
**ANNALS OF THE POLISH ASSOCIATION
OF AGRICULTURAL AND AGRIBUSINESS ECONOMISTS**

ROCZNIKI NAUKOWE
STOWARZYSZENIA EKONOMISTÓW ROLNICTWA I AGROBIZNESU

Received: 10.08.2023
Acceptance: 20.09.2023
Published: 26.09.2023
JEL codes: D24, Q56

Annals PAAAE • 2023 • Vol. XXV • No. (3)

License: Attribution 3.0 Unported (CC BY 3.0)

DOI: 10.5604/01.3001.0053.8657

**DOROTA CZERWIŃSKA-KAYZER¹, ZOFIA ZYDLIK, PIOTR ZYDLIK,
DARIUSZ KAYZER**

Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, Polska

**WPLYW WARUNKÓW KLIMATYCZNYCH
NA OPŁACALNOŚĆ PRODUKCJI JABŁEK W WARUNKACH
REPLANTACJI ORAZ PŁODOZMIANU**

Słowa kluczowe: produkcja jabłek, opłacalność, nadwyżka bezpośrednia,
warunki klimatyczne, Wielkopolska

ABSTRAKT. Produkcja jabłek uwarunkowana jest wieloma czynnikami środowiskowo-ekonomicznymi, m.in. uprawianą odmianą, kondycją roślin, czynnikami stresowymi, popytem, podażą, ponoszonymi kosztami, cenami środków produkcji i owoców. Celem badań było przedstawienie i ocena wpływu warunków klimatycznych na opłacalność produkcji jabłoni odmiany Najdared w warunkach replantacji oraz stosowania płodozmianu. Badania zrealizowano w latach 2015-2017 w Wielkopolsce na drzewach jabłoni rosnących na dwóch stanowiskach: na glebie replantowanej oraz po płodozmianie. Analiza warunków klimatycznych wykazała znaczne zróżnicowanie temperatur powietrza oraz sum opadów w poszczególnych latach. Do oceny opłacalności zastosowano rachunek nadwyżki bezpośredniej oraz wskaźniki opłacalności i rentowności produkcji. Analizując opłacalność produkcji jabłek odmiany Najdared stwierdzono, że znacząco korzystniejsze wyniki finansowe uzyskuje się na glebie po płodozmianie w porównaniu do produkcji na glebie replantowanej. Ponadto spadek opłacalności produkcji jabłek na glebie replantowanej, w szczególności przy niesprzyjających warunkach klimatycznych, był wyraźnie większy niż na stanowisku po płodozmianie. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że w przyszłości zrównoważona uprawa jabłoni powinna być prowadzona na stanowiskach po płodozmianie.

¹ Corresponding author: dorota.czerwinska@up.poznan.pl

WPROWADZENIE

Na wahania plonowania drzew jabłoni w różnych latach istotny wpływ mają zmienne warunki pogodowe, w szczególności temperatura w okresie kwitnienia i zawiązywania zawiązków [Chmielewski i in. 2004]. Proces różnicowania się pąków kwiatowych, podziału komórek oraz wiele innych procesów fizjologicznych także odbywa się przy określonych warunkach temperaturowych. Dla jabłoni, podobnie jak i dla większości roślin klimatu umiarkowanego, okresy chłodu są niezbędne do przełamania okresu spoczynku pąków [Luedeling i in. 2013, Guo i in. 2015]. Z kolei zbyt wysoka temperatura w okresie zimy może doprowadzić do opóźnienia wzrostu i kwitnienia roślin lub nawet wywołać całkowity brak kwitnienia [Cook i in. 2012, Shi i in. 2017]. Faza kwitnienia jest jednym z najbardziej wrażliwych okresów w rozwoju drzew na wahania temperatur. W zależności od gatunku, wartości progowe temperatury w okresie kwitnienia wynoszą od 0°C do -4°C [Lenz i in. 2016]. Na stopień uszkodzeń drzew owocowych przez niskie temperatury mogą mieć wpływ takie czynniki, jak: tempo jej spadku [Rodrigo 2000], temperatura w poprzednich okresach [Hufkens i in., 2012], wahania temperatury wiosną [Rigby, Porporato, 2008], prędkość wiatru, wilgotność względna, zachmurzenie w fazie kwitnienia, a także stan odżywienia drzewa [Rodrigo 2000].

Oddziaływanie zmiennych warunków klimatycznych na drzewa owocowe może być dodatkowo potęgowane przez warunki stresowe dla roślin. Zaliczyć do nich można zjawisko znane jako ARD (ang. *apple replant disease*), występujące na skutek zakładania nowych nasadzeń sadowniczych w miejsce starych, tj. stosowania replantacji. Konieczność częściej wymiany nasadzeń wynika ze zmiany asortymentu odmianowego, zmieniających się preferencji konsumentów owoców, naturalnego procesu starzenia się drzew i postępującej globalizacji. Zarówno w Polsce, jak i w większości krajów Unii Europejskiej (UE) liczba stanowisk przydatnych do zakładania nowych nasadzeń sadowniczych jest ograniczona. Należy spodziewać się, że znaczenie ARD w sadownictwie będzie wzrastać. Wielokrotnie badano skutki choroby replantacyjnej, szczególnie w sadach jabłoniowych. Zjawisko to powoduje m.in. zahamowanie wzrostu wegetatywnego pędów drzew, martwicę wierzchołków korzeni, redukcję włośników odpowiedzialnych za pobieranie wody i składników mineralnych [Mazzola, Manici 2012, Grunewaldt-Stöcker i in. 2019]. Osłabienie wzrostu części naziemnej oraz podziemnej drzew prowadzi do spadku ich plonowania, niekiedy nawet o 50%. O obniżonym plonowaniu drzew owocowych rosnących w warunkach ARD oraz pogorszeniu jakości owoców pisali również Luise van Schoor z zespołem badaczy [2009] i En-Tai Liu i współpracownicy [2014].

Wpływ warunków klimatycznych na plonowanie drzew owocowych, a przez to na opłacalność produkcji, może być modyfikowany przez wiele czynników, m.in. przez gatunek roślin, ich kondycję lub przez warunki siedliskowe, w jakich rośliny rosną,

w tym przez czynniki stresowe (ARD). Celem badań było przedstawienie i ocena wpływu warunków klimatycznych na opłacalność produkcji jabłoni odmiany Najdared w warunkach replantacji oraz stosowania płodozmianu.

MATERIAŁ I METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono w latach 2015-2017 na terenie stacji doświadczalnej Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu (województwo wielkopolskie). Obiektami badawczymi były drzewa jabłoni odmiany Najdared szczepione na podkładce M.26, rosnące w rozstawie 3,3 x 1,5 m (2000 drzew/ha), uprawiane na dwóch rodzajach stanowisk. W pierwszym przypadku, określanym w pracy jako gleba replantowana, rośliny rosły w miejscu po wykarczowanych drzewach jabłoni uprawianych od 1949 roku. W tym czasie, na tym stanowisku trzykrotnie dokonano wymiany nasadzeń (replantacji). Ostatni sad jabłoniowy wykarczowano jesienią 2008 roku. Wiosną 2009 roku w miejsce starych drzew posadzono nowy sad jabłoniowy, nie stosując zabiegów poprawiających właściwości gleby. Na stanowisku drugim, określanym jako gleba po płodozmianie, jabłonie rosły także od 1949 roku, ale od 1998 do 2009 roku stosowano przerwę, w czasie której uprawiano w tym miejscu pszenicę, rzepak oraz gorczycę, tj. rośliny rolnicze uznawane za fitosanitarne. Na obu stanowiskach stosowano jednakowe zabiegi agrotechniczne (standardowe nawożenie, okresowe nawadnianie, usuwanie chwastów). Drzewa jabłoni rosły w jednakowych warunkach klimatycznych. Analiza warunków klimatycznych w latach 2014-2017 wykazała znaczne zróżnicowanie temperatur powietrza oraz ilości opadów w poszczególnych latach. W sezonach wegetacyjnych 2014 i 2015 ilość opadów atmosferycznych była relatywnie niewielka. Powodowało to niedobór wody i występowanie okresów posuchy, szczególnie na przełomie kwietnia i maja – w czasie kwitnienia i zawiązywania owoców. W latach 2016 i 2017, odnotowano relatywnie niższe średnie temperatury powietrza oraz wyższe miesięczne sumy opadów atmosferycznych [Zydlik i in. 2021]. W trzyletnim okresie badawczym przymrozki wiosenne wystąpiły w każdym sezonie wegetacyjnym. Różniły się one nie tylko spadkiem temperatury, ale również czasem trwania przymrozków. Największe potencjalne, niekorzystne oddziaływanie na drzewa jabłoni było w sezonie poprzedzającym cykl badawczy (2014 rok) oraz w pierwszym roku jego trwania (2015 rok). W pierwszej połowie maja 2014 roku odnotowano spadek temperatury do $-1,5^{\circ}\text{C}$, który trwał 6 godzin. W 2015 roku, również na początku maja, spadek temperatury wynosił $-1,2^{\circ}\text{C}$, trwający 5 godzin. W kolejnych latach przymrozki wystąpiły wcześniej (koniec kwietnia), a czas ich trwania był krótszy. W okresie trwania doświadczenia, w sezonach wegetacyjnych 2015-2017 wykonano następujące pomiary: plonowania (kg/drzewo) oraz wielkość owoców według średnicy.

Ocenę wykonano bezpośrednio po zbiorach na 50 losowo wybranych owocach z każdego stanowiska. Klasy wielkości owoców oceniano przez ich kalibrowanie. Średnicę owoców mierzono miarą szablonową, wyskalowaną co 0,5 cm.

Oceny opłacalności produkcji jabłek, w zależności od wcześniejszego sposobu użytkowania gleby i w różnych warunkach klimatycznych, wykonano dwuetapowo. W pierwszej kolejności, na podstawie wartości produkcji i poniesionych kosztów, wykonano rachunek kosztów niepełnych, umożliwiający obliczenie nadwyżki bezpośredniej. Zgodnie z założeniami Farm Accountancy Data Network [Westbury i in. 2011], nadwyżka bezpośrednia (N_b) w przypadku produkcji roślinnej jest definiowana jako roczna wartość produkcji (P_p) uzyskana z jednego hektara uprawy pomniejszona o koszty bezpośrednie (C_d) niezbędne do jej wytworzenia [Czerwińska-Kayzer, Florek 2012, Czerwińska-Kayzer 2015]. W klasycznej formule wspomnianego rachunku uwagę koncentruje się głównie na kosztach bezpośrednich [Carli, Canavari 2013], a wartość produkcji traktowana jest wyłącznie jako wprowadzenie do obliczenia kwoty nadwyżki bezpośredniej. Mevlüt Gül i zespół badaczy [2016] podkreślają, że ocena efektywności, w tym opłacalności może być rozpatrywana na dwa sposoby: jest zorientowana na nakłady (koszty) lub na wyniki (produkcję). Kwestię skierowania oceny efektywności na produkty podkreślają Glenn Welsch i współpracownicy [1988], którzy uważają, że przy podejmowaniu decyzji nie można wyłącznie koncentrować się na kosztach, należy rozważyć także w jakich sferach tworzone są przychody – produkty, bo tak naprawdę to one mają znaczący wpływ na wytwarzany dochód i na wybór technologii produkcji. Przychody z produkcji są bowiem podstawowym miernikiem dokonań jednostki oraz wykładnikiem sukcesu prowadzonej działalności. Uwzględniając przedstawione założenia do oceny opłacalności produkcji jabłek, zaproponowano modyfikację rachunku nadwyżki bezpośredniej o wskazanie „centr przychodów”, za które w badaniu uznano produkty wyróżnione według klas wielkości jabłek. W badaniu przyjęto takie podejście, gdyż podział na klasy w ocenie handlowej uznawany jest za jeden z ważniejszych indeksów jakości. Schemat proponowanego rachunku był następujący:

I. Produkcja główna ($P_p = P_{EK} + P_1 + P_2$)

A. Produkcja klasa extra (P_{EK})

B. Produkcja klasa I (P_1)

C. Produkcja klasa II (P_2)

II. Koszty bezpośrednie ($K_b = K_m + K_s$)

D. Koszty materiałowe (K_m)

E. Koszty specjalistyczne (K_s)

F. Nadwyżka bezpośrednia (N_b)

W przedstawionym rachunku wartość produkcji głównej (P_p) obliczono jako sumę szacowanej wartości produkcji z trzech klas produktów – jabłek (P_{EK}, P_1, P_2). Wartość produkcji z każdego produktu obliczono jako iloczyn plonu uzyskanego z hektara sadu i średniej ceny jabłek danej klasy w roku. Koszty bezpośrednie podzielono na koszty materiałowe (K_m) i koszty specjalistyczne (K_s). W grupie kosztów materiałowych uwzględniono: nawozy, środki ochrony roślin, aktywator, paliwo, nawadnianie. Koszty tej grupy obliczono jako iloczyn ilości zużycia materiału i jego średniej ceny w roku. Ilość zużytych materiałów odpowiadał ich rzeczywistemu zużyciu w prowadzonej uprawie w danym roku. Koszty specjalistyczne obejmowały typowe koszty produkcji jabłoni, tj. koszty cięcia, zbioru owoców, opakowań. Koszty zbioru i cięcia zostały oszacowane jako iloczyn roboczogodzin i średniej stawki za godzinę pracy. W rachunku kosztu opakowań uwzględniono zarówno opakowania zbiorcze (np. palety), jak i opakowania indywidualne. Wartość opakowań indywidualnych w danym roku obliczono jako iloczyn ceny opakowania i uzyskanego plonu. Koszt palet podlegających corocznej wymianie skalkulowano jako 5% liczby palet niezbędnych przy produkcji jabłek.

W drugim etapie badań ocenę opłacalności uzupełniono o analizę wskaźnikową. Wskaźniki efektywności mogą przyjmować różną postać, gdyż są zorientowane na ocenę ponoszonych nakładów lub osiągniętych wyników [Johnes 2004]. W prowadzonych badaniach zastosowano podejście wynikowe, w którym efektywność zdefiniowano jako relację efektu (wyniku) do poniesionego nakładu (kosztu) [Wanga i in. 2013]. W analizie zastosowano dwa wskaźniki, tj. wskaźnik opłacalności i rentowność produkcji.

Wskaźnik opłacalności produkcji (O_p), określający w jakim stopniu szacowana wartość produkcji pokrywa koszty bezpośrednie, obliczono jako iloraz szacowanej wartości produkcji głównej (P_p) do wartości poniesionych kosztów bezpośrednich (K_b):

$$O_p = \frac{P_p}{K_b} \times 100(\%)$$

Im wartość wskaźnika opłacalności jest wyższa, tym produkcja jest bardziej opłacalna.

Wskaźnik rentowności produkcji (ROP) obliczono jako iloraz wartości nadwyżki bezpośredniej i produkcji głównej;

$$ROP = \frac{N_b}{P_p} \times 100(\%)$$

W tej postaci wskaźnik stosuje się do oceny efektywności produkcji i pozwala określić ile procent nadwyżki bezpośredniej uzyskuje się z wartości produkcji głównej. Wysoka wartość wskaźnika wskazuje na wysoką rentowność, a każdy spadek jest oznaką jej pogorszenia.

WYNIKI

W doświadczeniu wykazano znaczne zróżnicowanie plonowania drzew jabłoni oraz wielkości pozyskiwanych owoców w zależności od rodzaju stanowiska. W całym okresie badawczym niższe plony zbierano z drzew rosnących na glebie replantowanej. Wielkość plonu owoców wahała się od 12 701 do 27 364 kg/ha. Z kolei na stanowisku po płodozmianie plon wahał się od 32 000 do 48 700 kg/ha (tabela 1).

Tabela 1. Wielkość plonu jabłek odmiany Najdared według rodzaju stanowiska i klas wielkości owoców w latach 2015-2017

Wyszczególnienie	Gleba replantowana			Gleba po płodozmianie		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Plon ogółem [kg/ha], w tym:	27 364	12 701	21 743	32 000	35 400	48 700
– extra klasa	7 876	5 418	8 408	25 920	30 090	43 343
– I klasa	12 222	4 410	7 977	6 080	5 310	5 357
– II klasa	7 062	2 772	5 174	0	0	0

Źródło: badania własne

W uprawie na glebie replantowanej przez cały okres badania zbierano owoce w trzech grupach wielkości. Z drzew rosnących na stanowisku po płodozmianie zbierano znacznie większe owoce, które klasyfikowano do klas ekstra i I (tabela 1). W tej uprawie nie uzyskano owoców mniejszych niż 6 cm. Warto także zauważyć, że sposób użytkowania gleby (tzn. rodzaj stanowiska) miał istotny wpływ na pozostałe parametry jakościowe owoców. Z drzew jabłoni rosnących na glebie replantowanej zbierano owoce o mniejszej masie, jędrności, oraz wyższej kwasowości w porównaniu do stanowiska po płodozmianie [Zydlík i in. 2021].

Na podstawie przeprowadzonych badań wskazano na występowanie związku pomiędzy plonowaniem drzew jabłoni a przebiegiem warunków pogodowych w okresie wegetacji. W trzyletnim okresie badawczym najniższe plony jabłek zbierano w 2015 roku. Wpływ na to miały okresowe spadki temperatury poniżej zera w okresie kwitnienia – wiosenne

przymrozki, występujące w roku poprzedzającym cykl badawczy (2014 rok) oraz w kolejnym roku (2015 rok). Na skutek ich oddziaływania część kwiatów mogła ulec uszkodzeniu, obniżając tym samym plonowanie drzew. Odsetek zawiązanych owoców w 2015 roku wynosił 11,2%, podczas gdy w 2016 roku 14,5% i w 2017 roku 12,3%. Na glebie po płodozmianie w tych samych latach wartości były większe i wynosiły odpowiednio 50,3%, 77,8% i 75,5%. Innym czynnikiem mającym wpływ na niskie plony drzew jabłoni w 2015 roku mogły być okresowe niedobory wody, redukujące liczbę założonych pąków kwiatowych w sezonie poprzedzającym badanie (2014 rok) oraz liczbę kwiatów na drzewach w pierwszym roku plonowania (2015 rok). Zarówno w 2014 roku, jak i rok później, ilość opadów atmosferycznych była relatywnie niewielka – o kilkadziesiąt mm niższa niż średnia z wielolecia. W połączeniu z wysoką temperaturą powietrza w tym czasie generowało to występowanie okresów posuchy. Niedobór wody był szczególnie widoczny na przełomie kwietnia i maja – w czasie kwitnienia drzew [Zydlik i in. 2021].

Uzyskany plon przełożył się na wartość produkcji głównej, która w latach 2015-2017 z drzew rosnących na glebie replantowanej wahała się od 11,2 tys. zł/ha w 2016 roku do 27,4 tys. zł/ha w 2015 roku (tabela 2). Wielkość produkcji obejmowała trzy klasy jakości jabłek, z czego owoce klasy ekstra stanowiły od 51,8% do 67,2% produkcji głównej. Największy udział owoców klasy ekstra w wartości produkcji głównej wystąpił w 2016 roku – w okresie o umiarkowanie niekorzystnym przebiegu warunków klimatycznych. Największy udział owoców klasy I (tj. o wielkości od 6,5 do 7,0 cm) (34,8%) odnotowano w 2015 roku. Najmniejszy udział (10%) stanowiły owoce małe, o średnicy poniżej 6 cm, przy czym w każdym kolejnym roku był on coraz mniejszy. Stanowi to podstawę do stwierdzenia, że w uprawie jabłek na glebie replantowanej niekorzystne warunki klimatyczne wpływają na wielkość owoców, co przekłada się na wartość produkcji, w każdej grupie produktów (tabela 2).

Tabela 2. Wartość produkcji jabłek odmiany Najdared według rodzaju stanowiska i klas jakości owoców w latach 2015-2017

Wyszczególnienie	Gleba replantowana			Gleba po płodozmianie		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Wartość produkcji ogółem [zł/ha], w tym:	27 383	11 214	24 460	51 398	44 958	77 954
– extra klasa	14 178	7 531	14 042	46 656	41 825	72 383
– I klasa	9 533	2 602	8 296	4 742	3 133	5 571
– II klasa	3 672	1 081	2 122	0	0	0

Źródło: badania własne

W uprawie drzew jabłoni na glebie po płodozmianie wartość produkcji głównej wahała się od 44,9 tys. zł/ha w roku 2016 do 77,9 tys. zł/ha w 2017 roku (tabela 2). Uzyskanie tak wysokiej wartości produkcji było możliwe w wyniku zbiorów owoców wysokiej jakości, sklasyfikowanych do klasy ekstra i klasy I. Owoce klasy ekstra stanowiły średnio 90% całej produkcji, a ich udział w całym badanym okresie zmieniał się nieznacznie. Świadczy to o tym, że warunki klimatyczne w produkcji jabłek na stanowisku po płodozmianie nie miały znaczącego wpływu na wielkość owoców, a pośrednio na wartość produkcji.

W grupie kosztów bezpośrednich decydującą rolę odgrywają koszty specjalistyczne, tj. koszty cięcia, zbioru owoców, opakowań. Ich ogólna wartość na glebie replantowanej wahała się od 7,7 tys. zł/ha w 2016 roku do 14,7 tys. zł/ha w 2017 roku, a na stanowisku po płodozmianie od 16,3 tys. zł/ha w 2015 roku do 30,2 tys. zł/ha w 2017 roku (tabela 3). Średni udział kosztów specjalistycznych w kosztach bezpośrednich w produkcji na glebie replantowanej wynosił 66,2%, a w produkcji na stanowisku po płodozmianie –

Tabela 3. Wartość kosztów bezpośrednich i nadwyżki bezpośredniej w produkcji jabłek odmiany Najdared według rodzaju stanowiska w latach 2015-2017

Wyszczególnienie	Gleba replantowana			Gleba po płodozmianie		
	2015	2016	2017	2015	2016	2017
Koszty bezpośrednie [zł/ha], w tym:	20 245	13 290	20 617	22 423	23 701	36 176
– koszty materiałowe	6 103	5 616	5 940	6 103	5 616	5 940
– koszty specjalistyczne	14 142	7 674	14 677	16 320	18 086	30 237
– nadwyżka bezpośrednia	7 137	-2 076	3 843	28 975	21 256	41 777

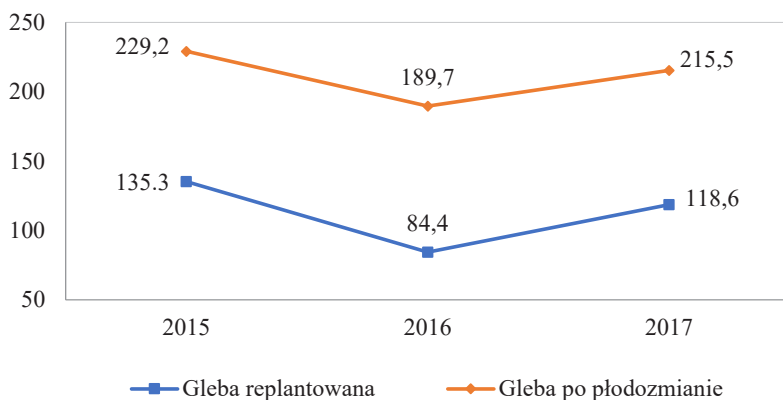
Źródło: badania własne

77,6%. W tej grupie kosztów największe znaczenie miały koszty opakowań i pielęgnacji drzew. Z kolei w grupie kosztów materiałowych, których wartość w obu uprawach wahała się od 5,6 tys. zł/ha do 6,1 tys. zł/ha, największe znaczenie miały koszty ochrony roślin i nawadniania. Stanowiły one odpowiednio 50,2% i 32,5% kosztów materiałowych. Należy zaznaczyć, że niższe koszty materiałowe w 2016 roku były następstwem niższych cen środków produkcji w porównaniu do pozostałych lat.

Z zestawienia wartości produkcji i poniesionych kosztów bezpośrednich wynika, że w całym okresie produkcja na stanowisku po płodozmianie pozwalała pokryć poniesione koszty. W 2017 roku, w okresie o korzystnych warunkach pogodowych, na stanowisku po płodozmianie wartość produkcji głównej była najwyższa. Nadwyżka bezpośrednia wynosiła 41,8 tys. zł/ha (tabela 3). W 2016 roku – przy umiarkowanie niekorzystnych warunkach klimatycznych w uprawie, na glebie replantowanej koszty bezpośrednie

przewyższyły szacowaną wartość produkcji. Oznacza to, że produkcja jabłek na tym stanowisku w niekorzystnych warunkach pogodowych była całkowicie nieopłacalna, a strata wyniosła 2,1 tys. zł/ha (tabela 3).

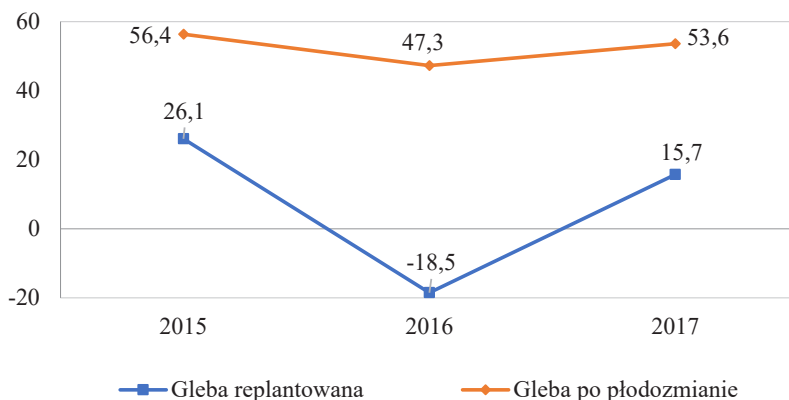
Z analizy opłacalności, obliczonej jako relacja wartości produkcji głównej do poniesionych kosztów bezpośrednich, wynika, że w całym badanym okresie produkcja jabłek na glebie po płodozmianie była opłacalna, szczególnie w latach o korzystnych uwarunkowaniach klimatycznych, gdy opłacalność była wyższa o ponad 115%. W okresie o umiarkowanie niekorzystnych warunkach klimatycznych (2016 rok) wskaźnik opłacalności wynosił 89,7% (rysunek 1). Uprawa owoców w tym samym roku na glebie replantowanej była nieopłacalna, ponieważ koszty bezpośrednie były wyższe o ponad 15% od wartości produkcji. Przy bardziej sprzyjających warunkach klimatycznych opłacalność produkcji owoców na glebie replantowanej wzrastała, jednak w znacznie mniejszym stopniu niż na glebie po płodozmianie.



Rysunek 1. Wskaźnik opłacalności jabłek odmiany Najdared według rodzaju stanowiska w latach 2015-2017

Źródło: badania własne

Na glebie po płodozmianie rentowność produkcji określona relacją nadwyżki bezpośredniej do wartości produkcji głównej, w całym okresie badawczym była wyrównana (od 47% do 56%). Dla porównania, w uprawie na glebie replantowanej w latach o korzystnym przebiegu warunków klimatycznych rentowność była bardziej zróżnicowana oraz istotnie niższa niż na stanowisku po płodozmianie (26,1% w 2015 roku i 15,7% w 2017 roku). W 2016 roku, ze względu na poniesioną stratę (tabela 3) wskaźnik ten przyjął wartość ujemną, co potwierdza wcześniejszy wniosek o deficytowości produkcji w warunkach ARD, szczególnie przy niesprzyjających warunkach klimatycznych (rysunek 2).



Rysunek 2. Wskaźnik rentowności produkcji jabłek odmiany Najdared według rodzaju stanowiska w latach 2015-2017

Źródło: badania własne

PODSUMOWANIE

W badaniu wykazano istotny wpływ wcześniejszego sposobu użytkowania gleby na plonowanie drzew jabłoni i opłacalność produkcji. Przebieg temperatury powietrza oraz ilość opadów atmosferycznych w okresach wegetacji miał wpływ zarówno na plonowanie drzew, jak i wielkość owoców. Z drzew rosnących na glebie replantowanej zbierano kilkakrotnie niższe plony o gorszej jakości niż na glebie po płodozmianie. Na glebie po płodozmianie te czynniki pogodowe w mniejszym stopniu modyfikowały plonowanie i wielkość jabłek niż na glebie replantowanej.

Analizując opłacalności produkcji jabłek wykazano, że na glebie replantowanej produkcja jest znacznie mniej efektywna niż na glebie po płodozmianie. Również wpływ niekorzystnych warunków klimatycznych na ekonomiczne wyniki produkcji w warunkach stresowych dla roślin (ARD) był większy niż na glebie po płodozmianie. Potwierdzono tym samym wniosek płynący z innych badań [Van Schoor i in. 2009], o spadku o rentowności sadu jabłoniowego rosnącego na glebie replantowanej. Na tej podstawie można stwierdzić, że jedną z podstawowych przyczyn zmniejszenia opłacalności produkcji jabłek jest niższe plonowanie drzew na glebach replantowanych, które staje się widoczne w niekorzystnych warunkach klimatycznych.

BIBLIOGRAFIA

- Carli Giacomo, Maurizio Canavari. 2013. Introducing direct costing and activity based costing in a farm management system: a conceptual model. *Procedia Technology* 8: 397-405. DOI: 10.1016/j.protcy.2013.11.052.
- Chmielewski Frank, Antje Müller, Ekko Bruns. 2004. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agricultural and Forest Meteorology* 121 (1-2): 69-78. DOI: 10.1016/S0168-1923(03)00161-8.
- Cook Benjamin I., Elizabeth M. Wolkovich, Camille Parmesan. 2012. Divergent responses to spring and winter warming drive community level flowering trends. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 109 (23): 9000-9005. DOI: 10.1073/pnas.1118364109.
- Czerwińska-Kayzer Dorota. 2015. Wpływ dopłat na dochodowość upraw roślin strączkowych (Impact of subsidies on the profitability of legume crops). *Roczniki Naukowe SERiA XVII* (3): 72-78.
- Czerwińska-Kayzer Dorota, Florek Joanna. 2012. Opłacalność wybranych upraw roślin strączkowych (Profitability of selected legumes). *Fragmenta Agronomica* 29 (4): 36-44.
- Grunewaldt-Stöcker Gisela, Felix Mahnkopp, Carolin Popp, Edgar Maiss, Traud Winkelmann. 2019. Diagnosis of apple replant disease (ARD): Microscopic evidence of early symptoms in fine roots of different apple rootstock genotypes. *Scientia Horticulturae* 243: 583-594. DOI: 10.1016/j.scienta.2018.09.014.
- Guo Liang, Junhu Dai, Mingcheng Wang, Jianchu Xu, Eike Luedeling. 2015. Responses of spring phenology in temperate zone trees to climate warming: A case study of apricot flowering in China. *Agricultural and Forest Meteorology* 201: 1-7. DOI: 10.1016/j.agrformet.2014.10.016.
- Gül Mevlüt, Vecdi Demircan, Hasan Yilmaz, Hilal Yilmaz. 2016. Technical efficiency of goat farming in Turkey: a case study of Isparta province. *Revista Brasileira de Zootecnia* 45 (6): 289-335. DOI: 10.1590/S1806-92902016000600007.
- Hufkens Koen, Mark A. Friedl, Trevor F. Keenan, Oliver Sonnentag, Amey Bailey, John O'Keefe, Andrew D. Richardson. 2012. Ecological impacts of a widespread frost event following early spring leaf-out. *Global Change Biology* 18 (7): 2365-2377. DOI: 10.1111/j.1365-2486.2012.02712.x.
- Johnes Jill. 2004. Efficiency measurement. [In] *International Handbook on the Economics of Education*, ed. Geraint Johnes, Jill Johnes, 613-742. Cheltenham-Northampton, MA: Edward Elgar Publishing Ltd.
- Lenz Armando, Günter Hoch, Christian Körner, Yann Vitasse. 2016. Convergence of leaf-out towards minimum risk of freezing damage in temperate trees. *Functional Ecology* 30 (9): 1480-1490. DOI: 10.1111/1365-2435.12623.

- Liu En-Tai, Gong-Shuai Wang, Yuan-Yuan Li, Xiang Shen, Xue-Sen Chen, Fu-Hai Song, Shu-Jing Wu, Qiang Chen, Zhi-Quan Mao. 2014. Replanting affects the tree growth and fruit quality of Gala apple. *Journal of Integrative Agriculture* 13 (8): 1699-1706. DOI: 10.1016/S2095-3119(13)60620-6.
- Luedeling Eike, Liang Guo, Junhu Dai, Charles Leslie, Michael M. Blanke. 2013. Differential responses of trees to temperature variation during the chilling and forcing phases. *Agricultural and Forest Meteorology* 181: 33-42. DOI: 10.1016/j.agrformet.2013.06.018.
- Mazzola Mark, Luisa Manici. 2012. Apple replant disease: role of microbial ecology in cause and control. *Annual Review of Phytopathology* 50: 45-65. DOI: 10.1146/annurev-phyto-081211-173005.
- Rigby Jane R., Amilcare Porporato. 2008. Spring frost risk in a changing climate. *Geophysical Research Letters* 35: 150-152.
- Rodrigo Javier. 2000. Spring frosts in deciduous fruit trees – morphological damage and flower hardiness. *Scientia Horticulturae* 85: 155-173. DOI: 10.1016/S0304-4238(99)00150-8.
- Shi Peijian, Zhenghong Chen, Gadi V.P. Reddy, Cang Hui, Jianguo Huang, Mei Xiao. 2017. Timing of cherry tree blooming: contrasting effects of rising winter low temperatures and early spring temperatures. *Agricultural and Forest Meteorology* 240-241: 78-89, DOI: 10.1016/j.agrformet.2017.04.001.
- Van Schoor Louise, Sandra Denman, Nigel V. Cook. 2009. Characterization of apple replant disease under South African conditions and potential biological management strategies. *Scientia Horticulturae* 119 (2): 156-162.
- Wang Lijia, Xuexi Huo, Shajahan Kabir. 2013. Technical and cost efficiency of rural household apple production, *China Agricultural Economic Review* 5 (3): 391-411.
- Welsch Glenn A., Ronald W. Hilton, Paul N. Gordon. 1988. *Budgeting – profit planning and control*. Prentice-Hall, Englewood Cliffs.
- Westbury Duncan B., Julian Park, Alice Mauchline, R.T. Crane, Simon R. Mortimer. 2011. Assessing the environmental performance of English arable and livestock holdings using data from the Farm Accountancy Data Network (FADN). *Journal of Environmental Management* 92 (3): 902-909. DOI: 10.1016/j.jenvman.2010.10.051.
- Zydlik Zofia, Piotr Zydlik, Dariusz Kayzer. 2021. The influence of a soil activator containing humic acids on the yield and quality of apples in conditions of replantation. *Journal of Elementology* 26 (2): 333-347. DOI: 10.5601/jelem.2020.25.4.2091.

THE INFLUENCE OF CLIMATIC CONDITIONS ON PROFITABILITY OF APPLE PRODUCTION UNDER REPLANTATION CONDITIONS AND CROP ROTATION

Key words: apple production, profitability, gross margin; climatic conditions, Wielkopolska Region

ABSTRACT. The production of apples is conditioned by many environmental and economic factors, including the cultivated variety, the condition of the plants, the stress factors, demand, supply, costs incurred, prices of fruit and means of production. The aim of the study was to analyse the influence of climatic conditions on the profitability of production of apple trees of the Najdared cultivar. Between 2015 and 2017 an experiment was conducted on apple trees growing on replantation soil and on crop rotation soil in Wielkopolska Region. The analysis of climatic conditions indicated significant differences in air temperatures and precipitation in particular years. When analysing the profitability of the production of apples, it was found that significantly more favourable financial results are obtained on the soil after crop rotation compared to the production on replanted soil. Moreover, the decrease in the profitability of apple production of the trees grown on the replantation soil, especially during unfavourable weather conditions, was greater than the trees grown at the crop rotation soil. On the basis of the research, it was found that in the future, sustainable cultivation of apple trees should be carried out on sites after crop rotation.

AUTHORS

DARIUSZ KAYZER,
DR HAB. PROF. PULS
ORCID: 0000-0002-5811-8437
Poznań University of Life Sciences
Faculty of Agriculture, Horticulture
and Bioengineering
e-mail: dariusz.kayzer@up.poznan.pl

DOROTA CZERWIŃSKA-KAYZER, PHD
ORCID: 0000-0003-4352-3074
Poznań University of Life Sciences
Faculty of Economics
e-mail: dorota.czerwinska@up.poznan.pl

ZOFIA ZYDLIK, DR HAB.
ORCID: 0000-0002-1147-2973
Poznań University of Life Sciences
Faculty of Agriculture, Horticulture and Bioengineering
e-mail: zofia.zydlik@up.poznan.pl

PIOTR ZYDLIK, DR HAB.
ORCID: 0000-0002-9700-5494
Poznań University of Life Sciences
Faculty of Agriculture, Horticulture and Bioengineering
e-mail: piotr.zydlik@up.poznan.pl

Proposed citation of the article:

Czerwińska-Kayzer Dorota, Zofia Zydlik, Piotr Zydlik, Dariusz Kayzer. 2023. Wpływ warunków klimatycznych na opłacalność produkcji jabłek w warunkach replantacji. *Annals PAAAE* XXV (3): 35-47.