trailers skup – magazyn purchase station – store zakup purchase prasa zwijająca roll baler gospodarstwo farm

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

W II wariancie 18 przykładowych kart technologicznych produkcji zbóż zachowano wszystkie parametry technologiczne stosowane w ich wariancie I, zmieniając tylko wydajności godzinowe spulchniacza, rozsiwaczy nawozów, siewnika zbożowego i prasy zwijającej (tab. 5).

Tabela 4. Ważniejsze maszyny stosowane w technologiach produkcji zbóż oraz ich szerokość robocza i wydajność eksploatacyjna

Table 4. Important machines used in cereal production, their working width and operating output

Rodzaj maszyny lub urządzenia Type of machinery or equipment	Szerokość robocza [m] / Wydajność $W_{07}$ [ $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ] na polach Working width [m] / Capacity $W_{07}$ [ $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ] on fields		
	5 ha	10 ha	20 ha
Spulchniacze obrotowe beznapedowe, zawieszane Rotary soil loosener, mounted, without drive	2,0 / 0,8	3,0 / 1,2	4,0 / 1,6
Rozsiewacze nawozów zawieszane Mounted spreaders	0,5 t 10,5 / 1,0	0,7 t 13,5 / 1,2	0,9 t 16,5 / 1,5
Rozsiewacze nawozów przyczepiane Trailed spreaders	3,0 t 6,0 / 1,0	3,5 t 7,0 / 1,2	4,0 t 8,0 / 1,5
Siewniki zbożowe Cereal drills	3,5 / 0,7	4,5 / 1,0	5,5 / 1,3
Opryskiwacze polowe Field sprayers	500 l 10,5 / 1,0	1 000 l 13,5 / 1,3	2 000 l 16,5 / 1,6
Brony, chwastowniki Harrows, weeders	6,0 / 1,4	8,0 / 2,0	10,0 / 2,5
Prasy zwijające Roll-balers	1,7 / 0,6	1,9 / 0,8	2,0 / 1,0
Przyczepy do bel Bales trailers	7,0 t	10,0 t	16,0 t
Przyczepy wywrotki Dump trailers	6,0 t	8,0 t	10,0 t
Ładowacze czołowe Front loaders	1,0 t	1,2 t	1,5 t

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

## Projektowanie technologii produkcji zbóż

Karta technologiczna produkcji danego zboża zaczyna się od czynności poźniwnych po zbiorze poprzedniej rośliny (przedplonu), włączając w to ewentualny siew i zbiór poplonów stosowanych jako nawozy zielone (np. mulcz). Kartę kończą czynności związane z odstawą (sprzedażą) ziarna i zagospodarowaniem słomy. Karta produkcji zbóż obejmuje czynności związane z przygotowaniem nasion oraz zakupem nawozów, środków chemicznych i innych. Obejmuje zabiegi wykonywane sprzętem własnym i wszystkie czynności wykonywane usługowo.

W przykładowych technologiach, kombajnowy zbiór zbóż, nawet na polach o powierzchni 5 ha, odbywa się maszynami własnymi, a nie usługowo. Gdyby zlecono zbiór zboża wydajnymi kombajnami ( $1,25 \text{ ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ), to wtedy trzeba by było też zlecić usługową odstawę ziarna z pola do punktu skupu, ponieważ gospodarstwo, w ciągu 4 godzin, nie miałoby możliwości odbioru i odstawy 37,5 t pszenicy.

Wykonując kolejne zbiory wszystkich zbóż sprzętem własnym gospodarstwo lepiej wykorzystuje w czasie żniw swoje zasoby pracy i energii, zmniejsza swoje koszty eksploatacji i ma możliwość świadczenia pracy kombajnu sąsiadom.

Tabela 5. Wydajności godzinowe ( $W_{07}$ ) dla niektórych maszyn stosowanych w II wariantcie kart technologicznych produkcji zbóżTable 5. Hourly performance ( $W_{07}$ ) of some machinery used in the second variant of technological sheets for cereal production

Rodzaj maszyny lub urządzenia Type of machinery or equipment	Wydajność na polach [ $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ] Operating output on fields [ $\text{ha}\cdot\text{h}^{-1}$ ]		
	5 ha	10 ha	20 ha
Spulchniacz obrotowy specjalny Special rotating soil loosener	1,5	2,2	3,0
Rozsiewacz nawozów przyczepiany Trailed spreader	1,8	2,6	3,2
Rozsiewacz nawozów zawieszany Mounted spreader	1,8	2,6	3,2
Siewnik zbożowy Cereal drill	1,0	1,5	2,0
Prasa zwijająca Roll-baler	1,0	1,5	2,0

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

W karcie technologicznej (tab. 1), przed podsumowaniem nakładów pracy (rbh) i energii (cnh i kWh), dolicza się ok. 5% tych nakładów na przygotowanie maszyn i inne prace bezpośrednie (narzut). Poza nakładami łącznymi (z usługami), na cele porównawcze, oblicza się nakłady jednostkowe na ha, t ziarna i JZ (tab. 6).

Z porównania nakładów na produkcję pszenicy ozimej według I i II wariantu technologii (tab. 6) wynika, że już zmiana założonej wydajności 5 maszyn powoduje istotne różnice w jednostkowych nakładach pracy i energii w produkcji zbóż. Zmieniać można nie tylko wydajność, ale także szerokość roboczą i inne parametry eksploatacyjne dobieranego zestawu ciągników, maszyn i urządzeń technicznych. Zmieniać można także organizację produkcji, wykorzystywane usługi i inne uwarunkowania uprawy zbóż czy innych roślin. Stąd wniosek, że nie istnieje jeden modelowy wariant technologii produkcji, bo zawsze można opracować inny, może bardziej korzystny z określonych względów wariant technologiczny.

Ta wielowariantowość technologii produkcji roślinnej jest prawdopodobnie główną przyczyną trudności w opracowaniu informatycznego programu komputerowego do projektowania modernizacji i doinwestowania rozwojowych gospodarstw rodzinnych.

## Ocena zaprojektowanej technologii

Projektowanie nowych uproszczonych kart technologicznych produkcji rolniczej jest związane ze sporządzaniem projektu technologicznej i ekologicznej modernizacji gospodarstwa (przedsiębiorstwa) rolniczego i przyjęciem planu inwestycyjno-rozwojowego (biznesplanu) działalności tego przedsiębiorstwa w okresie 7–10 lat. Dlatego zestaw kart technologicznych dla danego gospodarstwa musi być zbilansowany pod względem zasobów pracy ludzi (rbh) oraz doboru własnych i obcych środków energetycznych (cnh, kWh), maszynowych i materiałowych.

Efektywność wyboru danego wariantu technologii można najlepiej określić, przeprowadzając kompleksową ocenę zestawu wszystkich technologii zaprojektowanych

Tabela 6. Wskaźniki jednostkowych nakładów pracy i energii w kartach technologicznych produkcji pszenicy ozimej

Table 6. Indicators of unit labor and energy input in the technological sheets for production of winter wheat

Rodzaj wskaźnika nakładów Type of input index	Jednostkowe nakłady pracy i energii w produkcji pszenicy ozimej Unit labor and energy inputs in production of winter wheat					
	wg wariantu I according to variant I			wg wariantu II according to variant II		
	pole (na polu) o powierzchni field area					
	5 ha	10 ha	20 ha	5 ha	10 ha	20 ha
rbh·ha <sup>-1</sup> man-hour·ha <sup>-1</sup>	35,2	24,3	19,1	30,2	21,1	16,4
rbh·t <sup>-1</sup> man-hour·t <sup>-1</sup>	4,63	3,33	2,72	3,97	2,89	2,34
rbh·JZ <sup>-1</sup> man-hour·JZ <sup>-1</sup>	0,388	0,279	0,229	0,333	0,242	0,196
cnh·ha <sup>-1</sup> tractor-hour·ha <sup>-1</sup>	22,6	15,4	12,2	18,0	12,6	9,75
cnh·t <sup>-1</sup> tractor-hour·t <sup>-1</sup>	2,97	2,11	1,74	2,37	1,73	1,39
cnh·JZ <sup>-1</sup> tractor-hour·JZ <sup>-1</sup>	0,249	0,176	0,146	0,198	0,144	0,117
kWh <sub>(c)</sub> ·ha <sup>-1</sup>	1 264	1 300	1 375	976	1 033	1 071
kWh <sub>(c)</sub> ·t <sup>-1</sup>	166,3	178,1	196,4	128,4	141,5	153,1
kWh <sub>(c)</sub> ·JZ <sup>-1</sup>	13,91	14,90	16,44	10,74	11,84	12,80
kWh <sub>(i)</sub> ·ha <sup>-1</sup>	456,0	355,0	314,5	454,0	355,0	314,0
kWh <sub>(i)</sub> ·t <sup>-1</sup>	60,0	48,6	44,9	59,7	48,6	44,9
kWh <sub>(i)</sub> ·JZ <sup>-1</sup>	5,02	4,07	3,76	5,00	4,07	3,76

Objaśnienia: c – ciągniki, i – inne. Explanations: C – tractors, i – other.

Źródło: wyniki własne. Source: own study.

dla konkretnego gospodarstwa rolniczego. Wtedy można oceniać poszczególne warianty technologii, porównując je pod względem:

- uzyskiwanej produkcji (JZ·ha<sup>-1</sup>) i ponoszonych kosztów (zł·JZ<sup>-1</sup>);
- ponoszonych nakładów pracy (rbh·t<sup>-1</sup>) i energii (kWh·t<sup>-1</sup>);
- ochrony środowiska (bilanse GSO, NPK i inne).

Ekspertyczne szacowanie (projektowanie) uzyskiwanych plonów (JZ·ha<sup>-1</sup>) musi być uzależnione od polowych warunków terenowych i glebowo-klimatycznych oraz od aktualnych bilansów glebowej substancji organicznej (GSO w ± t·ha<sup>-1</sup>), nawożenia organicznego i mineralnego azotem (N), fosforem (P) i potasem (K), a także bilansu nakładów materiałowo-energetycznych (MJ·JZ<sup>-1</sup>) i jednostkowych kosztów produkcji (zł·JZ<sup>-1</sup>).

Oceniając wybraną technologię pod względem ekologicznym, poza obligatoryjną oceną oddziaływania na bilans GSO, trzeba sprawdzać stopień możliwości wypłukiwania azotu z gleby, stopień jej ugniatania, pokrycia roślinnością, emisję gazów cieplarnianych i obecność innych punktowych lub obszarowych źródeł zanieczyszczeń.

## **Podsumowanie i wnioski**

Studia prowadzone podczas opracowania przykładowych kart technologicznych produkcji zbóż [WÓJCICKI, RUDEŃSKA 2013], dotyczące możliwości uproszczenia projektowania modernizacji gospodarstw rodzinnych, pozwalają na stwierdzenie, że tworzenie internetowego systemu informatycznego jest trudne do zrealizowania.

Ze względu na wielowariantowość doboru technologii produkcji, wiodącą rolę w projektowaniu modernizacji rolniczych przedsiębiorstw rodzinnych będą odgrywać doświadczeni specjaliści, współpracujący z właścicielami modernizowanych gospodarstw. Rolę ekspertów od urządzania i mechanizowania rozwojowych gospodarstw rodzinnych będą coraz częściej przejmować sami ich właściciele, dysponujący techniką komputerową i dostępem do Internetu. Trzeba więc pomagać im, udostępniając w Internecie pomocniczy system informatyczny modernizacji gospodarstw rolnych.

System projektowania doboru technologii produkcji rolniczej jest systemem eksperckim, ale można i trzeba opracowywać pomocniczy system informatyczny doboru technologii i techniki dla rozwojowych gospodarstw rolnych. Składową częścią tego systemu powinien być ciągle aktualizowany system maszyn rolniczych (SMR) i aktualizowane wskaźniki eksploatacyjno-ekonomiczne do tego systemu.

## **Bibliografia**

GOŁKA W., WÓJCICKI Z. 2009. Ocena działalności rozwojowych gospodarstw rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1 s. 34–43.

KUREK J., WÓJCICKI Z. 2011. Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. Cz. IV. Wyposażenie i działalność badanych obiektów w 2010 r. Monografia. Falenty–Warszawa. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-28-8 ss. 129.

RUDEŃSKA B., WÓJCICKI Z. 2013. Zatrudnienie i nakłady pracy w badanych gospodarstwach rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1 s. 61–69.

SAWA J. 2012 r. Opis procesów produkcji gospodarstwa jako warunek ich modernizacji. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 3 s. 15–24.

SZEPTYCKI A., WÓJCICKI Z. 2003. Postęp technologiczny i nakłady energetyczne w rolnictwie do 2020 r. Warszawa. IBMER. ISBN 83-86264-96-9 ss. 242.

WÓJCICKI Z. 2007. Poszanowanie energii i środowiska w rolnictwie i na obszarach wiejskich. Warszawa. Wydaw. IBMER. ISBN 978-83-89806-17-8 ss.124.

WÓJCICKI Z. 2008. Metodyka badań postępu technologicznego w gospodarstwach rodzinnych. Warszawa. Wydaw. IBMER. ISBN 978-83-89806-22-3 ss. 90.

WÓJCICKI Z. 2010. Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. Część II. Projekty modernizacji badanych obiektów. Monografia. Falenty–Warszawa. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-12-7 ss. 90.

WÓJCICKI Z. 2013a. Optymalizacyjne projektowanie modernizacji gospodarstw rolnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1 s. 5–12.

WÓJCICKI Z. 2013b. Środki techniczne w badanych gospodarstwach rodzinnych. *Problemy Inżynierii Rolniczej*. Nr 1 s. 31–40.

WÓJCICKI Z., MUZALEWSKI A., SAWA J., TABOR S., WAJSZCZUK K. i in. 2009. Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. Cz. I. Program, organizacja i metodyki badań. Monografia. Warszawa. Wydaw. IBMER. ISBN 978-83-8986-32-1 ss. 149.

WÓJCICKI Z., KUREK J. 2011. Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. Cz. III. Wyposażenie i działalność badanych obiektów w 2009 r. Monografia. Falenty–Warszawa. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-18-9 ss. 123.

WÓJCICKI Z., KUREK J. 2012. Technologiczna i ekologiczna modernizacja wybranych gospodarstw rodzinnych. Cz. IV. Wyniki badań i wdrożeń projektu rozwojowego. Monografia. Falenty–Warszawa. Wydaw. ITP. ISBN 978-83-62416-34-9 ss. 148.

WÓJCICKI Z., RUDĘŃSKA B. 2013a. Przychody i ich struktura w badanych gospodarstwach rodzinnych. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 2 s. 33–41.

WÓJCICKI Z., RUDĘŃSKA B. 2013b. Rozchody i dochody w badanych gospodarstwach rodzinnych. Problemy Inżynierii Rolniczej. Nr 2 s. 43–54.

WÓJCICKI Z., RUDĘŃSKA B. 2013c. Przykładowe karty technologiczne produkcji zbóż. Maszynopis. Warszawa. ZAEiE – ITP.

### **Zdzisław Wójcicki**

## **DEVELOPMENT OF NEW TECHNOLOGIES FOR CROP PRODUCTION**

### **Summary**

The paper presents a methodology for the design and evaluation of new technologies of crop production. Both the existing and new production technologies can be documented in the form of simplified or detailed technological sheets. They present a method of production in specific fields, giving the sequence of the various technological processes, technical means, achieved efficiency and incurred inputs of work (working hours), energy (kWh) and materials (t) as well. Designing of the new, simplified technological sheets in agricultural production is associated with the preparation of project for technological and ecological modernization of the defined agricultural farm or enterprise. Therefore, a set of technological sheets for all types of crop grown in the farm must be balanced in terms of selection of its own energy resources (tractors) and machinery. When assessing the various options of the designed technological sheet there is a need to compare them in terms of: production obtained ( $\text{JZ} \cdot \text{ha}^{-1}$ ) and costs ( $\text{PLN} \cdot \text{JZ}^{-1}$ ), incurred labor ( $\text{working hours} \cdot \text{t}^{-1}$ ) and energy ( $\text{kWh} \cdot \text{t}^{-1}$ ) and environmental protection as well (balance of GSO, NPK and others). The paper presents model of simplified technological sheet for crop production recommended by ITP as well as description of methodological tests concerning the design and evaluation of production process of wheat, triticale, barley and rye. The effectiveness of the choice of the technology variant can be best determined by performing a comprehensive assessment of the set of all crop production technologies designed for the specific agricultural farm. Programming modernization of a company's business is an expert activity. But the experts need an auxiliary informatics system for selection of technology and techniques for the developing agricultural farms.

**Key words:** agriculture, farm, modernization, technology, method

Adres do korespondencji:

prof. dr hab. Zdzisław Wójcicki  
Instytut Technologiczno-Przyrodniczy  
Oddział w Warszawie  
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa  
tel. 22 542-11-67 lub 605 206 348