

# **Zeszyty Naukowe**

**Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

# **Scientific Journal**

**Warsaw University of Life Sciences – SGGW**

# **PROBLEMY ROLNICTWA ŚWIATOWEGO**

# **PROBLEMS OF WORLD AGRICULTURE**

**Vol. 22 (XXXVII) 2022**

**No. 2**

eISSN 2544-0659  
ISSN 2081-6960 (zawieszony)

**Zeszyty Naukowe  
Szkoly Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie**

**Scientific Journal  
Warsaw University of Life Sciences – SGGW**

**PROBLEMY ROLNICTWA  
ŚWIATOWEGO**

**PROBLEMS OF WORLD  
AGRICULTURE**

**Vol. 22 (XXXVII) No. 2**

**Warsaw University of Life Sciences Press  
Warsaw 2022**

#### **RADA PROGRAMOWA / EDITOR ADVISORY BOARD**

Martin Banse, Thünen Institute, Braunschweig (Germany),  
Bazyli Czyżewski, Poznań University of Economics and Business (Poland),  
Emil Erjavec, University of Ljubljana (Slovenia),  
Szczepan Figiel, University of Warmia and Mazury in Olsztyn (Poland),  
Masahiko Gemma, WASEDA University (Japan),  
José M. Gil, Centre for Agrifood Economics and Development – CREDA-UPC-IRTA (Spain),  
Jarosław Gołębiowski, Warsaw University of Life Sciences - SGGW (Poland),  
Zoltán Hajdú, Szent István University (Hungary)  
Csaba Jansik, Natural Resources Institute Finland –LUKE (Finland),  
Roel Jongeneel, Wageningen University & Research – WUR (Netherlands),  
Bogdan Klepacki – president, Warsaw University of Life Sciences - SGGW (Poland),  
Timothy Leonard Koehnen, Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro (Portugal),  
Eleonora Marisova, Slovak University of Agriculture in Nitra (Slovakia),  
Maria Parlińska, Helena Chodkowska University of Technology and Economics (Poland),  
Irina Pilvere, Latvia University of Agriculture (Latvia),  
Walenty Poczta, Poznań University of Life Sciences (Poland),  
Norbert Potori, Research Institute of Agricultural Economics – AKI (Hungary),  
Baiba Rivza, Latvia University of Agriculture (Latvia),  
Evert van der Sluis, South Dakota State University (USA),  
Karel Tomsik, Czech University of Applied Sciences (Czechia),  
Jerzy Wilkin, Institute of Rural Development, Polish Academy of Sciences (Poland),  
Hans Karl Wyrzens, University of Natural Resources and Life Sciences - BOKU (Austria),  
Maria Bruna Zolin, Ca' Foscari University of Venice (Italy).

#### **KOMITET REDAKCYJNY / EDITORS**

Mariusz Hamulczuk, WULS-SGGW - editor in chief,  
Janusz Majewski, WULS-SGGW - deputy editor in chief,  
Stanisław Stańko, WULS-SGGW – subject editor, Jakub Kraciuk, WULS-SGGW – subject editor,  
Dorota Komorowska, WULS-SGGW – subject editor, Elżbieta Kacperska, WULS-SGGW – subject editor,  
Joanna Kisielińska, WULS-SGGW – subject editor, Anna Górka, WULS-SGGW – statistical editor,  
Grzegorz Mędykowski, the publishing house WULS-SGGW, Agata Cienkusz – language editor (Polish)  
Jacqueline Lescott – language editor (English), Teresa Sawicka, WULS-SGGW – editorial secretary.

Lista recenzentów jest publikowana w ostatnim zeszycie w roku oraz na stronie internetowej czasopisma. / The list of reviewers is published in the last issue of the year and on the journal's website.

Wersja elektroniczna jest wersją pierwotną. / The primary version of the journal is the on-line version.

Indeksacja w bazach danych / Indexed within:

ERIH PLUS, Index Copernicus, Baza Agro, BazEkon, System Informacji o Gospodarce Żywnościowej, Arianta Naukowe i Branżowe Polskie Czasopisma Elektroniczne, AgEcon search, CEJSH, PBN, Biblioteka Narodowa, Google Scholar, DOAJ, Crossref, EBSCO.

Czasopismo działa na zasadzie licencji „open-access” i oferuje darmowy dostęp do pełnego tekstu wszystkich publikacji poprzez swoją stronę internetową. Wszystkie artykuły są udostępniane na zasadach licencji **Creative Commons CC BY-NC**, co oznacza, że do celów niekomercyjnych udostępnione materiały mogą być kopiowane, drukowane i rozpowszechniane.

This journal is the open access. All papers are freely available online immediately via the journal website. The journal applies *Creative Commons Attribution-NonCommercial License (Creative Commons CC BY-NC)*, that allows for others to remix or otherwise alter the original material (with proper attribution), provided that they are not using it for any commercial purpose.

**prs.wne.sggw.pl**

e-ISSN 2544-0659, ISSN 2081-6960 (zawieszony)

Wydawnictwo SGGW / Warsaw University of Life Sciences Press  
www.wydawnictwosggw.pl

## SPIS TREŚCI

- <i>Jerzy Kopiński, Janusz Smagacz, Jarosław Stalenga</i> Wpływ możliwych zmian struktury i poziomu intensywności produkcji na produkcijność roślin i siłę oddziaływań środowiskowych w perspektywie 2030 roku The impact of possible changes in the structure and intensity of agricultural production on the crop yields and environment in 2030.....	4
- <i>Mary Cris F. Pleños</i> Time Series Forecasting Using Holt-Winters Exponential Smoothing: Application to Abaca Fiber Data.....	17
- <i>Stanisław Stańko, Aneta Mikula</i> Tendencje na rynku soi i rzepaku na świecie i w Polsce w latach 2001-2020 Trends in the Global and Polish Soybean and Rapeseed Markets 2001-2020 .....	30
- <i>Ahmadu Abubakar Tafida, Amurtiya Michael, Markson Crowther</i> <i>Nandagoyang</i> Analysis of Livelihood of Rural Irrigated Crop Farmers in Kano State, Nigeria .....	57

## **Wpływ możliwych zmian struktury i poziomu intensywności produkcji na produktywność roślin i siłę oddziaływań środowiskowych w perspektywie 2030 roku\***

### **The impact of possible changes in the structure and intensity of agricultural production on the crop yields and environment in 2030**

**Synopsis.** W pracy dokonano oceny zmian w strukturze produkcji roślinnej i poziomie intensywności nawożenia mineralnego NPK oraz bilansu azotu brutto w latach 2012-2020 i w perspektywie roku 2030. W opracowaniu przyjęto szereg założeń prognostycznych uwzględniających możliwość realizacji celów koncepcji EZŁ w uwarunkowaniach przyrodniczo-produkcyjnych polskiego rolnictwa. Z analizy wynika, że w perspektywie 2030 roku należy oczekiwać obniżenia intensywności nawożenia i całkowitej produkcji roślinnej, przy wzroście powierzchni upraw ekologicznych, z jednoczesną poprawą efektywności wykorzystania składników nawozowych, co powinno prowadzić do zmniejszenia presji ze strony biogenów (azotu) na środowisko.

**Słowa kluczowe:** zmiany organizacyjno-produkcyjne, produktywność roślin, system produkcji, intensywność produkcji, oddziaływanie środowiskowe

**Abstract.** The paper evaluates the changes in the structure of crop production and the intensity of mineral NPK fertilisation, as well as in the gross nitrogen balance in 2012-2020 and in 2030. A number of prognostic assumptions were made in the study which take into account the possibility of achieving the objectives of the European Green Deal in the context of current natural and productive conditions of Polish agriculture. The analysis showed that in 2030, a decrease in fertilization intensity and in total crop production should be expected, with an increase in the area of organic crops and improvement of the efficiency of fertilizer use, which should lead to a decrease in the pressure of nutrients (nitrogen) on the environment.

**Key words:** organizational-production changes, crop yields, farming system, intensity of agricultural production, environmental impact

**JEL Classification:** Q15, Q24, Q51, Q56, R14

<sup>1</sup> dr hab., Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej IUNG-PIB w Puławach, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, e-mail: jkop@iung.pulawy.pl; <https://orcid/0000-0002-2887-4143>

<sup>2</sup> dr hab., prof. IUNG-PIB, Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej IUNG-PIB w Puławach, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, e-mail: smagacz@iung.pulawy.pl; <https://orcid/0000-0003-4322-3178>

<sup>3</sup> dr hab., prof. IUNG-PIB, Zakład Systemów i Ekonomiki Produkcji Roślinnej IUNG-PIB w Puławach, ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy, e-mail: stalenga@iung.pulawy.pl; <https://orcid/0000-0002-3486-0995>

\* Prace wykonano w ramach dotacji celowej nr 10 IUNG-PIB 2022 „Identyfikacja problemów oraz doskonalenie płodozmiaru i gospodarki nawozowej w gospodarstwach ekologicznych o różnych profilach produkcji”



## **Wprowadzenie**

Rolnictwo jest jedną z niewielu dziedzin gospodarki, która w swojej istocie funkcjonuje (prowadzona jest) w środowisku przyrodniczym i jednocześnie ma fundamentalne znaczenie dla bezpieczeństwa żywnościowego (żywieniowego, zdrowotnego) (Michalczyk 2013; Mięka 2012), ekonomicznego poprzez utrzymanie konkurencyjności (produkcyjnej i ekonomicznej), ale także bezpieczeństwa środowiskowego (Kopiński 2018A). Znaczenie i rola rolnictwa szczególnie stają się istotne wobec wyzwań ostatnich lat. Należy tu przede wszystkim wymienić, oprócz zrywania łańcuchów dostaw środków produkcji i produktów rolnych w handlu międzynarodowym związanych z konfliktami zbrojnymi, perspektywę (bliską i daleką) wdrażania założeń strategii ramowej Europejskiego Zielonego Ładu (EZŁ), która ma być odpowiedzią na główne problemy Unii Europejskiej (UE) dotyczących klimatu i środowiska (Komunikat 2020; Kopiński, Ochal 2022). Jednocześnie uwarunkowania funkcjonowania gospodarki, wymuszają ciągle podejmowanie decyzji i inicjują procesy dostosowawcze w rolnictwie, wobec zachodzących przemian ekonomicznych i strukturalnych (Józwiak 2013).

Według założeń zawartych w koncepcji Europejskiego Zielonego Ładu, należy zintensyfikować działania, których celem ma być przeciwdziałanie zmianom klimatu, ochrona środowiska i zachowanie bioróżnorodności, a które znajdują odzwierciedlenie w konstruowanym Planie Strategicznym WPR 2023-2027 (Plan 2021). Stąd szczególnie istotnym, z punktu widzenia funkcjonowania polskiego rolnictwa, wydaje się określenie realnych możliwości osiągnięcia stawianych celów i ocena ich skutków (produkcyjnych i środowiskowych), jakimi są: ograniczenie zużycia nawozów mineralnych o 20% i strat biogenów o 50% bez pogorszenia zasobności gleb, ograniczenie stosowania pestycydów chemicznych o 50% oraz wzrostu powierzchni upraw ekologicznych do 20% powierzchni UR na poziomie unijnym do roku 2030 (Komunikat 2020). W tym kontekście należy przede wszystkim uwzględnić specyfikę polskiego rolnictwa, jego uwarunkowań przyrodniczo-klimatycznych (jakość rolniczej przestrzeni produkcyjnej) i organizacyjno-ekonomicznych (koszty nośników energii, środków produkcji, możliwości kapitałowe) (Udział 2009; Wrzaszcz, Kopiński 2019, Zalewski 2022). Dość szeroko, w kontekście EZŁ, problemy te były także poruszane w wielo-autorskiej publikacji w *Polityka Insight/Research (Wpływ... 2022)*, tym niemniej nie uwzględniano tam oceny zmian w rolnictwie na środowisko w perspektywie 2030 roku, przez pryzmat wyników bilansu azotu brutto, co jest w niniejszym opracowaniu nowatorskim i oryginalnym podejściem.

Celem pracy było dokonanie oceny wpływu możliwych zmian struktury użytków rolnych w różnych systemach produkcji rolniczej oraz poziomu intensywności produkcji (nawożenia mineralnego) na produktywność roślin i siłę oddziaływań środowiskowych, w kontekście bilansu azotu brutto, w perspektywie 2030 roku.

## **Metody badań**

Badania i analiza miały charakter kameralny. Zakres analizy danych w przedziale czasowym obejmował lata 2012-2020 z wydzieleniem trzyletnich okresów oraz prognozą na rok 2030. Podstawowe źródło informacji stanowiły dane statystyczne Głównego Urzędu Statystycznego (GUS) (*Użytkowanie... 2013-2022; Środki... 2013-2022; Produkcja... 2013-2022; Ochrona... 2013-2021; Rocznik... 2013-2021; Zwierzęta... 2015-2021*),

Inspekcji Jakości Handlowej Artykułów Rolno-Spożywczych (IJHARS) (Dane... 2022), Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ) (Stan... 2014, Raport... 2022), Krajowego Ośrodka Bilansowania i Zarządzania Emisjami (KOBiZE) (Poland's... 2016-2022) i wyniki badań własnych (Jończyk, Stalenga 2010, Kopiński, Krasowicz 2021, Kopiński, Ochal 2022, Matyka, Kopiński 2016, Wpływ... 2022) i innych autorów (Kuś, Jończyk 2018). Do oszacowania prognozowanych wielkości w roku 2030 zastosowano analizy trendów wykorzystując szeregi czasowe, analizę regresji oraz wiedzę ekspercką.

Analizę podstawowych wskaźników oparto na średnich dla trzyletnich okresów. W okresie 2012-2020 oraz dla prognozy w roku 2030 dokonano oszacowania danych wyodrębnionych systemów gospodarowania ekologicznego (Eko) i konwencjonalnego (Konw). Dla wskazania zachodzących tendencji porównywano zmiany w odniesieniu do okresu poprzedzającego.

Analizą objęto zmiany powierzchni użytków rolnych, powierzchni uprawy, plonów i zbiorów wybranych gatunków roślin (zboż, w tym kukurydzy na ziarno, rzepaku, buraka cukrowego i ziemniaka), produkcji całkowitej roślin uprawianych na UR oraz poziomu intensywności produkcji, mierzonego wielkością całkowitego i jednostkowego zużycia azotu (N), fosforu ( $P_2O_5$ ) i potasu ( $K_2O$ ) w nawozach mineralnych w Polsce. Do obliczenia produktywności roślinnej zastosowano współczynniki przeliczeniowe plonów roślin na jednostki zbożowe (1 j.zb. = 100 kg ziarna zboż), w odniesieniu tylko do plonów głównych (zbiorów) roślin uprawianych na gruntach ornych, upraw trwałych, łąk i pastwisk.

Ocenę zmian siły oddziaływań środowiskowych rolnictwa dokonano na podstawie zmian sald bilansu azotu brutto sporządzonego według metody zaproponowanej przez OECD i Eurostat (Kremer 2013; Kopiński 2017). Zmiany analizowanych wskaźników zaprezentowano w formie tabelarycznej.

W opracowaniu danych prognostycznych przyjęto następujące założenia metodyczne:

- prognozowane powierzchnie UR, UR w dkr, GO, zasiewów, głównych roślin uprawnych, upraw trwałych, trwałych użytków zielonych (TUZ) oraz stany zwierząt gospodarskich w 2030 roku, przyjęto na podstawie wcześniejszych analiz (Kopiński, Matyka 2014, Kopiński 2019A);
- szacunków powierzchni użytków rolnych i upraw w systemie rolnictwa ekologicznego dla lat 2018-2020 dokonano w oparciu o dane IJHARS (Dane... 2022), przyjmując utrzymanie wzrostowej tendencji udziału powierzchni UR ekologicznych ( $y$ ) do 2030 roku (7%) zgodnie z równaniem linii trendu:  $y = 0,2157x + 0,6229$   $R^2 = 0,644$  w latach 2002-2020 ( $x$ ) oraz utrzymanie dotychczasowej struktury upraw (jak w latach 2018-2020);
- prognozę wysokości plonów wybranych roślin uprawnych określono w oparciu o medianę plonów w latach 2016-2021, uwzględniając średnioterminowe trendy plonowania określone przez Matykę (Matyka 2014) i zaktualizowane (Matyka, Kopiński 2016), skorygowane o 50% ze względu na wpływ ograniczenia stosowania ilości substancji aktywnych w środkach ochrony roślin (ŚOR) na wielkość plonów (Mrówczyński 2021) oraz obniżkę plonu ( $y$ ) spowodowaną zmniejszeniem intensywności nawożenia mineralnego azotem ( $x$ ) zgodnie z równaniem regresji:  $y = 0,3131x + 12,883$   $R^2 = 0,599$  ( $n=323$ ) w latach 2002-2020, zaktualizowanym przez autora (Kopiński 2018C);
- plony roślin uprawianych w systemie rolnictwa ekologicznego zostały obniżone o 20-50% w stosunku do plonów uzyskiwanych w rolnictwie konwencjonalnym (Kuś, Jończyk 2018; Jończyk i in. 2021) oraz o wskaźnik 0,85 odzwierciedlający w perspektywie 2030 roku

ogólną obniżkę plonowania ze względu na większe upowszechnienie rolnictwa ekologicznego;

- wielkość zbiorów poszczególnych roślin przyjęto na podstawie określonych w założeniach powierzchniach ich uprawy oraz oszacowanych plonów w systemie rolnictwa ekologicznego, konwencjonalnego i łącznie;
- przewidywany w 2030 roku poziom nawożenia mineralnego poszczególnymi składnikami NPK określono na podstawie równań linii trendu krótkookresowego (kg N/ha UR w dkr):  $y = -0,4345x + 80,862$   $R^2 = 0,06$  w latach 2011-2020 ( $x$ ) i średniookresowych (kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha UR w dkr):  $y = -0,0358x + 25,157$   $R^2 = 0,004$  w latach 2004-2020 ( $x$ ) oraz (kg K<sub>2</sub>O/ha UR w dkr):  $y = 0,5521x + 27,105$   $R^2 = 0,264$  w latach 2006-2020 ( $x$ ), uwzględniając także możliwości obniżenia nawożenia składnikami w granicach 0,2-0,9 kg NPK/ha UR w dkr w wyniku rozwoju rolnictwa precyzyjnego (Madej, Pecio 2021, Smagacz 2016);
- dawki stosowanego w rolnictwie ekologicznym azotu przyjęto na poziomie zerowym „0”, natomiast dawki fosforu stanowiły 5%, a potasu 10%, poziomu dawek stosowanych w rolnictwie konwencjonalnym;
- prognozowane całkowite wielkości zużycia poszczególnych makroskładników NPK w nawozach mineralnych obliczono na podstawie przyjętych w założeniach powierzchni UR w dkr oraz prognozowanych poziomów nawożenia mineralnego (NPK), wg trendów;
- w założeniach prognostycznych przyjęto utrzymanie dotychczasowego (w latach 2012-2020) tempa zużycia wapna nawozowego z lekką korektą -10%, pozwalającego na utrzymanie (niepogarszanie) dotychczasowego stanu agrochemicznego gleb (odczynu pH).

## Wyniki badań i dyskusja

Zasoby ziemi uprawnej w Polsce w odniesieniu do Europy nadal są znaczne i w ostatnich latach 2018-2020 wynosiły 14,7 mln ha UR (tab.1). Od początku XXI w. następował ciągły ubytek powierzchni użytków rolnych (UR) w tempie 160 tys. ha rocznie (Kopiński, Matyka 2014; Kopiński 2018B). W znacznym stopniu wynikało to z uwarunkowań rynkowych (ekonomicznych), w tym dotyczących rolnictwa, jakie miały miejsce w Polsce po wstąpieniu do Wspólnoty Europejskiej (WE) (Wigier i in. 2011; Runowski, 2014). Jednak od 2012 roku tempo ubytku UR, podobnie jak i gruntów ornych (GO), powierzchni zasiewów uległo wyhamowaniu, dlatego przedstawione zmiany prognostyczne (ubytki) nie przekraczają na ogół 3-9% poszczególnych kategorii użytkowych gruntów rolnych (tab. 1). Jak wynika z przyjętych założeń udział powierzchni użytków ekologicznych ulegnie do roku 2030 podwojeniu (do 7% powierzchni UR) i może wynosić 960 tys. ha UR. Rozwój tego systemu produkcji rolniczej będzie w znacznym stopniu uzależniony do wsparcia finansowego w ramach działań w przyszłych Planach Strategicznych WPR, a także od sytuacji makroekonomicznej w Polsce oraz w innych krajach, warunkującej w znacznym stopniu rozwój zakładów przetwarzających produkty ekologiczne oraz rzutującej na zainteresowanie ze strony konsumentów (Kopiński 2019B).

W strukturze zasiewów w ostatnich latach (2012-2020) nadal największy udział mają zboża. Poszczególne gatunki zbóż charakteryzowały się różnymi kierunkami zmian powierzchni uprawy (tab. 2). Do roku 2030 największe spadki powierzchni mogą dotyczyć upraw żyta, owsa i pszenżyta. Spośród zbóż najbardziej dynamicznie i systematycznie wzrasta powierzchnia kukurydzy uprawianej na ziarno, co wiąże się z poprawą opłacalności



i warunków klimatycznych dla jej produkcji (Matyka i Kopiński, 2016). Podobna tendencja, chociaż w mniejszym stopniu, dotyczy także zmian powierzchni uprawy rzepaku. W wielu regionach kraju, zwłaszcza w gospodarstwach wielkoobszarowych, wzrost powierzchni jego uprawy prowadzi do zmniejszenia udziału zbóż w strukturze zasiewów (Kopiński 2019B). Jednak, w perspektywie 2030 roku, dalszy wzrost powierzchni uprawy rzepaku, powyżej 1 mln ha, może być ograniczany głównie warunkami glebowymi (Kopiński, Matyka 2014).

Tabela 1. Stan aktualny i prognoza zmian powierzchni użytków rolnych ogółem w Polsce do roku 2030 (tys. ha)

Table 1. The current state and the projected changes in the total agricultural area in Poland until 2030 (thous. ha)

Wyszczególnienie	2012-2014	2015-2017	2018-2020			Prognoza 2030			Wskaźnik zmian*		
			Ek o	Kon w	Raze m	Ek o	Kon w	Raze m			
Użytki rolne ogółem (UR)	1467 4	1451 4	506	1417 4	14680	960	1284 0	13800	98,9	101, 1	94,0
Użytki rolne w dobrej kulturze rolnej (UR w dkr)	1438 9	1437 6	501	1402 3	14524	955	1277 5	13730	99,9	101, 0	94,5
Grunty orne	1079 8	1084 3	390	1060 0	10990	745	9485	10230	100, 4	101, 4	93,1
Powierzchnia zasiewów	1037 7	1069 3	326	1049 7	10823	623	9262	9885	103, 0	101, 2	91,3
Ugory	421	150	64	103	177	122	223	100	35,6	114, 7	58,1
Uprawy trwałe	389	388	12	335	347	31	409	440	99,7	89,4	126, 8
Trwałe użytki zielone	3162	3117	-	-	3156	-	-	3060	98,6	101, 3	97,0
Pozostałe grunty	285	137	-	-	156	-	-	70	48,1	113, 9	44,9

\* - zmiana w odniesieniu do okresu poprzedzającego (okres poprzedni = 100)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS: (Użytkowanie gruntów... 2013-2022)

Spadkowa tendencja uprawy ziemniaka, po znacznym regresie na przestrzeni ponad 20 lat (Kopiński 2018B), do roku 2030 powinna ulec wyhamowaniu, jednak jego udział w strukturze zasiewów, podobnie jak obecnie, nie będzie przekraczał 3% (tab. 1, 2). Z tab. 2 wynika, że spadkowa tendencja powierzchni uprawy buraka cukrowego jaka zachodziła w ostatnich kilkunastu latach (Kopiński 2018B), została zatrzymana mimo liberalizacji rynku cukru w Europie (Szajner 2017).

Tabela 2. Zmiany powierzchni uprawy wybranych gatunków roślin uprawianych na GO (tys. ha) w latach 2012-2020 oraz prognoza na rok 2030

Table 2. Changes in the cultivation area of selected crops on arable lands (ArL) (thous. ha) in 2012-2020 and the forecast for 2030

Wyszczególnienie	2012	2015	2018-2020			Prognoza 2030			Wskaźnik zmian*		
	2014	2017	Ek	Kon	Raze	Ek	Kon	Raze			
Pszonica	2185	2390	8	2426	2434	15	2085	2100	109,4	101,8	86,3
Jęczmień	930	906	3	872	875	7	943	950	97,4	96,6	108,6
Żyto	1034	786	30	850	880	51	689	740	76,0	112,0	84,1
Owies	475	477	24	474	498	40	370	410	100,4	104,4	82,3
Kukurydza na ziarno	612	609	3	750	752	5	745	750	99,5	123,5	99,7
Pszonżyto	1158	1424	8	1322	1331	14	1086	1100	123,0	93,5	82,6
Mieszanka zbożowa	1057	833	7	832	838	12	748	760	78,8	100,6	90,7
Rzepak	864	896	1	899	900	3	947	950	103,7	100,4	105,6
Burak cukr.	201	206	0	242	242	0	230	230	102,5	117,5	95,0
Ziemniak	332	314	1	276	277	2	278	280	94,6	88,2	101,1

\* - zmiana w odniesieniu do okresu poprzedzającego (okres poprzedni = 100)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS: (Produkcja... 2013-2022)

Z tabeli 3 wynika, że według przyjętych w założeniach ograniczeń tempa wzrostu plonów większości roślin uprawnych, do roku 2030 powinny one dalej wzrastać, mimo znacznie niższego o 1/3, czy o 1/2 poziomu plonowania w systemie rolnictwa ekologicznego. Większość roślin uprawnych w Polsce posiada nadal znaczny potencjał plonotwórczy, mimo mniejszej niż przeciętnie do krajów UE-27, a zwłaszcza np. Niemiec, dynamiki plonowania (Matyka 2014). Dlatego szczególnie w perspektywie kolejnych lat (do roku 2030), zważywszy na zakładany spadek intensywności produkcji (ograniczenia stosowania nawozów mineralnych), szczególnie istotnym będzie wykorzystanie tzw. pozanawozowych czynników produkcji, tj. postępu biologicznego, technicznego i agrotechnicznego, determinowanych koniecznością utrzymania i zwiększenia konkurencyjności rolnictwa oraz zapewnienia samowystarczalności żywnościowej kraju (Matyka, Kopiński 2016, Smagacz 2016). Należy zaznaczyć, że w Polsce produktywność roślin jest dość ściśle powiązana (dodatkowo) ze zmianami zużycia makroskładników w nawozach mineralnych, a szczególnie azotu ze względu na jego mocno plonotwórczy charakter. Przeciętnie w Polsce każdy wzrost poziomu zużycia azotu w nawozach mineralnych powoduje wzrost produktywności roślin z 1 ha UR w dkr o 0,31 j.zb. (Kopiński 2018C) i odwrotnie (patrz założenia metodyczne). Z

przyjętych założeń wynika, że prognozowana produktywność roślin w roku 2030 może wynieść ok. 39 j.zb. z ha UR w dkr i być o 2,6% wyższa niż w latach 2018-2020 (tab. 3).

Tabela 3. Zmiany plonów wybranych gatunków roślin uprawianych na GO (dt/ha) w latach 2012-2020 oraz prognoza na rok 2030

Table 3. Changes of yields of selected crops cultivated on arable lands (dt/ha) in 2012-2020 and the forecast for 2030

Wyszczególnienie	2012	2015	2018-2020			Prognoza 2030			Wskaźnik zmian*		
	- 2014	- 2017	Eko	Kon w	Raze m	Eko	Kon w	Raze m			
Pszenica	45,3	46,6	29,9	45,9	45,9	27,8	50,4	50,2	102,9	98,5	109,4
Jęczmień	37,3	37,5	26,9	35,9	35,9	22,9	35,9	35,8	100,5	95,7	99,7
Żyto	29,1	29,2	21,7	29,0	28,7	19,0	29,8	29,0	100,3	98,3	101,0
Owies	28,9	28,3	20,6	27,5	27,2	19,1	30,0	28,9	97,9	96,1	106,3
Kukurydza na ziarno	68,1	63,0	41,6	64,0	63,9	37,9	68,5	68,3	92,5	101,4	106,9
Pszennyżyto	37,0	36,9	28,0	37,3	37,2	25,4	39,8	39,6	99,7	100,8	106,5
Mieszanka zbożowa	31,1	30,1	22,5	28,1	28,1	20,7	30,5	30,3	96,8	93,4	107,8
Rzepak	30,2	28,3	14,3	28,5	28,5	12,7	29,9	29,9	93,7	100,7	104,9
Burak cukr.	615	626	297	594	594	273	642	642	101,8	94,9	108,1
Ziemniak	242	259	172	264	264	156	282	281	107,3	101,9	106,6
Produkcyjność UR roślinna (j.zb./ha UR w dkr)	37,9	38,2	-	-	38,1	-	-	39,1	100,8	99,7	102,6

\* - zmiana w odniesieniu do okresu poprzedzającego (okres poprzedni = 100)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS: (Produkcja... 2013-2022)

Z punktu widzenia celów ekonomicznych, społecznych (bezpieczeństwa żywnościowego i żywnościowego), ale i środowiskowych istotne znaczenie ma i będzie mieć uzyskanie odpowiedniej wielkości produkcji poszczególnych ziemiopłodów. Obecne i przewidywane szacunki są pochodną zmian powierzchni, ale także produktywności (plonowania) poszczególnych upraw roślin. Z analizy zmian zbiorów głównych roślin uprawianych (tab. 4) wynika, że w porównaniu do lat 2012-2014 w okresie lat 2018-2020 wyraźnie wzrosły, spośród wybranych upraw, zbiory pszenicy, kukurydzy na ziarno, pszenżyta i buraka cukrowego. Wzrosła też do 553 mln j.zb. całkowita produktywność roślin. Udział zbiorów poszczególnych upraw w systemie ekologicznym jest zróżnicowany i zależy w znacznym stopniu od wymagań technologicznych, jednak nie przekracza na ogół 4% całkowitych zbiorów rośliny, tak jak w przypadku owsa. Z przedstawionej w tab. 4 prognozy zbiorów

wybranych roślin uprawnych wynika, że do roku 2030 mogą ulec one zmniejszeniu od 15% (żyto) lub ulec zwiększeniu do 11% (rzepak). Przewidywany wzrost zbiorów dotyczyć będzie także jęczmienia, kukurydzy na ziarno, buraka cukrowego i ziemniaka. Natomiast prognozowana całkowita produktywność roślin może ulec zmniejszeniu w odniesieniu do lat 2018-2020 o 2,8% i wynieść 537 mln j.zb.

Tabela 4. Zmiany zbiorów wybranych gatunków roślin uprawnych (tys.t) w latach 2012-2020 oraz prognoza na rok 2030

Table 4. Changes of the harvest of selected crops (thous. t) in 2012-2020 and the forecast for 2030

Wyszczególnienie	2012-2014	2015-2017	2018-2020			Prognoza 2030			Wskaźnik zmian*		
			Ek o	Kon w	Raze m	Ek o	Kon w	Raze m			
Pszennica	9907	11150	24	11143	11167	40	10509	10549	112,5	100,2	94,5
Jęczmień	3463	3398	9	3133	3141	16	3382	3398	98,1	92,4	108,2
Żyto	3013	2295	66	2463	2529	98	2049	2147	76,2	110,2	84,9
Owies	1372	1347	49	1303	1352	76	1109	1185	98,2	100,4	87,6
Kukurydza na ziarno	4168	3840	10	4796	4807	19	5105	5124	92,1	125,2	106,6
Pszonżyto	4290	5251	23	4932	4955	35	4325	4359	122,4	94,4	88,0
Mieszanka zbożowa	3288	2504	15	2337	2353	26	2280	2305	76,2	94,0	98,0
Rzepak	2606	2539	2	2565	2567	3	2837	2840	97,4	101,1	110,6
Burak cukrowy	12358	12874	1	14361	14362	2	14757	14760	104,2	111,6	102,8
Ziemniak	8007	8119	15	7293	7309	28	7839	7868	101,4	90,0	107,6
Produkcja całkowita UR (roślin) (mln j.zb.)	545,2	549,3	-	-	552,9	-	-	537,4	100,8	100,7	97,2

\* - zmiana w odniesieniu do okresu poprzedzającego (okres poprzedni = 100)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS: (Produkcja... 2013-2022)

Ważnym aspektem w wykorzystaniu potencjału produkcyjnego polskiego rolnictwa, także w kontekście bezpieczeństwa żywnościowego jest utrzymanie żyzności gleby, zapewniającej uzyskanie odpowiednich efektów produkcyjnych i ekonomicznych, przy stabilizacji stanu środowiska, co w pewnym sensie mieści się w koncepcji EZŁ.

W analizowanych okresach lat 2012-2020, łączne zużycie składników nawozowych NPK w nawozach mineralnych w Polsce było bliskie 2 mln t, a w odniesieniu do ha UR w dkr mieściło się w dość wąskim przedziale 133-136 kg NPK (tab. 5). Z wcześniejszych prac Kopińskiego (2018C) wynika, że praktycznie od pierwszych lat XXI w. do 2015 roku zużycie to znajdowało się w dynamicznym trendzie wzrostowym, odwrotnym niż w większości

krajów UE-27 (Matyka 2013). O ile w tych latach wzrost ten był powodowany głównie zwiększonym zużyciem azotu z nawozów mineralnych, to w latach 2012-2020 najmocniej wzrastało zużycie potasu, poprawiając dotychczasowe relacje N:P:K, co ze względów produkcyjnych i środowiskowych jest korzystne.

Z analizy obecnych uwarunkowań i przewidywanych kierunków zmian wynika, że zużycie składników NPK w nawozach mineralnych do roku 2030 może się zmniejszyć o ok. 12% do 1746 tys. t. W odniesieniu do lat 2018-2020 poziom zużycia NPK może spaść o 6-7% i wynosić 68,3 kg N/ha UR w dkr, 22,5 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha UR w dkr i 36,4 kg K<sub>2</sub>O/ha UR w dkr. Mimo zakładanego rozwoju rolnictwa ekologicznego do 7% powierzchni UR w dkr w roku 2030, zużycie fosforu i potasu w tym systemie ulegnie niewielkim zmianom.

Tabela 5. Zmiany zużycia składników nawozowych NPK w nawozach mineralnych w latach 2012-2020 oraz prognoza na rok 2030

Table 5. Changes in the consumption of mineral fertilizers (NPK) in 2012-2020 and the forecast for 2030

Wyszczególnienie	2012-2014	2015-2017	2018-2020			Prognoza 2030			Wskaźnik zmian*		
			Eko	Konw	Razem	Eko	Konw	Razem			
Razem NPK (tys. t)	1941	1914	3	1976	1978	5	1741	1746	98,6	103,3	88,3
Azot (N) (tys. t)	1132	1066	0	1069	1069	0	938	938	94,2	100,3	87,7
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (tys. t)	366	325	1	347	347	1	307	308	88,8	106,8	88,8
Potas (K <sub>2</sub> O) (tys. t)	443	523	2	560	562	4	496	500	118,1	107,5	89,0
Razem NPK (kg/ha UR w dkr)	134,9	133,2	5,2	140,8	136,2	5,1	136,3	127,2	98,7	102,3	93,4
Azot (N) (kg/ha UR w dkr)	78,7	74,2	0	76,2	73,6	0	73,4	68,3	94,3	99,2	92,8
Fosfor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (kg/ha UR w dkr)	25,4	22,6	1,2	24,7	23,9	1,2	24,1	22,5	89,0	105,8	94,1
Potas (K <sub>2</sub> O) (kg/ha UR w dkr)	30,8	36,4	4,0	39,9	38,7	3,9	38,8	36,4	118,2	106,3	94,1

\* - zmiana w odniesieniu do okresu poprzedzającego (okres poprzedni = 100)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS: (Środki produkcji... 2013-2022)

W tabeli 6 podano rzeczywiste (lata 2012-2020) wielkości i prognozowane zmiany poszczególnych elementów bilansu azotu brutto, umożliwiające ocenę zmian siły oddziaływania działalności rolniczej na środowisko (Kopiński 2017; Wrzaszcz, Kopiński 2019). Z analizy danych wynika, że w poszczególnych okresach lat 2012-2020 wielkości wnoszonego i wynoszonego azotu brutto, pomimo różnych kierunków zmian elementów składowych, pozostawały względnie stabilne. Jego saldo oscylowało na poziomie 47-48 kg/ha UR w dkr, z efektywnością wykorzystania 63-64%, co raczej nie świadczy o

znaczącym zagrożeniu środowiskowym. Z opracowanej prognozy wynika, że w 2030 r. wielkość salda azotu (w masie) zmniejszy się o 15% w odniesieniu do okresu lat 2018-2020, osiągając wielkość 594 tys. ton N (tab. 6). W porównaniu do tego okresu jednostkowe saldo bilansu azotu brutto do roku 2030-tego może ulec obniżeniu o 5 kg (o ok. 10%) osiągając poziom 43,3 kg N/ha UR w dkr. Zasadniczo będzie to wynikać ze zmniejszenia poziomu nawożenia mineralnego (racjonalizacji stosowania środków produkcji), co powinno jednocześnie wpłynąć na poprawę efektywności wykorzystania składników nawozowych o ok. 3 p.p.

Tabela 6. Zmiany elementów składowych bilansu azotu brutto (tys.t) w latach 2012-2020 oraz prognoza na rok 2030

Table 6. Changes of the performance of the gross nitrogen balance components (thous. t) in 2012-2020 and the forecast for 2030

Wyszczególnienie	2012-2014	2015-2017	2018-2020	Prognoza 2030	Wskaźnik zmian*		
Wnoszenie składników	1 897	1 882	1 899	1 742	99,2	100,9	91,7
Nawozy mineralne	1 132	1 066	1 069	938	94,2	100,3	87,7
Nawozy naturalne	518	539	581	569	104,1	107,8	97,9
Opad atmosferyczny	156	153	129	129	98,1	84,3	100,0
Biologiczne wiązanie azotu	54	84	81	70	155,6	96,4	86,4
Nasiona roślin	33	35	35	31	106,1	100,0	88,6
Wynoszenie składników	1 210	1 212	1 197	1 148	100,2	98,8	95,9
Zbiory zbóż	515	525	531	508	101,9	101,1	95,7
Zbiory roślin oleistych	90	88	89	99	97,8	101,1	111,2
Zbiory strączkowych na nasiona	18	29	27	35	161,1	93,1	129,6
Zbiory roślin przemysłowych	22	23	25	26	104,5	108,7	104,0
Pozostałych roślin towarowych	47	47	44	44	100,0	93,6	100,0
Zbiory roślin pastewnych	137	142	135	112	103,6	95,1	83,0
Zbiory z łąk i pastwisk	316	301	291	276	95,3	96,7	94,8
Zbierane plony uboczne roślin i poplony	66	57	54	50	86,4	94,7	92,6
Saldo N (tys. t)	687	670	702	594	97,5	104,8	84,6
Saldo N (kg N/ha UR w dkr)	47,8	46,6	48,3	43,3	97,5	103,6	89,6
Wskaźnik efektywności wykorzystania N (%)	63,8	64,4	63,0	65,9	100,6	98,6	102,9

\* - zmiana w odniesieniu do okresu poprzedzającego (okres poprzedni = 100)

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych GUS, KOBiZE, GIOŚ

Z przeprowadzonej analizy można wnioskować, że przewidywane w Polsce do roku 2030 tendencje zmian struktury użytkowania gruntów w różnych systemach gospodarowania i jednocześnie obniżenie intensywności produkcji roślinnej oraz produktywności użytków rolnych, będą prowadzić do poprawy parametrów stanu środowiska, wynikającej przede wszystkim ze zmniejszenia presji środowiskowej ze strony biogennych, a zwłaszcza azotu.

## Podsumowanie

Przedstawiona analiza możliwych do roku 2030 zmian zachodzących w produkcji roślinnej, poziomu nawożenia mineralnego oraz oddziaływania środowiskowego rolnictwa ma charakter ramowy i wynika z przyjętych założeń metodycznych. Trafność przedstawionej prognozy zależy w dużym stopniu od tzw. czynników zewnętrznych, w tym kształtu interwencji i wymogów WPR, czy skali zagrożeń wynikających z konfliktów międzynarodowych. Mimo, że sytuację ostatnich 9 lat do 2020 roku należy ocenić jako względnie stabilną, to w perspektywie 2030 roku należy oczekiwać generalnie obniżenia intensywności nawożenia i całkowitej produkcji roślinnej, przy wzroście powierzchni upraw ekologicznych, z jednoczesną poprawą efektywności wykorzystania składników nawozowych, co powinno prowadzić do zmniejszenia presji ze strony produkcji rolniczej na środowisko.

W strukturze zasiewów spośród zbóż najbardziej dynamicznie i systematycznie będzie wzrastać udział powierzchni kukurydzy uprawianej na ziarno, przy stabilizacji powierzchni uprawianego rzepaku, buraka cukrowego i ziemniaka. Obniżenie do roku 2030 poziomu intensywności produkcji roślinnej, wynikającej ze zmniejszenia nawożenia składnikami nawozowymi o 6-7%, w tym głównie azotem, wpłynie głównie na obniżenie tempa wzrostu plonowania wielu uprawianych roślin, co zważywszy na przewidywane lepsze wykorzystanie tzw. pozanawozowych czynników produkcji powinno prowadzić do poprawy wykorzystania składników nawozowych. W roku 2030 całkowita produkcja roślinna może ulec niewielkiemu zwiększeniu w odniesieniu do lat 2018-2020 o 2,8% i wynieść 537 mln j.zb., pozwalając na zachowanie pod tym względem samowystarczalności. W konsekwencji saldo bilansu azotu brutto może ulec obniżeniu do 2030 roku o ok. 10% do 43,3 kg N/ha UR w dkr, wskazując na kierunek zmniejszania siły presji rolnictwa na środowisko.

## Literatura

- Dane o rolnictwie ekologicznym (Data on organic farming). (2022). *IJHRS*, Warszawa. Tryb dostępu: <https://www.gov.pl/web/ijhars/dane-o-rolnictwie-ekologicznym> Data dostępu: 9.06.2022.
- Józwiak, W. (2013). Warunki gospodarowania oraz zmiany zachodzące w rolnictwie w latach 1989-2010 (The conditions of management and changes occurring in agriculture in 1989-2010). [W:] Zmiany zachodzące w gospodarstwach rolnych w latach 2002-2010. PSR 2010, (red.) W. Józwiak i W. Ziętara. *GUS*, Warszawa, 7-23.
- Jończyk, K., Stalenga, J., Kopiński, J. (2021). Ocena możliwości ograniczenia strat biogenów w efekcie wzrostu powierzchni rolnictwa ekologicznego (Assessment of the possibility of reducing nutrient losses as a result of the increase in organic farming area. [W:] P. Skowron (red.) Analiza i propozycje wskaźników dla potrzeb Planu Strategicznego Wspólnej Polityki Rolnej, dotyczących realizacji celu Strategii „Bioróżnorodności” oraz Strategii „Od pola do stołu” (F2F) – ograniczania strat składników pokarmowych oraz stosowania/zużycia nawozów. *Ekspertyza na potrzeby MRiRW, Puławy*, 82-90 (mat. niepublikowane)



- Jończyk, K., Stalenga, J. (2010). Możliwości rozwoju różnych systemów produkcji rolniczej w Polsce (Possibilities of development of various agricultural production systems in Poland). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 22: 87-99.
- Komunikat Komisji do Parlamentu Europejskiego, Rady, Europejskiego Komitetu Ekonomiczno-Społecznego i Komitetu regionów. 2020. Strategia „od pola do stołu” na rzecz sprawiedliwego, zdrowego i przyjaznego dla środowiska systemu żywnościowego. *EC (European Commission)*, COM(2020) 381 final, 20.5.2020.
- Kopiński, J. (2019A). Aktualizacji i uzupełnienia danych prognostycznych w zakresie podstawowych aktywności rolniczych, z których szacowane są emisje gazów cieplarnianych na potrzeby przygotowania 7 Raportu Rządowego dla Konferencji Stron Ramowej Konwencji Narodów Zjednoczonych (Updating and supplementing forecast data in the field of basic agricultural activities, from which greenhouse gas emissions are estimated for the purposes of the preparation of the 7th Government Report for the Conference of the Parties to the United Nations Framework Convention). *Ekspertyza na potrzeby MRiRW*, Puławy, lipiec 2019 (materiały niepublikowane).
- Kopiński, J. (2017). Bilans azotu brutto - agrośrodowiskowy wskaźnik oddziaływania rolnictwa na środowisko. Opis metodyki, omówienie wyników bilansu na poziomie NUTS-0, NUTS-2. (Gross nitrogen balances (budget) - agrienvironmental indicators of changes of agricultural production. Methodology and the results of balances on the level NUTS-0 (Poland), NUTS-2 (voivodeships)). *IUNG-PIB Monografie i rozprawy naukowe*, Puławy, 55.
- Kopiński, J. (2019B). Kierunki rozwoju różnych systemów produkcji roślinnej w Polsce (Directions of development of various plant production systems in Poland). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 60(14): 103-128.
- Kopiński, J. (2018A). Ocena zmian organizacyjno-produkcyjnych w polskim rolnictwie w kontekście wybranych oddziaływań środowiskowych. (Assessment of organizational and production changes in Polish agriculture in the context of selected environmental impact). *Problemy Rolnictwa Światowego*, 18(4), 284-294.
- Kopiński, J. (2018B). Stan aktualny oraz prognoza zmian różnych kierunków produkcji rolniczej w Polsce (The current state and the forecast of changes in various directions of agricultural production in Poland). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 55(9), 47-75.
- Kopiński, J. (2018C). Zróżnicowanie gospodarki nawozowej azotem w polskim rolnictwie (Diversity of nitrogen management in Polish agriculture). *Pol. J. Agron.*, 32, 3-16.
- Kopiński, J., Krasowicz, S. (2021). Regionalne zróżnicowanie nawozochłonności produkcji roślinnej. (Analysis of changes in the reaction of Polish soils until 2030, in the context of the possibility of limiting the potential losses of macronutrients). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2021, 65(19), 123-149.
- Kopiński, J., Matyka, M. (2014). Stan obecny i przewidywane zmiany produkcji rolniczej w Polsce w perspektywie roku 2030 (The current state and projected changes in agricultural production in Poland in the perspective of 2030). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 40(14), 45-58.
- Kopiński, J., Ochal, P. (2022). Analiza zmian odczynu gleb Polski do roku 2030, w kontekście możliwości ograniczenia potencjalnych strat makroskładników nawozowych. (Analysis of changes in the reaction of Polish soils until 2030, in the context of the possibility of limiting the potential losses of macronutrients). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 2022, 67(21) (w druku).
- Kuś, J., Jonczyk, K. (2018). Produkcyjne i środowiskowe skutki stosowania różnych systemów gospodarowania w Osinach. (Production and environmental effects of different farming systems tested in an experiment in Osiny [W:] M. Marks, M. Jastrzębska, M. K. Kostrzewska (red.) *Ekspertyzmany wieloletnie w badaniach rolniczych w Polsce*. *UWM, Olsztyn*, 133-157.
- Kremer, A.M. (2013). Nutrient Budgets EU-27, Norway, Switzerland. Methodology and Handbook. Luxembourg, *Eurostat/OECD. EC Eurostat*, ver. 1.02, date: 17/05/2013.
- Madej, A., Pecio, A. (2021). Możliwości ograniczenia strat biogenów poprzez optymalizację nawożenia w warunkach rolnictwa precyzyjnego w Polsce (Possibilities of reducing nutrient losses by optimizing fertilization in the conditions of precision agriculture in Poland). *Ekspertyza dla MRiRW*, Puławy (materiały niepublikowane).
- Matyka, M. (2014). Plonowanie wybranych gatunków roślin uprawnych w Polsce, Niemczech i 27 krajach Unii Europejskiej w latach 1961-2012 (Yielding of selected agricultural crops in Poland, Germany and 27 countries of European Union in the years 1961-2012). *Rocz. Nauk. SERiA*, 16(3), 183-187.
- Matyka, M. (2013). Tendencje zmian zużycia nawozów mineralnych w Polsce na tle Unii Europejskiej. (Trends in consumption of mineral fertilizers in Poland against the background of the European Union). *Rocz. Nauk. SERiA.*, 15(3) 237-241.
- Matyka, M., Kopiński, J. (2016). Tendencje zmian w produkcji roślinnej w Polsce w latach 2000-2014 (Trends in changes in plant production in Poland in 2000-2014 years). *Monografie PW IERiGŻ-PIB*, R-39, 11-31.
- Michalczyk, J. (2013). Główne przesłanki bezpieczeństwa żywnościowego Polski i próba jego pomiaru (Main determinants of Poland's food security and an attempt of its measuring). *Prace Nauk. UE we Wrocławiu*, 315, 577-591.



- Mikuła, A. (2012). Bezpieczeństwo żywnościowe Polski (Food security in Poland). *Rocz. Nauk. Rol. i Roz. Ob. Wiejskich*, 99(4), 39-48.
- Mrówczyński, M. (2021). Skutki wycofania substancji czynnych środków ochrony roślin dla praktyki rolniczej, doradztwa, nauki i środowiska (Effects of withdrawal of active substances in plant protection products for agricultural practice, consulting, science and the environment). *Mat. webinarium (pdf)*, Poznań, 26.03.2021.
- Ochrona Środowiska 2014...2020 (Environmental), (2013-2021). *GUS*, Warszawa.
- Plan Strategiczny dla Wspólnej Polityki Rolnej na lata 2023-2027. (Strategic Plan for the Common Agricultural Policy for 2023-2027). (2021). *MRiRW*, Warszawa, II wersja projektu, lipiec 2021.
- Poland's National Inventory Reports 2016...2022, (2016-2022). *IOS-PIB, KOBiZE*, Warszawa.
- Produkcja upraw rolnych i ogrodnich w 2012...2020 roku, (Production of agricultural and horticultural crops in 2012...2020), (2013-2022). *GUS*, Warszawa.
- Raport roczny z badań monitoringowych w 2020 roku. (Annual report on monitoring studies in 2020). (2022). *IMGW-PIB*, Warszawa, s. 488. Tryb dostępu: <https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/documents/download/109960>  
Data dostępu: 9.06.2022.
- Rocznik Statystyczny Rolnictwa (Statistical yearbook of agriculture), (2013-2021) *GUS*, Warszawa.
- Runowski, H. (2014). Ekonomia rolnictwa – przemiany w gospodarstwach rolnych. (The economics of agriculture - changes in farms). [W:] N. Drejerska (red.) *Rolnictwo, gospodarka żywnościowa, obszary wiejskie – 10 lat w Unii Europejskiej*. (s. 31-48). *Wyd. SGGW*, Warszawa.
- Smagacz, J. (2016). Konsekwencje organizacyjne i środowiskowe różnych systemów uprawy roli. (Organizational and environmental consequences of different tillage systems). *Studia i Raporty IUNG-PIB*, 47(1), 71-85.
- Stan środowiska w Polsce. Raport 2014, (The state of the environment in Poland. Report 2014). (2014). *Biblioteka Monitoringu Środowiska.*, Warszawa, s. 208 oraz dane GIOŚ 2017 niepublikowane.
- Szajner, P. (2017). Strategiczne aspekty rozwoju sektora cukrowniczego w Polsce po reformie regulacji rynkowych w 2017 r. (Strategic aspects of the development of the sugar sector in Poland after the reform of market regulation in 2017). *Mat. Konf. IERiGŻ-PIB*, Licheń, 19-21 Czerwiec 2017.
- Środki produkcji w rolnictwie w roku gospodarczym 2011/2012...2019/2020 (Means of production in agriculture), (2013-2022). *GUS*, Warszawa.
- Udział polskiego rolnictwa w emisji związków azotu i fosforu do Bałtyku. (Contribution of Polish agriculture to emission of nitrogen and phosphorus compounds to the Baltic Sea). J. Igrasa i M. Pastuszek (red.) (2009). *IUNG-PIB Puławy, MIR Gdynia*, ss. 416.
- Użytkowanie gruntów, powierzchnia zasiewów i pogłowię zwierząt gospodarskich w 2012...2020 roku, (Land use and sown area in 2012...2020), (2013-2022). *GUS*, Warszawa.
- Wigier, M. (red.). (2011). Analiza efektów realizacji polityki rolnej wobec rolnictwa i obszarów wiejskich (Analysis of the effects of agricultural policy implementation on agriculture and rural areas). *Wyd. IERiGŻ-PIB (PW 2011-2014)*. Warszawa, 26, ss. 144.
- Wpływ Europejskiego Zielonego Ładu na polskie rolnictwo (Influence of the European Green Deal on Polish agriculture). (2022). *Polityka Insight, Warszawa*, ss. 118.
- Wrzaszcz, W., Kopiński, J. (2019). Gospodarka nawozowa w Polsce w kontekście zrównoważonego rozwoju rolnictwa. *Studia i monografie, IERiGŻ-PIB*, 178, ss. 145.
- Zalewski, A. (2022). Rynek nawozów mineralnych w Polsce – stan obecny i tendencje zmian (The mineral fertilizers market in Poland - the current state and trends of changes). *Mat. webinarium IERiGŻ-PIB. Warszawa*, 25.03.2022. (mat. niepublikowane).
- Zwierzęta gospodarskie w 2014...2020 roku, (Farm animals in 2014...2020) (2015-2021). *GUS*, Warszawa.

#### Do cytowania / For citation:

- Kopiński J., Smagacz J., Stalenga J. (2022). Wpływ możliwych zmian struktury i poziomu intensywności produkcji na produktywność roślin i siłę oddziaływań środowiskowych w perspektywie 2030 roku. *Problemy Rolnictwa Światowego*, 22(2), 4-16; DOI: 10.22630/PRS.2022.22.2.5
- Kopiński J., Smagacz J., Stalenga J. (2021). The impact of possible changes in the structure and intensity of agricultural production on the crop yields and environment in 2030 (in Polish). *Problems of World Agriculture*, 22(2), 4-16; DOI: 10.22630/PRS.2022.22.2.5

**Mary Cris F. Pleños<sup>1</sup>**

Visayas State University, Philippines

## **Time Series Forecasting Using Holt-Winters Exponential Smoothing: Application to Abaca Fiber Data**

**Abstract.** This study utilized the data on abaca fiber production and used Holt-Winters model to forecast the abaca fiber production since the studied variable is characterized by a fairly strong intensity of seasonality. For the construction of forecasts, additive and multiplicative models were used. The most accurate forecasts were selected on the basis of Mean Square Error, Root Mean Square Error, Mean Absolute Percentage Error, and Mean Absolute Scaled Error. It was found that the multiplicative method had a higher accuracy, hence it was utilized to forecast the production for the next three years. According to the findings, the anticipated fiber production for 2021-2023 showed an increase up to the second quarter, but then declining afterwards.

**Key words:** abaca fiber, time series, forecasting, Holt-Winters method

**JEL Classification:** Q1, C1

### **Introduction**

Abaca (*Musa textilis*) is a close relative of the banana. Abaca is a leaf fiber, composed of long slim cells that form part of the leaf's supporting structure. This plant is native to the Philippines and widely distributed in the humid tropics. It is also cultivated in other Southeast Asian countries with Ecuador as the second largest producing country next to the Philippines (Food and Agriculture Organization, 2021).

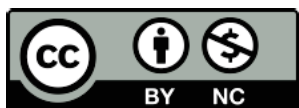
The Philippine abaca industry was a key player in the global abaca market (Research and Markets, 2015). The Philippines supplies 80 percent of the world's abaca need. It has become a source of employment for more than 1.5 million Filipinos who rely on it for a living, either directly or indirectly (Far Eastern Agriculture, 2020).

According to Food and Agriculture Organization (2021), abaca is prized for its great mechanical strength, resistance to saltwater damage, and long fiber length. It is used for specialty papers such as currency notes, tea and coffee bags, vacuum bags, cigarette filter paper, sausage casing paper, and high-quality writing paper. It is also used to make twines, ropes, and fishing lines and nets. Abaca has a high potential to substitute glass fibers in multiple automotive parts.

Almost all abaca produced is exported, primarily to Europe, Japan, and the United States. With this, there is a growing demand for abaca on the global market yet the current production level is not sufficient to meet this. Weather disturbances and the threat of bunchy top disease, which has wiped out the abaca sector, are among the reasons for the low production. In fact, there is a demand-supply gap in 2019 estimated to be 25,000 metric tons (Waller & Wilsby, 2019). With the rising demand for abaca fiber and the existing challenges

---

<sup>1</sup> National Abaca Research Center, Visayas State University, e-mail: mc.plenos@vsu.edu.ph;  
<https://orcid.org/0000-0002-8378-2663>



being faced by the abaca sector, proper planning by responsible agencies is required to improve its production and be able to meet the global demand for abaca. Appropriate planning is required to organize their work and provide the resources they will need in the future. With this, production estimates should be known through statistical forecasting techniques in order to plan appropriately. We can provide reliable inputs to planning when we have accurate predictions or trends on abaca production.

There are a number of time series forecasting methods such as ARIMA, TBAT, Facebook's Model Prophet and many others. The choice of algorithm depends on the problem since not all procedure are applicable to the available data set. The appropriate time series model will depend upon the characteristics of data.

This paper develops a predictive model of Holt-Winters method after testing the accuracy of additive and multiplicative HW models. Using the selected model, the quarterly production of abaca for the years 2021 to 2023 is predicted. The goal of the study is to provide information on future abaca production trends for the next three years using Holt-Winters that the government bodies may utilize as they decide on policy decisions that will help the abaca sector improve. As a result, this research helps to establish more initiatives that may also have an impact on the welfare of abaca farmers. This study also contributes to the growing literature of abaca studies.

## Literature Review

Time Series Analysis is the most widely used field of data science and machine learning, it is a type of predictive analysis that forecasts the value of a variable in future occurrences based on history (Analytics Vidhya, 2022). A time series is a collection of observations of well-defined data items obtained through repeated measurements over time (Australian Bureau of Statistics, 2022). There are a number of time series forecasting methods but the choice of algorithm depends on the business problems and the data set at hand. Not all procedure are applicable to the available data set. The appropriate time series model will also depends upon the characteristics of data.

ARIMA and SARIMA models was used to predict influenza in 2012 (Song, 2016). Gecili et al. (2021) applied four time series models (Holt, ARIMA, TBATS, and cubic smoothing spline model) to publicly available daily COVID-19 data for both the USA and Italy. Liu et al. (2020) used Bayesian time-series framework to predict the number of COVID-19 infection cases in USA. Satrio et al. (2021) utilized Facebook's Prophet Model and the ARIMA model to forecast the trend of the COVID19 diseases in Indonesia. The COVID-19 pandemic in Saudi Arabia was analyzed using modified singular spectrum analysis or SSA (Alharbi, 2021). Least Square Method, Moving Average Method, Single Exponential Method, Double Exponential Method and Winter's Method were used in forecasting agricultural products prices (Ruekkasaem L. and Sasananan M., 2018)

However this paper mainly focuses on using Holt-Winters Exponential Smoothing in time series forecasting. Holt-Winter's Exponential Smoothing as named after its two contributors: Charles Holt and Peter Winter's is one of the oldest time series analysis techniques which takes into account the trend and seasonality while doing the forecasting (Solar Winds Worldwide, 2021). HW method is used for short term forecasts (Goodwin, 2010). Depending on the type of seasonality, it can either be additive or multiplicative. According to Mgale et al. (2021), forecasts will depend on three components of seasonal time

series: its level, its trend and its seasonal coefficient. Exponential smoothing is a method to smooth a time series where it allocates exponentially decreasing weights and values in opposition to historical data to lessen the value of the weights for the bygone data. Exponential smoothing can be classified into three types. While the simple or single exponential smoothing time series forecasting for uni-variate data does not have any systematic structure with no trend and seasonality. In this case, only single parameter  $\alpha$  is used as a smoothing factor that lies between 0 and 1. A smaller value  $\alpha$  designate slow learning, takes more past observations for forecasting and a larger value designate faster learning takes most recent observations for making a forecast. Next type is double exponential smoothing where apart from  $\alpha$ , another smoothing parameter  $\beta$  is used for change in trend. There are two types of the trend such as additive trend which gives linear trend analysis and the other is multiplicative trend gives exponential trend analysis. Finally, triple exponential smoothing adds seasonality ( $\lambda$ ) part from  $\alpha$  and  $\beta$ .

There are various studies on time series forecasting that used Holt-Winters method. Lima et al. (2019) uses Holt-Winters Exponential Smoothing in forecasting economic time series and compares the accuracy of additive and multiplicative models. Panda (2020) predicts the spreading of COVID-19 from Indian and its states using ARIMA and Holt-Winters. Kuzmin et al (2017) employed the Holt–Winters Model to forecast and assess the efficiency of the methods used to plan a firm’s sales in the upmarket sector. Ribeiro (2019) evaluate both Holt-Winter’s additive and multiplicative time series model to forecast the Brazilian natural gas production.

## Methodology

### Data sources

This study utilizes secondary data obtained from the website of Philippine Statistics Authority or PSA. Specifically, the quarterly production of abaca fiber in Eastern Visayas region covered a period of 7 years starting from 2014 to 2020, (see Table 1).

Table 1. Quarterly abaca fiber production in Eastern Visayas (2014-2020)

Year	Quarter			
	Q1	Q2	Q3	Q4
2014	2856.65	3977.72	3317.62	2697.26
2015	2825.97	3856.02	3326.67	2743.93
2016	2516.62	3810.31	3311.15	2854.53
2017	2572.09	3780.17	3267.92	3050.89
2018	2575.98	3728.62	3227.52	3017.21
2019	2625.73	3695.56	3275.68	3016.46
2020	2244.27	3574.54	3284.62	3032.95

Source: Philippine Statistics Authority.

### Data analysis

Using the data, future values will be generated using Holt-Winters method. This technique produces exponentially smoothed values for the level of the forecast, the trend, and the seasonal adjustment to the forecast. The forecast will depend on the following three components. These three smoothing equations are:

Level: the average value in the series.

<b>Additive HW Method</b>	<b>Multiplicative HW Method</b>
$\alpha(Y_t - s_{t-s}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$	$l_t = \alpha(y_t/s_{t-s}) + (1 - \alpha)(l_{t-1} + b_{t-1})$
$0 \leq \alpha \leq 1$	$0 \leq \alpha \leq 1$

*Trend*: the increasing or decreasing value in the series.

<b>Additive HW Method</b>	<b>Multiplicative HW Method</b>
$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$	$b_t = \beta(l_t - l_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$
$0 \leq \beta \leq 1$	$0 \leq \beta \leq 1$

*Seasonality*: the repeating the short-term cycle in the series.

<b>Additive HW Method</b>	<b>Multiplicative HW Method</b>
$s_t = \gamma(y_t - l_t) + (1 - \gamma)s_{t-s}$	$s_t = \gamma \frac{y_t}{l_t} (1 - \gamma)s_{t-s}$
$0 \leq \gamma \leq 1$	$0 \leq \gamma \leq 1$

Where  $s_t$  is the seasonality,  $l_t$  is the series level,  $b_t$  is the trend component,  $y_t$  is the observed value and  $\alpha$ ,  $\beta$ , and  $\gamma$  are the smoothing factor of level, trend and seasonality respectively.

Holt-Winters methods describe two distinct models that depend on the behavior of the initial series which is based on the analysis of linear trend and seasonality component (Pelegrini & Fogliatto, 2002). Holt-Winters exponential smoothing model can either be a multiplicative or additive model. The choice of the model depends on the seasonal component of the series (Mgale, 2021):

- a) In Holt-Winters additive method, seasonal pattern of a series has a constant amplitude. Seasonal changes in the data stay roughly the same over time and don't fluctuate in relation to the overall data. This method is best for data with trend and seasonality that does not increase over time (Hyndman et al., 2021)

The HW additive model equation is given by:

$$Y_t = T_t + S_t + \varepsilon_t$$

- b) In Holt-Winters multiplicative method, multiplies the trended forecast by the seasonality. This method is best for data with trend and seasonality that increases over time. It results in a curved forecast that reproduces the seasonal changes in the data (Winters, 1960).

The HW multiplicative model equation is given by

$$Y_t = T_t \times S_t \times \varepsilon_t$$

Where  $T_t$  represents the trend,  $S_t$  is the seasonal component, and  $\varepsilon$  is the error term

The following procedures were performed in extrapolating quarterly production of abaca fiber in Eastern Visayas region:

1. *Decomposition:* This method was applied to separate the seasonality, trend, and error component of a seasonal time series. A comparison was done to determine whether an additive or multiplicative Holt-Winters model will be used in prediction. Several error measures were employed to evaluate the performance in the selection of the Holt-Winters Model, including RMSE, MSE, MAPE, and MASE.
2. *Fitting the model and prediction:* After the model was identified and all of the parameters were determined, the model was used to forecast future values.
3. *Forecasting evaluation:* Diagnostic checks were carried out to ensure reliability. Residual analysis was performed whether a model has adequately captured the information in the data. The residuals are equal to the difference between the observations and the corresponding fitted values.

$$e_t = y_t - \hat{y}_t$$

A good forecasting method will yield residuals with the following properties for it to be declared a fitted model:

1. The residuals are uncorrelated. The Ljung-Box Test indicates the presence of these correlations. If the p-value > 0.05, there is a 95% chance the residuals are independent.
2. The residuals have zero mean.
3. The residuals have constant variance.
4. The residuals are normally distributed.

R version 3.02 will be used for data entry and data analysis such fitting the time series, predicting, and diagnostic testing.

## Results and discussion

### Preliminary data analysis

Eastern Visayas was the top abaca fiber producer with 3.34 thousand metric tons or 21.3 percent share of the total production in the 3rd quarter of 2021 (PSA, 2021). In 2020, the volume of abaca produced in the Philippines amounted to approximately 71 thousand metric tons (Statista Research Department, 2020). With abaca as the strongest fiber in the world, the Philippines supplies 87.5 % of the world's requirement for abaca fiber and as such is the number one supplier worldwide (Philippines General Consulate - Vancouver, Canada, 2020). Hence abaca industry has a significant contribution to the Philippine economy. Figure 1 illustrates the abaca fiber production of Eastern Visayas region starting from 2014 until 2020. According to PSA, there is a high and steady fiber production since 2010 until 2013. However, in 2014 a significant drop in abaca fiber production occurred until 2020. When the super typhoon Yolanda, also known as Haiyan, devastated the provinces of Eastern Visayas in November 2013, it wiped off abaca plantations, resulting in a drop in abaca fiber supply in the region. In addition, the abaca bunchy top virus wreaked havoc on the business, wiping out thousands of hectares of abaca. Figure 2 reflects that the time series of abaca fiber output demonstrated a periodic up and down movement around the current level or known as seasonality, with a peak in the second quarter of the year.

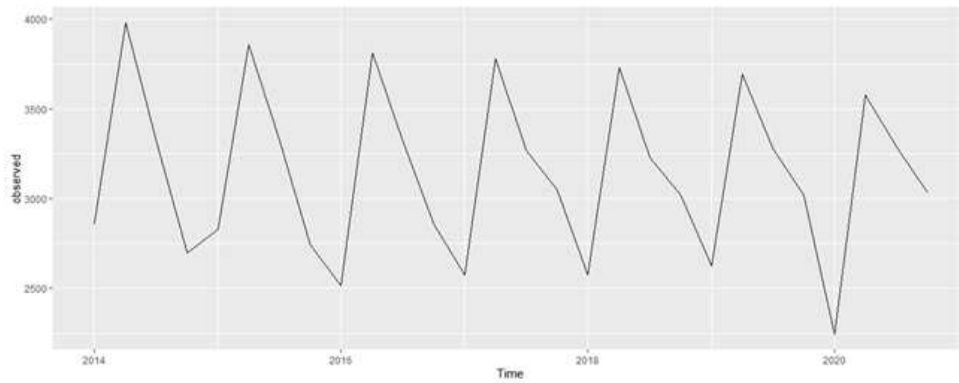


Fig. 1. Time series of abaca fiber production in Eastern Visayas (2014-2020)

Source: own Authors' calculations.

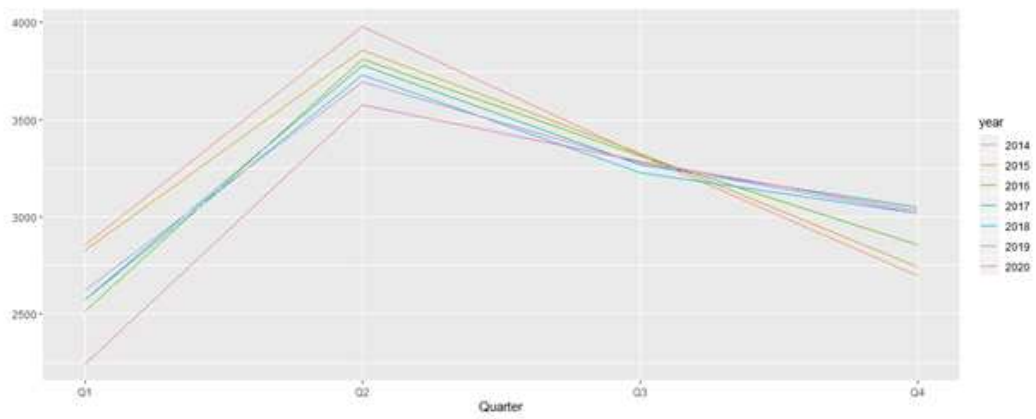


Fig. 2. Seasonal time series plot of abaca fiber production in Eastern Visayas (2014-2020)

Source: see table 1.

## Decomposition

Seasonality, trend, and error are the three components of a seasonal time series. These three time series components were decomposed in Figure 3. The original time series (top), the estimated trend component (second from top), the estimated seasonal component (third from top), and the estimated irregular component (fourth from top) are all shown in the graph below.



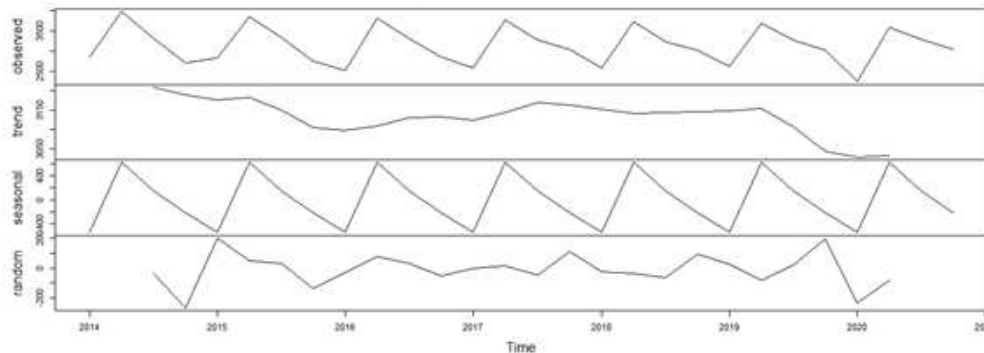


Fig. 3. Decomposition of time series data on abaca fiber production in Eastern Visayas (2014-2020)

Source: see table 1.

### Holt-Winters Method Analysis: Additive and Multiplicative

Holt-Winters time series model can either be of additive or multiplicative seasonality. With additive model, the behavior is linear where changes over time are consistently made by the same amount, like a linear trend. In this situation, the linear seasonality has the same amplitude and frequency. The work of Rahman et al. (2016) focused on the analysis of seasonal time series data using additive and multiplicative seasonal model of Holt-Winters method and forecast the monthly revenue using additive HW as the best model. Also in the previous research of Nurhamidah et al. (2020), it predicted seasonal time series data using the Holt-Winter exponential smoothing additive model using the number of passengers departing at Hasanudin Airport in 2009-2019 as the data.

Table 2. Initialization of level, trend, seasonal and exponential smoothing parameters of the additive and multiplicative HW model for the abaca fiber production time series data

Parameters	Additive	Multiplicative
$\hat{\alpha}$	1e-04	0.0268
$\hat{\beta}$	1e-04	1e-04
$\hat{\gamma}$	0.8132	0.9592
$\hat{l}_1$	3332.2488	3350.8505
$\hat{b}_1$	-9.6558	-8.4428
$\hat{s}_1$	-220.1674	0.8487
$\hat{s}_2$	148.9338	1.0334
$\hat{s}_3$	623.2483	1.2279
$\hat{s}_4$	-552.0148	0.89

Source: Author’s calculation and analysis (2022).



On the other hand, the multiplicative model has an increasing or decreasing amplitude and/or frequency over time. The study of Koehler et al. (1999) deals with Forecasting Models and Prediction Interval for the Multiplicative Holt-Winters Method. Found in Table 2 are the smoothing constants estimates and the values used for the initialization of both multiplicative and additive methods.

Table 3 shows the values comparing the performance of two Holt-Winters models. It should be noted that the lower weights produce a smoother line, and the larger ones a more accentuated line. Thus, a smaller weights for a noisy data gives values that do not fluctuate along with noise

Table 3. Forecasting performance evaluation of HW models of abaca fiber production in Eastern Visayas

<b>Error Measures</b>	<b>Additive</b>	<b>Multiplicative</b>
Mean Square Error (MSE)	12.65501	7.720112
Root Mean Square Error (RMSE)	327.4811	275.261
Mean Absolute Percentage Error (MAPE)	6.857743	5.840228
Mean Absolute Scaled Error (MASE)	0.9293798	0.7780083

Source: Author's calculation and analysis (2022).

The study of Gundalia and Dholakia (2012) examines the performance of the Holt-Winters method in predicting the maximum and minimum daily temperature time series using the three standard error measures MSE, MAPE and MAD. In this section, the comparison of two models, additive and multiplicative, using MSE, RMSE, MAPE AND MASE as error measures.

Figures 4 and 5 illustrates the plots of additive and multiplicative seasonality and the variation between two plots are visible. Based on the four measures of evaluation (see Table 3), multiplicative method has a better performance than additive method since it has a lower MSE, RSME, MAPE, and MASE. This is in parallel to the study of Lima et al. (2019) as it compares the accuracy of additive and multiplicative Holt-Winters method using e commerce retail sales.

Hence, in predicting abaca fiber production Holt-Winters model with multiplicative seasonality was used. This model was utilized to estimate abaca fiber production from 2021-2023.

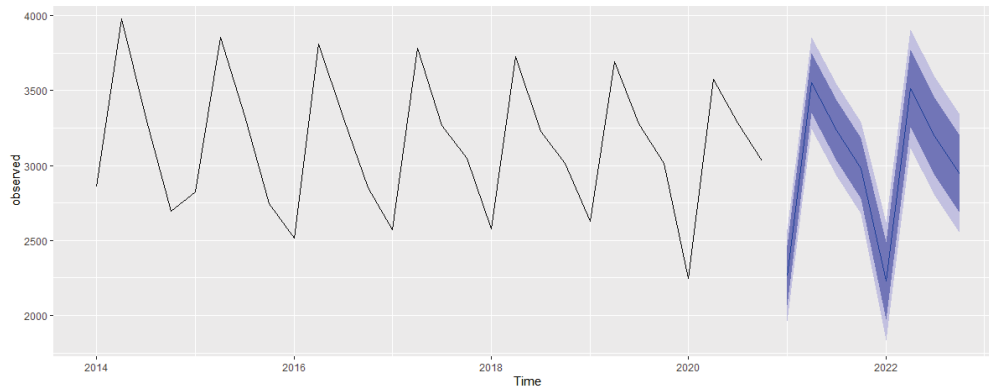


Fig. 4. Forecasts on abaca fiber production using Holt-Winters additive method

Source: see table 1.

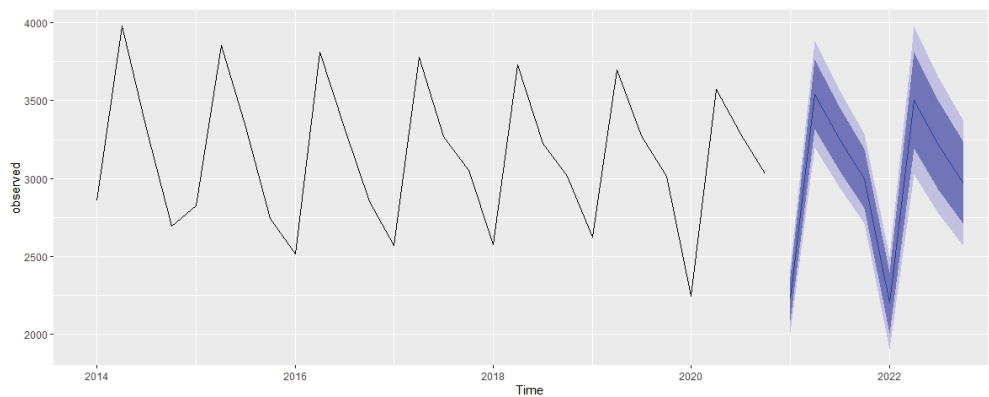


Fig. 5. Forecasts on abaca fiber production using Holt-Winters multiplicative method

Source: see table 1.

## Predictions

By Holt-Winters multiplicative model, forecast values of abaca fiber production was generated. Table 4 presents the forecasts values of abaca fiber production in Eastern Visayas for the next three years or 12 quarters, starting 2021 until 2023. As plotted in Figure 6, we notice that during the 1st quarter (January to March) production of abaca fiber is quite low. During the 2nd quarter (April to June), abaca fiber production is at its peak while there is a slight reduction in the 3rd quarter (July to September) and continues to reduce during the 4th quarter. Figure 7 confirms the seasonality of the time series data using seasonal plots.

Table 4. Forecasts values on abaca fiber production in Eastern Visayas Region (2021-2023)

Year	Q1	Q2	Q3	Q4
2021	2207.241	3537.511	3247.591	2995.921
2022	2170	3500	3210	2958
2023	2133	3463	3173	2921

Source: Author’s calculation and analysis (2022).

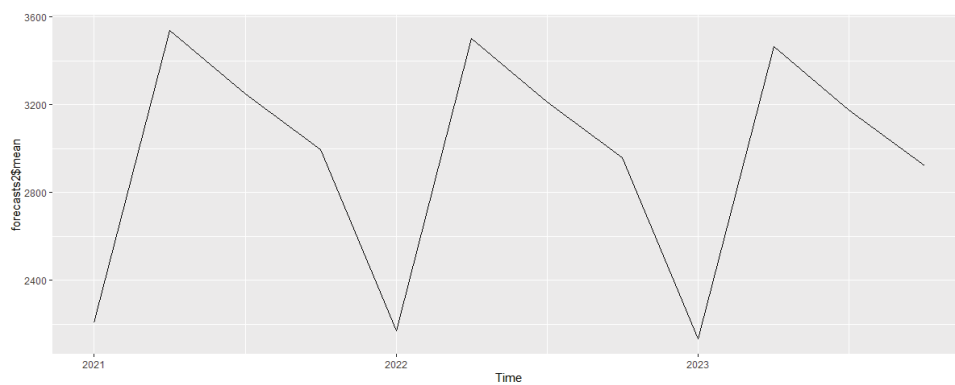


Fig. 6. Forecasts on abaca fiber production in Eastern Visayas Region (2021-2023)

Source: see table 1.

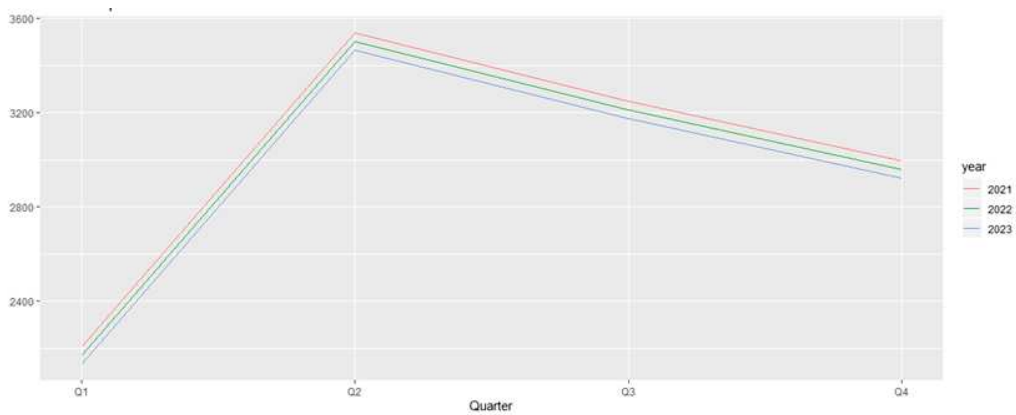


Fig. 7. Seasonal plot of the forecasted values (2021-2023)

Source: see table 1.

## Forecast Evaluation

We need to check whether the model has appropriately captured the information in the data. To do this, residuals were verified if they are uncorrelated for each time point, if it has a mean of zero, a constant variance and is normally distributed. By visual inspection (see Figure 8), the plot shows that the distribution of forecast errors is roughly centered on zero, has a constant variance and is more or less normally distributed. By Ljung-Box, the presence of correlations in residuals was checked. Based on the results of the test, the p-value is less than 5% ( $X^2 = 18.15$ ,  $df = 20$ ,  $p\text{-value} = 0.5776$ ) and implies that there is a 95% chance the residuals are independent. The Ljung-Box test showed that there is little evidence of non-zero autocorrelations in the in-sample forecast errors, and the distribution of forecast errors seems to be normally distributed with mean zero.

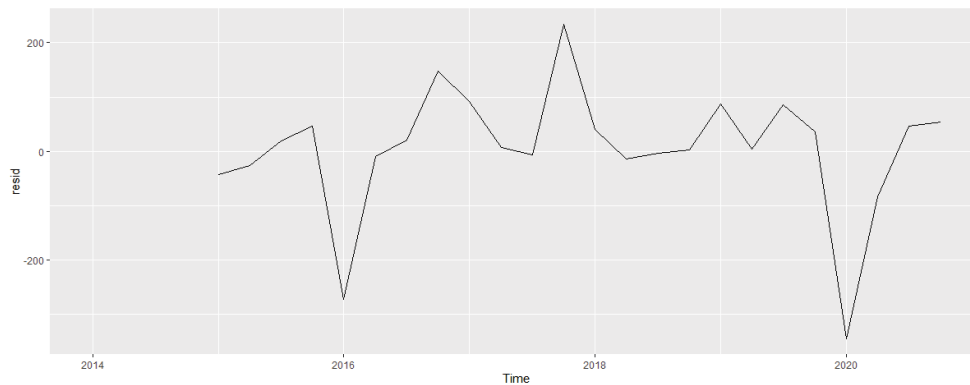


Fig. 8. Forecast errors for abaca fiber production

Source: see table 1.

## Conclusions and recommendations

After both multiplicative and additive models were evaluated and compared using several error measures, we may infer that the multiplicative method performed well and was utilized in subsequent production predictions. Based on the predicted values, a major decline in abaca fiber production happens after the second quarter throughout the year. Overall, there is a downward trend of abaca fiber production. As a result of the forecasted values, abaca farm rehabilitation is highly suggested in order to boost abaca fiber production in the region. Government subsidies, specifically on plantlets and other abaca farming inputs, are recommended. Extension services must also be made available to abaca farmers, particularly in the fight against the abaca bunchy top virus, and proper monitoring must be done regularly to the farmers. It is highly suggested to conduct needs assessment survey among the abaca farmers in order to understand their challenges and identify their specific needs related to abaca farming. Added to this is the need to conduct baseline survey on abaca farm households to assess the impact of projects implemented (e.g. subsidies) especially on their incomes.

## Acknowledgements

No grants were received to support this research and publication.

## Bibliography

- Australian Bureau of Statistics (2022). Retrieved from <https://www.abs.gov.au/websitedbs/d3310114.nsf/home/time+series+analysis:+the+basics>.
- Alharbi, N. (2021). Forecasting the COVID-19 Pandemic in Saudi Arabia Using a Modified Singular Spectrum Analysis Approach: Model Development and Data Analysis.
- Analytics Vidhya (2022). Retrieved from <https://www.analyticsvidhya.com/blog/2021/08/holt-winters-method-for-time-series-analysis/> Copyright 2013.
- Food and Agriculture Organization (2021). Retrieved from <https://www.fao.org/economic/futurefibres/fibers/abaca0/en/>.
- Far Eastern Agriculture (2021). Retrieved from <https://www.fareasternagriculture.com/crops/agriculture/abaca-the-philippine-fiber>.
- Gecili, E., Ziady, A., Szczesniak, R.D. (2021). Forecasting COVID-19 confirmed cases, deaths, recoveries: Revisiting established time series modeling through novel application for the USA and Italy.
- Goodwin, P. (2010). The Holt-Winters Approach to Exponential Smoothing: 50 Years Old and Going Strong. Retrieved from [www.forecasters.org/foresight](http://www.forecasters.org/foresight).
- Gundalia, M., Dholakia M.B. (2012). Prediction of maximum/minimum temperatures using Holt-Winters Method with Excel Spread Sheet for Junagadh Region. *International Journal of Engineering Research & Technology*, 1(6).
- Hyndman, R.J., Athanasopoulos, G. (2021). Holt-Winters' seasonal method. Forecasting: principals and practice, 3rd Ed. Retrieved from <https://otexts.com/fpp3/holt-winters.html>.
- Koehler, A.B., Snyder, R.D., Keith, J. (1999). Forecasting Models and Prediction Intervals for the Multiplicative Holt-Winters Method. Department of Econometrics and Business Statistics Monash University
- Kuzmin, A.G., Bykov, V.M., Kazaryan, M.A., Danko, T.P., Sekerin, V.D. (2017). Employing the Holt-Winters Model to Forecast and Assess the Efficiency of the Methods Used to Plan a Firm's Sales in the Upmarket Sector. *International Journal of Economic Research* Vol 14 (7).
- Lima, S., Goncalves, M., Costa, M. (2019). Time Series forecasting using Holt-Winters Exponential Smoothing: An Application to Economic Data. <https://doi.org/10.1063/1.5137999>.
- Liu, Z., Guo, W. (2020). Government Responses Matter: Predicting COVID-19 cases in US using an empirical Bayesian time series framework.
- Mgale, Y.J., Yan, Y.X., Timothy, S. (2021). A Comparative Study of ARIMA and Holt-Winters Exponential Smoothing Models for Rice Price Forecasting in Tanzania. *Open Access Library Journal*, 8, 1-9. DOI: 10.4236/oalib.1107381.
- Nusyirwan, N., Ahmad Faisol, F. (2020). Forecasting Seasonal Time Series Data using The Holt-Winters Exponential Smoothing Method of Additive Models. *Jurnal Matematika Integratif* 16(2), 151-157. doi:10.24198/jmi.v16.n2.29293.151-157
- Panda, M. (2020). Application of ARIMA and Holt-Winters forecasting model to predict the spreading of COVID 19 for India and its states. <https://doi.org/10.1101/2020.07.14.20153908>.
- Philippines General Consulate - Vancouver, Canada (2020). Retrieved from <https://www.vancouverpcg.org/resources-listofrestaurants/yamang-pinoy/abaca/the-philippine-abacaindustry>.
- Philippine Statistics Authority (2021). Retrieved from <https://psa.gov.ph/non-food>.
- Pelegri, F.R., Fogliatto, F. (2002). Steps for implementation of demand forecasting systems-Techniques and case study. *Magazine Produto & Producao*, 11, 43-64.
- Rahman, H., Salma, U., Hossain, M., Khan, T.F. (2016) Revenue Forecasting using Holt-Winters Exponential Smoothing. *Research & Reviews: Journal of Statistics*, 5(3), 19-25.
- Research and Markets. Retrieved from <https://www.businesswire.com/news/home/20150112006119/en/Research-and-Markets-Philippines-Abaca-Fiber-Market-Forecast-and-Opportunities-2019>.
- Ribeiro, R.C.M., Marques, G.T., Junior, P.C. (2019). Holt-Winters Forecasting for Brazilian Natural Gas Production. *International Educative Research Foundation and Publisher*, 7(6), 119-129. [https://doi.org/10.31686/ijer.Vol7\(6\)](https://doi.org/10.31686/ijer.Vol7(6)).

- Ruekkasaem, L., Sasananan, M. (2018). Forecasting agricultural products prices using time series methods for crop planning. *International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET)*, 9(7), 957-971.
- Satrio, C.B.A., Darmawan, W., Nadia, B.U., Hanafiah, N. (2021). Time series analysis and forecasting of coronavirus disease in Indonesia using ARIMA model and PROPHET. *Procedia Comput. Sci.*, 179, 524-532.
- Song, X., Xiao, J., Deng, J., Kang, Q., Qhang, Y., and Xu, J. (2016). Time series analysis of influenza incidence in Chinese provinces from 2002 to 2011.
- SolarWinds Worldwide (2021). Retrieved from <https://orangematter.solarwinds.com/2019/12/15/holt-winters-forecasting-simplified/>.
- Statista Research Department (2020). Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/751781/philippines-abaca-production>.
- Waller, V., Wilsby, A. (2019). Abaca in the Philippines, an overview of a potential important resource for the country: Relating the tensile strength of the single fiber to the microfibrillar angle. Retrieved from <http://kth.diva-portal.org/smash/record.jsf?pid=diva2%3A1352495&dsid=8192>.
- Winters, P.R. (1960). Forecasting sales by exponentially weighted moving averages. *Management Science*, 6(3), 324-342.

For citation:

Pleños M.C.F. (2022). Time Series Forecasting Using Holt-Winters Exponential Smoothing: Application to Abaca Fiber Data. *Problems of World Agriculture*, 22(2), 17-29;  
DOI: 10.22630/PRS.2022.22.2.6

## **Tendencje na rynku soi i rzepaku na świecie i w Polsce w latach 2001-2020**

## **Trends in the Global and Polish Soybean and Rapeseed Markets 2001-2020**

**Synopsis.** Celem opracowania była ocena dominujących zmian w produkcji i handlu zagranicznym u największych producentów, eksporterów i importerów soi i rzepaku oraz ich produktów na świecie i w Polsce w latach 2001-2020. W literaturze przedmiotu brakuje badań określających tendencje występujące u głównych producentów, eksporterów i importerów. Produkcja soi charakteryzowała się tendencją wzrostową w tempie 3,9% rocznie. W produkcji nasion soi i eksporcie dominują Brazylia, USA i Argentyna. W imporcie dominują Chiny i UE-27. Produkcja oleju sojowego i obroty handlowe cechowały się tendencjami wzrostowymi, a dużymi jego wytwórcami były: Chiny, USA, Brazylia i Argentyna. Największym eksporterem oleju jest Argentyna, a importerem Indie. W eksporcie śruty sojowej dominują: Argentyna, Brazylia i USA, a największym importerem jest UE-27. W Polsce głównym źródłem podaży nasion soi, oleju i śruty jest import. Pogłębiają się ujemne salda handlu zagranicznego tymi produktami. W największej skali rośnie import śruty sojowej, pozwalający w prawie 60% uzupełnić krajowe niedobory roślinnych surowców wysokobiałkowych. Produkcja rzepaku na świecie rosła w tempie 4% rocznie. Dominujący udział w światowej produkcji mają: Kanada, UE-27, Chiny i Indie. W eksporcie nasion dominują: Kanada i UE-27. Największym importerem rzepaku jest UE-27. Dużymi eksporterami śruty rzepakowej są: UE-27 i Kanada, a importerami: UE-27 i USA. Dużymi producentami oleju rzepakowego są: UE-27, Kanada, Chiny, Indie, a eksporterami: Kanada i UE-27. Dużymi importerami oleju rzepakowego są: UE-27, Chiny i USA. W Polsce produkcja rzepaku rosła w tempie 5,5% rocznie. Rosną obroty handlowe nasionami, olejem i śrutą rzepakową. Poprawia się dodatnie saldo handlu zagranicznego śrutą, pogarszają się dodatnie salda nasionami i olejem, które w ostatnich latach były ujemne.

**Słowa kluczowe:** oleiste (soja, rzepak) produkcja, eksport, import, saldo handlowe, nasiona, śruty, olej

**Abstract.** The aim of the study was to assess the dominant changes in production and foreign trade, of the largest producers, exporters and importers of soybean and rapeseed and their products in the world and in Poland in the years 2001-2020. The literature on the subject lacks studies defining trends in the main producers, exporters and importers. Soybean production tended to increase by 3.9% per year. Brazil, the USA and Argentina dominate the production of soybeans and exports. China and the EU-27 dominate imports. The production of soybean oil and the trade turnover showed an upward trend, and its large producers were: China, the USA, Brazil and Argentina. The largest oil exporter is Argentina, and the importer is India. The exports of soybean meal are dominated by: Argentina, Brazil and the USA, and the largest importer is the EU-27. In Poland, the main source of supply of soybeans, oil and meal is import. The negative balances of foreign trade in these products are deepening. Imports of soybean meal are growing at the largest scale, allowing almost 60% to supplement the domestic shortages of plant-based high-protein raw materials. The production of rapeseed in the world grew at the rate of 4% annually. Canada, EU-27, China and India have the dominant share in world production. Canada and the EU-27 dominate the export of seeds. The largest importer of rapeseed is the EU-27. The major exporters of rapeseed meal are: EU-27 and Canada, and importers: EU-27 and the USA. Large producers of rapeseed oil are: EU-27, Canada, China, India, and exporters: Canada and EU-27. Large

<sup>1</sup> prof. dr hab., e-mail: stanislaw\_stanko@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-9698-9316>

<sup>2</sup> dr inż., e-mail: aneta\_mikula@sggw.edu.pl; <https://orcid.org/0000-0001-7129-6898>



importers of rapeseed oil are: EU-27, China and the USA. In Poland, rapeseed production grew by 5.5% annually. Trade turnover in seeds, oil and rapeseed meal is growing. The positive balance of foreign trade in meal is improving, the positive balances of seeds and oil, which have been negative in recent years, deteriorate.

**Key words:** oilseed (soya, rapeseed), production, exports, imports, trade balance, seeds, meal, oil

**JEL Classification:** F14, F19, Q17

## Wstęp

Rośliny oleiste są bardzo ważną grupą roślin uprawnych, odgrywającą znaczącą rolę w działalności człowieka. Do tej grupy należą rośliny, których nasiona i owoce zawierają znaczne ilości tłuszczu wykorzystywanego do produkcji olejów roślinnych. Oleje uzyskiwane z tych roślin mają coraz szersze zastosowanie w różnych rodzajach przemysłu. W produkcji żywności wykorzystuje się je w przemyśle cukierniczym, piekarniczym, konserwowym i rybnym (np. do produkcji margaryny, ciast, np. olej palmowy, rzepakowy, słonecznikowy), a także w gospodarstwach domowych jako oleje jadalne (np. olej rzepakowy, słonecznikowy, oliwa z oliwek). W przemyśle technicznym oleje roślinne służą do produkcji farb, lakierów, pokostów, produkcji gum, smarowania silników (np. olej palmowy). W przemyśle kosmetycznym oleje służą do produkcji mydła, kosmetyków (np. olej bawełniany, słonecznikowy), a w przemyśle farmaceutycznym wykorzystuje się olej lniany, kokosowy. Coraz szerzej wykorzystuje się także oleje roślinne w przemyśle paliwowym (Gradziuk, 2003, Demirbas, 2009, Candeia i in., 2009, Rosiak, Łopaciuk, Krzemiński, 2011, Borychowski, 2012, Maitera i in., 2017).

Ważne znaczenie w przetwórstwie nasion roślin oleistych mają produkty uboczne. Są nimi makuchy, śruty poekstrakcyjne, ekspelery, a także kwasy parafinacyjne (Urban, 1998). Produkty uboczne są bardzo cennym źródłem białka spożywczego, a także paszowego wykorzystywanego w produkcji pasz treściwych dla zwierząt gospodarskich. Niektóre rośliny oleiste dostarczają także włókno roślinne do przemysłu tekstylnego (np. bawełna, len).

Zmiany na międzynarodowych i światowych rynkach roślin oleistych i ich produktów mają duże znaczenie dla rynku w Polsce. Wynika to z tego, że rosnąca produkcja i podaż rzepaku w kraju nie zaspokaja popytu krajowego na rośliny oleiste i ich produkty. Polska od wielu lat charakteryzuje się ujemnym saldem handlu zagranicznego nasionami roślin oleistych, olejów i śrut. Z tego powodu wynika konieczność zakupu i uzupełnienia podaży krajowej tych produktów na rynkach międzynarodowych i światowych (Pawlak, Sowa, 2020). Warunkuje to także konieczność rozpoznania prawidłowości występujących u głównych producentów i konsumentów a także eksporterów i importerów roślin oleistych i ich produktów.

Rośliny oleiste stanowią dużą grupę roślin uprawianych w różnych strefach klimatycznych. Uprawianych jest ponad 200 gatunków roślin oleistych (Kapusta, 2012). Podstawowe znaczenie w produkcji olejów roślinnych mają uprawy roślin jednorocznych, takich jak: soja, rzepak, bawełna, orzech ziemny i słonecznik oraz uprawy wieloletnie: palma oleista, palma kokosowa i oliwki (Wroniak, 2006, Ratusz, Wroniak, 2014). Oprócz tych roślin oleje uzyskuje się także z innych roślin np. rącznik pospolity, sezam indyjski, dynia oleista. Mają one jednak mniejsze znaczenie w gospodarce. W opracowaniu przedstawiono



zmiany na rynku soi i rzepaku. W przygotowaniu są opracowania obejmujące ocenę zmian na rynku pozostałych roślin oleistych.

### **Cel opracowania, materiał, metody analizy**

Celem opracowania było określenie kierunków zmian w produkcji oraz handlu zagranicznym nasionami rzepaku i soi, ich produktami (śruty i oleje) na świecie, u głównych ich producentów i konsumentów. Obroty handlu zagranicznego nasionami tych roślin i ich produktami mają największy udział w handlu zagranicznym roślinami oleistymi Polski. Przedstawiono zmiany w produkcji, powierzchni zasiewów i plonach, a także handlu zagranicznym ogółem i u głównych producentów, importerów oraz eksporterów w latach 2001-2020. Rośliny te mają ważne znaczenie dla krajów UE-27 i Polski. Kraje UE-27 są dużym importerem nasion i śrut sojowych, oraz rzepaku, a w zużyciu wysokobiałkowych surowców paszowych śruty sojowe i rzepakowe stanowią 80% w UE-27 i prawie 90% w Polsce. Dane obejmują długi okres pozwalający wyeliminować wahania przypadkowe i wyodrębnić tendencje tj. dominujące kierunki zmian w uprawach tych roślin. W literaturze poświęca się wiele uwagi oceniającej bieżącą i średniookresową sytuację na rynku tych roślin i ich produktów (np. USDA, 2022, Komisja Europejska, 2022, Rynek rzepaku, 2021). Główną przesłanką analiz był brak w literaturze przedmiotu badań określających tendencje występujące u głównych producentów, eksporterów i importerów nasion soi i rzepaku oraz ich produktów. Określenie tendencji na analizowanych rynkach może stanowić podstawę do formułowania rekomendacji dotyczących dalszego rozwoju tych rynków.

Do pomiaru tendencji zastosowano funkcje najlepiej opisujące zmiany. Uwzględniono następujące funkcje trendu: prostoliniowa, wykładnicza, potęgowa, logarytmiczna, wielomian stopnia drugiego. Wyboru najlepiej dopasowanej do danych empirycznych funkcji dokonano w oparciu o formalno-statystyczne kryteria (istotność parametrów i współczynnik determinacji). Do pomiaru dynamiki badanych wielkości wykorzystano także niektóre miary statystyki opisowej, to jest: indeksy, statystyczne (Józwiak, Pogórski, 1998) oraz średnie tempo (stopę) zmian. Powszechnie stosowaną jest metoda średniej geometrycznej (Okólski, Timofiejuk, 1978, Józwiak, Podgórski, 1998, Timofiejuk, Lasek, Pęczkowski, 2003). Ma ona jednak swoje niedoskonałości. Praktycznie uwzględnia początkowy i końcowy wyraz szeregu chronologicznego, które decydują o wartości przeciętnego tempa wzrostu (Timofiejuki in., 2003, s. 185). Możemy ją stosować dla szeregów gdy przyrosty danej wielkości są równomierne we wszystkich jednostkach czasu (Józwiak, Podgórski, 1998, s. 496). W produkcji rolniczej nie zawsze tak jest. W rolnictwie na wyniki produkcyjne wpływają czynniki przyrodniczo-klimatyczne, powodując nieraz znaczne nieregularności w obserwowanych wielkościach (np. w produkcji tzw. lata urodzaju lub nieurodządu, w handlu zagranicznym surowcami rolniczymi). Dla szeregów czasowych charakteryzujących się nieregularnymi zmianami, gdy przedmiotem badań są zjawiska o charakterze strumieni należy zastosować inną niż średnia geometryczna metodę liczenia średniookresowego tempa zmian (Józwiak, Podgórski, 1998, s. 497). Takie metody przedstawili: Timofiejuk (1973), a także Brzoza (1977). Timofiejuk (1990) opracował także odpowiednie tablice. Dla rolnictwa różne metody liczenia tempa zmian produkcji oceniał Rojewski (1978). Uwzględniając właściwości różnych metod liczenia tempa zmian i charakter zmienności w szeregach czasowych w oraz wyniki badań oceniających ich

przydatność w rolnictwie do obliczania średniego tempa zmian w badanych latach zastosowano metodę zaproponowaną i opracowaną przez Timofiejuka (1990).

Źródła informacji o produkcji i obrotach handlu zagranicznego stanowiły dane z FAOSTAT oraz GUS.

W skali światowej i regionalnej ważne znaczenie mają także inne rośliny oleiste (np. słonecznik, len, palma oleista, bawełna, palma kokosowa, arachid, oliwki). Będą one przedmiotem badań w następnym etapie.

## Tendencje w produkcji nasion soi

Soja należy do rodziny bobowatych. Pochodzi z rejonów Azji Wschodniej, gdzie uprawiana była od czasów starożytnych. Zajmuje ważne miejsce w kuchni Dalekiego Wschodu, gdzie nazywana jest "świętą rośliną" albo "żółtym klejnotem". W Europie pojawiła się w XVI wieku (Miłosz, 2021). Jest jedną z cenniejszych gospodarczo roślin. Nasiona zawierają znaczne ilości tłuszczu (około 18%) i białka (około 40%), zawierają też składniki mineralne (wapń, fosfor, potas, magnez, żelazo, miedź, cynk, selen) oraz witaminy: C, B3, B1, B2, E, B6, B9, K, A (Nowak, 2021, Szyrmer, 1979). Bogaty skład chemiczny nasion sprawia, że mają one wiele różnych zastosowań. Nasiona soi to bogate źródło pełnowartościowego białka, zdrowych kwasów tłuszczowych i fitoestrogenów. Nasiona soi są bogatym źródłem białka roślinnego należącego do albumin, globulin, glutein, które wykorzystuje się jako bardzo ważny składnik pasz, dobrze uzupełniający białko zbóż w żywieniu drobiu i trzody chlewnej. Chodzi tutaj o wysoką zawartość lizyny w nasionach soi. Coraz szerzej stosuje się białko soi w żywieniu człowieka. Olej z soi zawiera wiele nienasyconych kwasów tłuszczowych, takich jak kwas linolowy, kwas oleinowy i linolenowy. Ważnym składnikiem soi są fitoestrogeny<sup>3</sup>.

W ostatnich latach białko i tłuszcze zawarte w nasionach soi są cennym surowcem w żywieniu człowieka (Haber, 1996, Yango, 2021). Z nich produkuje się produkty bezpośrednio wykorzystywane przez człowieka, np. olej sojowy, kasze i mąki, mleko sojowe, serek tofu i ser tempeh, sos sojowy, pastę miso, a także stanowią dodatek do wyrobów mięsnych (konserw, wędlin, pasztetów, parówek), słodczy, ciast, chleba (Haber, 1996, Nowak, 2011, Yango, 2021).

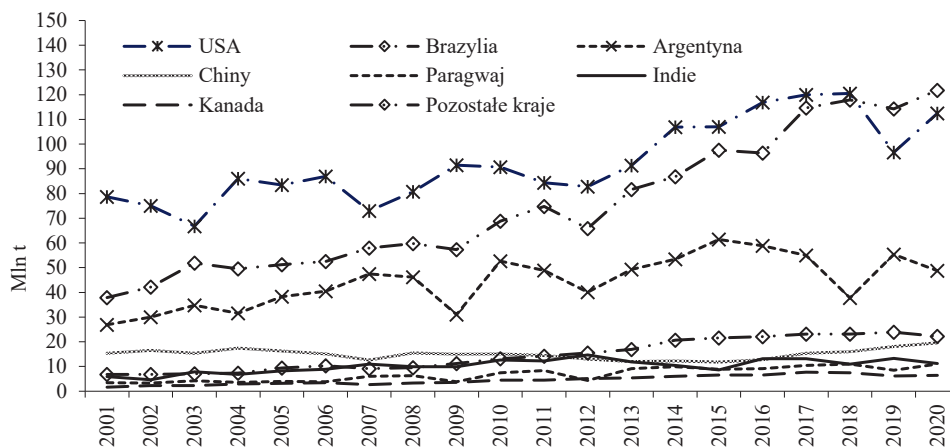
Soja jako roślina z rodziny bobowatych odgrywa ważną rolę w płodozmianie. Jej uprawa korzystnie wpływa na glebę. Po zbiorach nasion w glebie pozostają resztki poźniwne bogate w potas, azot i wapń. Korzenie palowe tych roślin działają fitomelioracyjnie. Wpływa to korzystnie na poprawę struktury gleby, sprzyja infiltracji wody w głąb gleby i rozwoju korzeni roślin następných (Rośliny ..., 2021).

W latach 2001-2020 produkcja soi na świecie charakteryzowała się tendencją wzrostową. Zbiory nasion zwiększały się przeciętnie w roku o 10 mln t, tj. w tempie 3,9%. Powierzchnia uprawy zwiększała się o 2,72 mln ha, tj. w tempie 2,7%, a o 32 kg/ha rosło plonowanie, tj. w tempie 1,2%. Takie tendencje oznaczały, że wzrost zbiorów soi w 69,2% wynikał z powiększania obszaru upraw i w 30,8% z poprawy plonowania. Uprawa soi charakteryzuje się znaczną koncentracją. W jej produkcji dominują 3 kraje: USA, Brazylia i Argentyna, które w 2020 r. produkowały 80,1% światowej produkcji. Także większe ilości

<sup>3</sup> Fitoestrogeny są to związki pochodzenia roślinnego o budowie niesteroidowej, które wykazują szereg działań estrogenopodobnych (Kwiatkowska, 2007, s. 107).

(powyżej 5 mln t) produkowały takie kraje, jak: Chiny, Indie, Paragwaj i Kanada. Tendencje w produkcji soi przez największych i pozostałych jej producentów przedstawia rys. 1.

W USA zbiory soi charakteryzowały się tendencją wzrostową. Zbiory zwiększały się przeciętnie w roku o 2,3 mln t, tj. w tempie 2,4% rocznie. Wzrost zbiorów wynikał z powiększania obszaru zasiewów o 0,9% rocznie i poprawy plonowania o 1,5% rocznie. Takie tendencje oznaczały, że wzrost produkcji wynikał w 62,5% z poprawy plonowania i w 37,5% z powiększania obszaru zasiewów. Z kolei w Brazylii następował szybki wzrost produkcji, przeciętnie w roku o 4,44 mln t, tj. w tempie 6% rocznie. Wynikał on głównie ze wzrostu obszaru zasiewów, który wynosił 1,1 mln ha rocznie, i poprawy plonowania wynoszącej 45 kg/ha. Takie tendencje oznaczały, że w Brazylii wzrost produkcji soi w 73,3% wynikał z rozszerzania powierzchni upraw i w 26,7% z poprawy plonowania. W kształtowaniu dynamiki produkcji dominowały więc czynniki ekstensywne. W Argentynie produkcja soi wzrastała rocznie o 1,27 mln t, tj. w rosła w tempie 3% rocznie. Wzrost upraw wynosił 0,334 mln ha rocznie, a plony rosły o 22 kg/ha rocznie. Podobnie jak w Brazylii w kształtowaniu dynamiki produkcji dominowały czynniki ekstensywne (72,8% z tytułu wzrostu areału upraw i 27,2% w wyniku poprawy plonowania). Różna skala i tempo wzrostu produkcji soi u tych największych producentów spowodowały zmiany ich udziału w światowej produkcji. Udział USA zmniejszył się z 44,5% w 2001 r. do 31,8% w 2020 r. a wzrósł Argentyny z 12,5% w 2001 r. do 13,8% w 2020 r. i Brazylii z 21,4% w 2001 r. do 34,5% w 2020 r. Ogółem udział USA, Brazylii i Argentyny pozostał dominujący w światowej produkcji. W 2001 r. te kraje produkowały 81,1% światowej produkcji, a w 2020 r. 80,1%.



Rys. 1. Produkcja soi na świecie przez największych i pozostałych producentów (mln t) w latach 2001-2020

Fig. 1. World soybean production by major and other producers (million t), 2001-2020

Źródło: opracowanie na podstawie: FAOSTAT, 2022.

W produkcji soi w Chinach można wyróżnić dwa okresy: spadkowej tendencji w latach 2001-2015 i okres w latach 2016-2020, w którym dominowała tendencja wzrostowa. W latach 2001-2015 zmniejszała się produkcja soi przeciętnie w roku o 317 tys. t, tj. w tempie 2,2% rocznie. Spadek produkcji wynikał głównie z powodu ograniczania obszaru zasiewów.

Zasiewy obniżały się przeciętnie w roku o 217 tys. ha. W badanym okresie nieznacznie poprawiały się plony, które rosły rocznie o 7 kg/ha. W latach 2016-2020 następował szybki wzrost zbiorów, 1,64 mln t rocznie, tj. w tempie 10,2%. Wzrost zbiorów spowodowany był głównie rozszerzeniem areалу upraw (w 76,5%), które wzrastały przeciętnie w roku o 664 tys. ha i poprawą plonowania (w 23,5%), które wzrastało o 44,6 kg/ha rocznie. W wyniku takich tendencji produkcja soi w Chinach w ostatnich 4-ach latach przekroczyła zbiory z lat 2001-2004. Z kolei w Indiach produkcja soi charakteryzowała się tendencją wzrostową. Zbiory zwiększały się rocznie o 336 tys. t rocznie, tj. w tempie 3,8%. Wzrost zbiorów wynikał w 89,5% z powiększania areálu upraw, który rósł rocznie o 336 tys. ha, a w pozostałej części z poprawy plonowania. W Paragwaju produkcja rosła rocznie o 427 tys. t, tj. w tempie 6,7% rocznie. Wzrost wynikał z tytułu powiększania zasiewów, które rosły w roku o 127 tys. ha, a plony poprawiały się o 36 kg/ha. Takie tendencje oznaczały, że zwiększanie zbiorów wynikał w 77,6% z rozszerzania zasiewów i w 22,4% z poprawy plonowania. Do dużych producentów soi należy także Kanada. W latach 2001-2020 zbiory soi w Kanadzie zwiększały się rocznie o 299 tys. t, tj. w tempie 7,2%. Wynikały one z powiększania obszaru zasiewów, które rosło rocznie o 88 tys. haki poprawy plonowania o 44,4 kg/ha. Oznacza to, że wzrost zbiorów w 73,6% wynikał z powiększania zasiewów i w 26,4% z poprawy plonowania. W wyniku takich tendencji udział Chin w światowej produkcji zmniejszył z 8,7% w 2001 r. do 5,5% w 2020 r., a wzrósł: Paragwaju z 1,7% do 3,1%, Kanady z 1,5% do 1,8%, Indii z 3% do 3,2%. Chiny, Indie, Paragwaj i Kanada należą do znaczących producentów soi na świecie. W 2001 r. produkowały one 14,9% światowej produkcji, a w 2020 r. było to 13,6%.

Niewielki jest udział w produkcji pozostałych krajów (poza USA, Brazylią, Argentyną, Chinami, Indiami, Paragwajem i Kanadą), które wytwarzały w 2001 r. 4%, a w 2020 r. 6,7% światowej produkcji. W pozostałych krajach produkcja wzrastała w latach 2001-2020 o 1,05 mln t tj. w tempie 7,7%. Wzrost zbiorów nasion soi w pozostałych krajach wynikał głównie z powiększania powierzchni zasiewów (w 85,7%), a wzrost plonów wpływał pozytywnie na zbiory w 14,3%.

Przedstawione tendencje w produkcji soi wskazują, że podstawowe znaczenie w ich kształtowaniu miało rozszerzanie areálu upraw (poza USA). W latach 2001-2020 areál upraw soi na świecie zwiększył się o 50,3 mln ha. Największa skala wzrostu upraw u dużych producentów wystąpiła w Brazylii (o 23,2 mln ha), Argentynie (o 6,3 mln ha), Indiach (5,8 mln ha), USA (3,8 mln ha), Paragwaju (2,3 mln ha), w Kanadzie wzrost wyniósł 1,0 mln ha, a Chinach 0,4 mln ha. W pozostałych krajach ogółem wzrost wyniósł 7,5 mln ha. Przyrosty zbiorów w nieco ponad 2/3 (w 69,2%) wynikały z rozszerzania areálu upraw.

Znaczna koncentracja upraw soi w części krajów przy rozproszonym zużyciu jest przyczyną znacznych obrotów w handlu międzynarodowym.

## **Tendencje w handlu międzynarodowym nasionami soi**

O międzynarodowym podziale pracy i obrotach handlowych towarami decyduje wiele różnych czynników (Budnikowski, Kawecka-Wyrzykowska, 2000, Bożyk, Misala, Puławski, 2002, Olesiuk, Vashichenko, 2010, Rymarczyk, 2012). Można je rozmaicie klasyfikować. Najczęściej wymienia się cztery ich grupy: techniczne (techniczno-ekonomiczne), strukturalne, koniunkturalne, instytucjonalne (polityczno-systemowe). Dla rolnictwa ważne znaczenie mają warunki agroklimatyczne (np. rodzaj klimatu, warunki

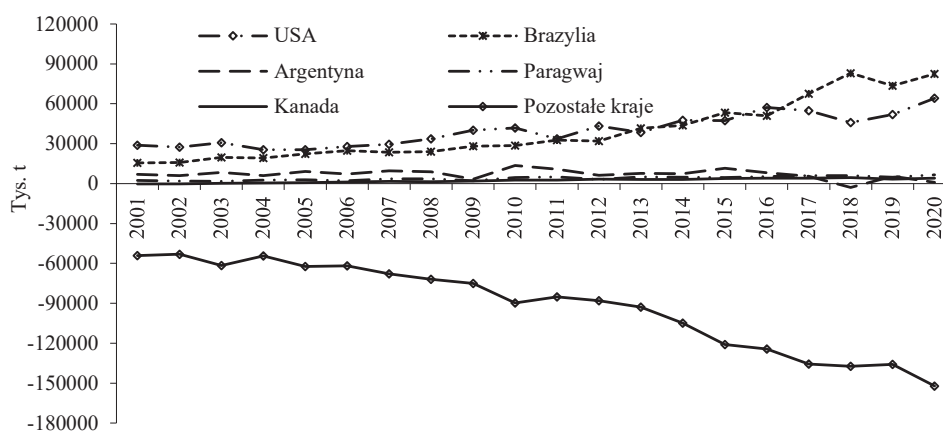
wodne, glebowe, itp.). Sprzyjające warunki dla uprawy danych roślin powodują obniżenie kosztów produkcji, a także poprawę plonowania. Z kolei niekorzystne warunki agroklimatyczne dla danej rośliny zwiększają koszty produkcji lub uniemożliwiają jej produkcję.

Eksport soi na świecie charakteryzował się tendencją wzrostową. Tempo wzrostu eksportu było szybsze niż produkcji, co oznaczało coraz większe zagospodarowanie zbiorów na rynkach zagranicznych. W 2001 r. na rynkach zagranicznych było zagospodarowywane 32,2% zbiorów, a w 2020 r. prawie połowa (49%). Rynki zagraniczne mają ważne znaczenie dla dużych producentów, którzy kierują na nie znaczną część swojej produkcji. Za takich przyjęto tych, którzy w ostatnich latach eksportowali powyżej 4 mln t rocznie. Do tych producentów można zaliczyć następujące kraje: Brazylię, USA, Argentynę, Paragwaj i Kanadę.

Eksport soi w latach 2001-2020 charakteryzował się tendencją wzrostową, rósł o 6,251 mln t, tj. w tempie 6,3% rocznie. Rola rynków zagranicznych w zagospodarowaniu produkcji jest zróżnicowana dla dużych eksporterów. W największej skali i tempie wzrastał eksport z Brazylii, przeciętnie w roku o 3,537 mln t, tj. w tempie 9%. Niewielki był import, który stanowił 0,3% produkcji. Wzrastał on rocznie o 39 tys. t. W wyniku takich tendencji poprawiało się saldo handlu zagranicznego nasionami soi przeciętnie w roku o 3,498 mln t, tj. w tempie 9% (rys. 2). Rosło też znaczenie rynków zagranicznych w zagospodarowaniu produkcji, na które Brazylia w 2020 r. skierowała 68,1% produkcji (w 2001 r. było to 41,4%). W dużej skali wzrastał także eksport z USA, przeciętnie w roku o 1,821 mln t, tj. w tempie 4,6%. Import był niewielki i wzrastał rocznie o 37,9 tys. t i stanowił 0,1% produkcji w 2001 r. i 0,4% w 2020 r. Takie tendencje w obrotach handlowych USA powodowały polepszenie salda handlu zagranicznego nasionami soi, które rosło przeciętnie w roku o 1,783 mln t, tj. w tempie 4,5%. Szybszy wzrost eksportu niż produkcji powodował zwiększanie roli rynków zagranicznych w zagospodarowaniu zbiorów. W 2001 r. na rynkach zagranicznych było zagospodarowywane 36,8% produkcji, a w 2020 r. było to 57,4%. Szybko zwiększał się także eksport soi z Kanady, przeciętnie w roku o 0,253 mln t, tj. w tempie 11,5%, a zmniejszał import w tempie 1%. W efekcie takich zmian w handlu zagranicznym poprawiało się dodatnie saldo handlowe w roku o 0,255 mln t, tj. w tempie 12,5%. Zwiększało się także znaczenie rynków zagranicznych w zagospodarowaniu produkcji. W 2001 r. poprzez eksport było zagospodarowanych 36,1% produkcji, a w 2020 r. było to 63,3% produkcji. Zmniejszało się natomiast znaczenie importu soi. W 2001 r. stanowił on 45% produkcji, a w 2020 r. obniżył się do 5%. Dużym eksporterem soi jest także Paragwaj. Eksport soi z tego kraju zwiększał się rocznie o 0,232 mln t, tj. w tempie 6,3%. W badanym okresie zmniejszał się natomiast import o 2% rocznie. Import soi przez Paragwaj był niewielki i stanowił 0,2% produkcji w 2001 r. i 0,1% w 2020 r. W skutek takich tendencji poprawiało się dodatnie saldo handlu zagranicznego przeciętnie w roku o 0,232 mln t, tj. w tempie 6,3% (rys. 2). Na rynkach zagranicznych zagospodarowano 66,6% produkcji w 2001 r., a w 2020 r. 60,2%. Do dużych producentów i uczestników handlu zagranicznego soją należy także Argentyna. Eksport z tego kraju w badanym okresie charakteryzował się nieznaczną tendencją spadkową, która wynosiła 33,1 tys. t, a import wzrastał rocznie o 179,5 tys. t. W wyniku takich zmian pogarszało się dodatnie saldo handlu zagranicznego soją rocznie o prawie 213 tys. t (rys. 2). W 2001 r. na rynki zagraniczne było kierowane 27,4% produkcji, a w 2021, r udział ten się zmniejszył do 13%.

Eksport soi z Brazylii, USA i Argentyny był dominujący w światowej podaży na rynkach światowych. Z tych krajów pochodziło w 2001 r. 91,1% światowej podaży, w tym

z USA - 50,7%, Brazylii – 27,5%, Argentyny – 12,9%. Udział innych analizowanych eksporterów w światowej podaży soi był następujący: Paragwaju – 4,1%, Kanady – 1%, pozostałych krajów 3,8%. W wyniku zmian produkcji i skali eksportu wzrósł udział w światowym eksporcie soi w 2020 r.: Brazylii do 47,8%, Kanady do 2,6%, i pozostałych krajów do 4,8%, a zmniejszył się: USA do 37,2%, Argentyny do 3,7%, Paragwaju do 3,9%. Pomimo takich zmian udział 3-ch największych eksporterów (Brazylia, USA, Argentyna) w 2020 r. w światowym eksporcie wynosił 88,7%.



Rys. 2. Saldo handlu zagranicznego nasionami soi u największych eksporterów i pozostałych producentów (tys. t) w latach 2001-2020

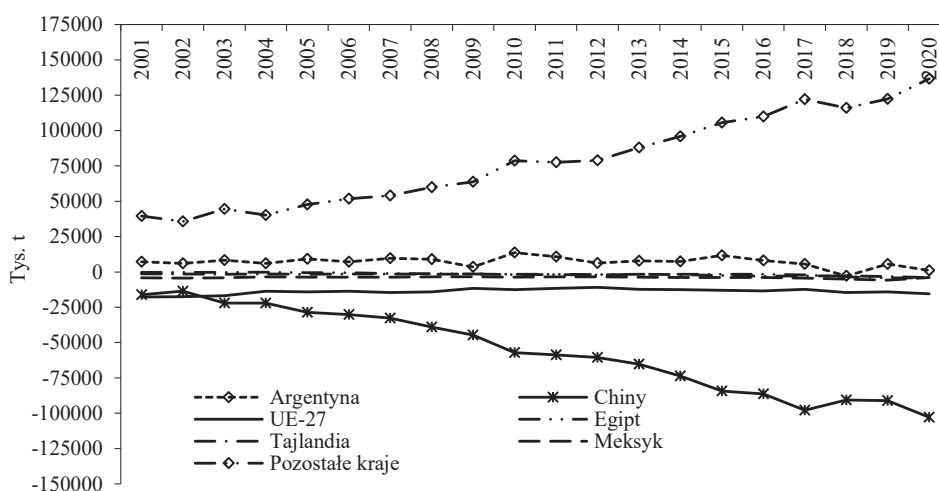
Fig. 2. Foreign trade balance of soybeans at major exporters and other producers (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

Także import soi charakteryzuje się znaczną koncentracją, w której dominuje jeden kraj – Chiny. Import soi przez Chiny charakteryzował się w latach 2001-2020 tendencją wzrostową, przeciętnie w roku rósł o 4,925 mln t, tj. w tempie 10,3% (rys. 3). Było to wyższe tempo niż wzrost produkcji i eksportu. W wyniku szybkiego wzrostu importu Chin udział tego kraju w światowym imporcie soi zwiększył się z 28,6% w 2001 r. do 61,6% w 2020 r. Eksport soi z Chin nieznacznie się zmniejszał rocznie (o 15 tys. t), co powodowało powiększanie ujemnego salda handlu zagranicznego soją o 4,94 mln t. rocznie, tj. w tempie 10,3% (rys. 3). Ze względu na skalę, drugim importerem soi była UE-27. W latach 2001-2012 import charakteryzował się tendencją spadkową, zmniejszając się rocznie o 0,557 mln t, tj. o 3,4%. W tych latach nieznacznie wzrastał eksport, rocznie o 28 tys. t, tj. w tempie 1,3%. W wyniku takich zmian zmniejszało się ujemne saldo handlu zagranicznego o 0,585 mln t rocznie. Od 2013 r. nastąpiło odwrócenie dotychczasowych tendencji, import wzrastał rocznie o 0,492 mln t, rósł także eksport o 0,092 mln t. W wyniku takich zmian powiększało się ujemne saldo handlu zagranicznego soją o 0,4 mln t rocznie (rys. 3). Udział krajów UE-27 w imporcie światowym soi zmniejszył się z 33,7% w 2001 r. do 10,6% w 2020 r. Większe ilości soi (powyżej 4 mln t rocznie) importują także Argentyna, Egipt, Tajlandia i Meksyk. Udział Argentyny w światowym imporcie w badanych latach wzrósł z 0,6% w 2001 r. do 3,2% w 2020 r. Pozostałe informacje o handlu zagranicznym dla tego kraju przedstawiono wcześniej. W szybkim tempie wzrastał import soi przez Egipt. Wzrastał on rocznie o 0,183



mln t, tj. w tempie 14,2%, co przy znikomym eksporcie powodowało wzrost ujemnego salda handlu zagranicznego o 0,183 mln t rocznie. Udział Egiptu w światowym imporcie wzrósł z 0,4% w 2001 r. do 2,4% w 2020 r. W Tajlandii import soi wzrastał rocznie o 0,107 mln t, tj. w tempie 4,8%, a eksport był nieznaczny co powodowało powiększanie się ujemnego bilansu handlu zagranicznego o 0,106 mln t. Udział Tajlandii w światowym imporcie utrzymuje się w wysokości 2,4%. Względnie ustabilizowany jest import soi przez Meksyk. Wzrastał on rocznie o 0,038 mln t, tj. w tempie 0,8%, co przy znikomym eksporcie skutkowało wzrostem ujemnego salda handlu zagranicznego o tę wielkość. W wyniku takich tendencji udział Meksyku w światowym handlu zmniejszył się z 7,2% w 2001 r. do 2,3% w 2020 r.



Rys. 3. Saldo handlu zagranicznego nasionami soi u największych i pozostałych importerów (mln t) w latach 2001-2020

Fig. 3. Foreign trade balance of soybeans at major and other importers (million t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

Import przez pozostałe kraje wzrastał rocznie o 0,705 mln t, tj. w tempie 3,4%. Udział tych krajów w światowym imporcie zmniejszył się z 27% w 2001 r. do 17,5% w 2020 r.

W światowym imporcie soi dominują Chiny. Ich udział w światowym imporcie zwiększył się z 28,6% w 2001 r. do 61,6% w 2020 r. W tych latach zmniejszył się udział UE-27, z 33,7% w 2001 r. do 10,6% w 2020 r., a krajów, które importowały 4-6 mln t soi (Argentyna, Egipt, Tajlandia, Meksyk) udział w światowym imporcie zmniejszył się z 10,7% w 2001 r. do 10,3% w 2020 r. Zmniejszył się także udział pozostałych krajów importujących soję z 27% w 2001 r. do 17,5% w 2020 r.

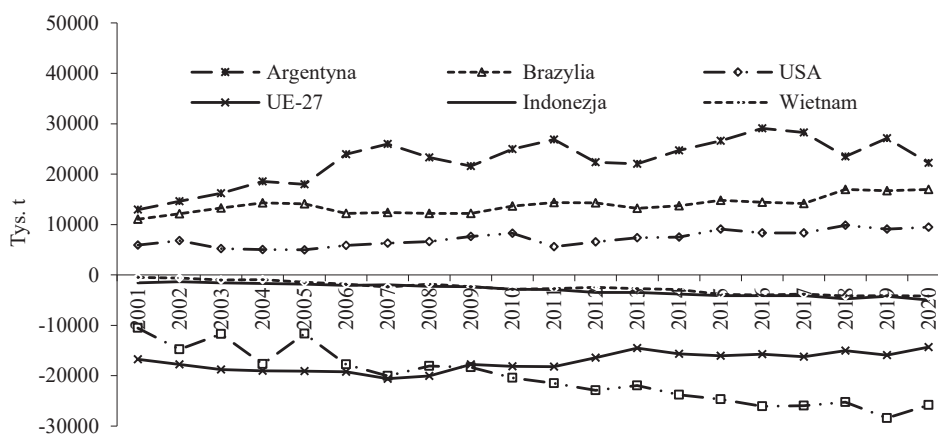
W handlu międzynarodowym oprócz nasion roślin oleistych ważne znaczenie mają także produkty z nich otrzymywane (np. oleje) oraz produkty uboczne np. makuchy, śruty poekstrakcyjne.

## Tendencje w handlu międzynarodowym śrutą sojową

Ważnym towarem w handlu międzynarodowym oprócz nasion soi jest śruta sojowa. Charakteryzuje się wysoką zawartością białka, które cechuje się dobrą strawnością. Zawiera także wiele ważnych witamin i substancji wspomagających ich przyswajanie. Jest też najpopularniejszym źródłem białka w paszach pełnoporcjowych dla drobiu, trzody i bydła.

Obroty międzynarodowe śrutą sojową charakteryzują się tendencją wzrostową. Eksport śruty w skali globalnej w latach 2001-2020 zwiększał się przeciętnie w roku o 1203 tys. t, tj. w tempie 2,1%. W eksporcie śruty dominują duzi producenci, tj. Argentyna, Brazylia i USA, a kraje UE-27, są jej dużymi importerami.

W latach 2001-2020 w największej skali w roku wzrastał eksport śruty z Argentyny (rys. 4). Eksport wzrastał rocznie o 571 tys. t, tj. w tempie 2,8%. Tempo wzrostu eksportu śruty z Argentyny było szybsze niż wzrostu eksportu ogółem. Spowodowało to wzrost udziału Argentyny w światowym eksporcie śruty z soi z 29,8% w 2001 r. do 33,6% w 2020 r. Import śruty sojowej przez Argentynę był znikomy. W wyniku takich tendencji poprawiało się dodatnie saldo handlowe śrutą rocznie o 570 tys. t.



Rys. 4. Saldo handlu zagranicznego śrutą sojową u największych jej eksporterów i importerów (tys. t) w latach 2001-2020

Fig. 4. Balance of foreign trade in soybean meal at major exporters and importers (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

Szybciej niż w skali światowej rósł eksport śruty z USA. Eksport wzrastał rocznie o 240 tys. t. Import z kolei wzrastał przeciętnie w roku o 21 tys. t. Takie tendencje powodowały poprawę dodatniego salda handlowego o 219 tys. t rocznie, a w badanych latach udział USA w światowym handlu wzrósł z 13,7% w 2001 r. do 15,1% w 2020 r. Z Brazylii eksport śruty wzrastał rocznie o 202 tys. t, a zmniejszał się import o 17 tys. t rocznie. Skutkiem takich zmian była poprawa salda handlu zagranicznego śrutą sojową o 219 tys. t rocznie, tj. w tempie 1%. Tendencje te spowodowały także nieznaczne zmniejszenie udziału Brazylii w światowym eksporcie śruty z 25,9% w 2001 r. do 25,5% w 2020 r. Nieznaczną tendencją wzrostową charakteryzował się eksport śruty z UE-27. Wzrastał on rocznie o 26 tys. t, tj. w



tempie 0,3%, a import cechował się tendencją spadkową o 200 tys. t rocznie, tj. w tempie 0,8%. Takie tendencje skutkowały zmniejszeniem UE-27 w światowym imporcie z 14% w 2001 r. do 11,8% w 2020 r. Eksport śruty z pozostałych krajów zwiększał się rocznie o 164 tys. t, tj. w tempie 2,4%. Znacznie szybciej wzrastał import w pozostałych krajach, rocznie o 1240 tys. t, tj. w tempie 5,1%. Udział pozostałych krajów w światowym eksporcie zmniejszył się z 16,6% w 2001 r. do 14% w 2020 r. Ogółem w eksporcie śruty sojowej dominują dwa kraje (Argentyna i Brazylia), z których w 2020 r. pochodziło 59,1% światowej podaży, znaczny udział mają także USA i UE-27, z których pochodziło w 2020 r. 26,9% podaży śruty na rynkach światowych. Podaż śruty sojowej na rynkach zagranicznych jest więc znacznie skoncentrowana. W 2020 r. 86% podaży śruty sojowej pochodziło z Brazylii, Argentyny, USA i UE-27.

Import śruty sojowej jest bardziej rozdrobniony. Największym importerem są kraje UE-27. W 2001 r. kraje te zakupiły 53,1% podaży światowej (ponad 22,8 mln t). W latach 2001-2020 w imporcie śruty sojowej do UE-27 występowała tendencja spadkowa wynosząca w roku -199,8 tys. t, tj. w tempie 0,8%, a jej eksport nieznacznie wzrastał o 25,7 tys. t, tj. w tempie 0,3%. W wyniku takich tendencji poprawiało się ujemne saldo handlu zagranicznego śrutą sojową UE-27 o 225,5 tys. t. Zmiany te skutkowały także zmniejszeniu udziału UE-27 w światowym imporcie do 33% w 2020 r. Większe ilości śruty sojowej (powyżej 4 mln t) importowały także Indonezja i Wietnam. Import śruty przez Indonezję wzrastał rocznie o 194,9 tys. t, tj. w tempie 6,7%, a eksport przez ten kraj był znikomy. To powodowało powiększanie ujemnego salda handlu zagranicznego w tempie 6,7% rocznie. Udział Indonezji w imporcie śruty wzrósł z 3,7% w 2002 r. do 7,4% w 2020 r. Podobnie wzrostowa tendencja występowała w imporcie śruty sojowej przez Wietnam. Import wzrastał rocznie o 208,5 tys. t, tj. w tempie 10,2%, a ujemne saldo handlowe powiększało się rocznie o 202,8 tys. t. Udział Wietnamu w imporcie śruty wzrósł z 1,2% w 2001 r. do 6,4% w 2020 r. Kraje UE-27, Indonezja i Wietnam należą do największych światowych importerów śruty. Ich udział w światowym imporcie wynosił w 2001 r. 58% i zmniejszył się do 46,8% w 2020 r.

## **Tendencje w produkcji i handlu międzynarodowym olejem sojowym**

Olej sojowy pozyskiwany jest z nasion soi. Ma zastosowanie jako produkt spożywczy jak i kosmetyczny. Jest źródłem wielu cennych witamin (A, K i E), kwasów tłuszczowych (Omega – 3, Omega – 6) oraz minerałów. Doskonały smak oleju sprawia, że wiele osób wykorzystuje go w różnych potrawach, np. do sałatek, surówek, dipów<sup>4</sup>. Olej sojowy wykorzystywany jest także w kosmetyce do produkcji kremów, mydeł, mleczek, a także olejków do masażu (Olej sojowy..., 2022).

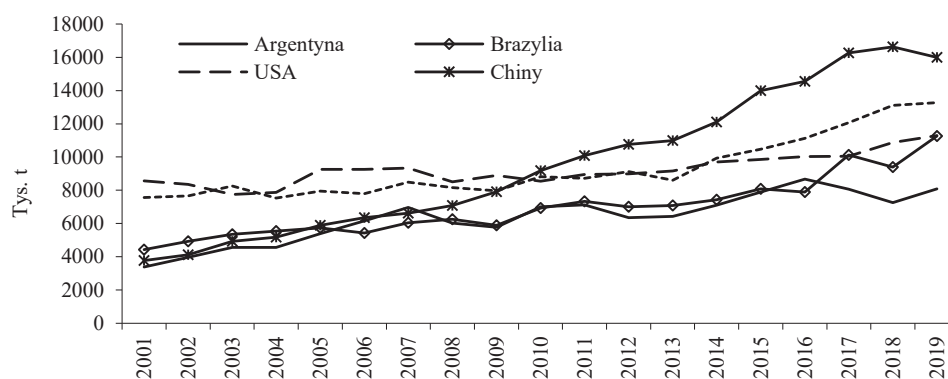
W rozważaniach o produkcji, a także handlu zagranicznym olejem sojowym wyodrębniono dużych jego producentów, eksporterów lub importerów. Za takich przyjęto kraje, które wytwarzają, eksportują lub importują co najmniej 3 mln t oleju rocznie.

W latach 2001-2020 produkcja oleju sojowego charakteryzowała się tendencją wzrostową. Produkcja zwiększała się przeciętnie w roku o 1724,3 tys. t, tj. w tempie 4,1%. Do dużych producentów (wytwarzających ponad 3 mln t rocznie) można zaliczyć: Argentynę, Brazylię, USA i Chiny, do dużych eksporterów - Argentynę, a do dużych importerów, Indie.

---

<sup>4</sup> Dip – dość gęsty sos do maczania drobnych przekąsek.

Produkcja oleju sojowego w Argentynie zwiększała się przeciętnie w roku o 235,5 tys. t, tj. w tempie 4%. Udział Argentyny w światowej produkcji zwiększył się z 12,2% w 2001 r. do 13,5% w 2020 r. Eksport wzrastał rocznie o 30,3 tys. t, tj. w tempie 0,7%. Import był znikomy. Dodatkowo saldo handlu zagranicznego cechowało się tendencją wzrostową, w tempie 0,7% rocznie. Na rynki zagraniczne na początku badanego okresu Argentyna kierowała 90% produkcji, a w ostatnich latach 60%. Produkcja oleju sojowego w Brazylii rosła rocznie 298,8 tys. t, tj. w tempie 4,2%, eksport charakteryzował się tendencją spadkową rocznie o 68,2 tys. t, podobnym kierunkiem cechował się import (-1,4 tys. t). W wyniku takich tendencji zmniejszało się dodatkowo saldo handlu zagranicznego olejem o 66,8 tys. t. Szybszy wzrost produkcji w Brazylii niż na świecie skutkowało zwiększeniem udziału w światowej produkcji z 16% w 2001 r. do 18,8% w 2020 r. Szybkie tempo wzrostu produkcji oleju sojowego występowało także w Chinach, przeciętnie w roku o 757,8 tys. t, tj. w tempie 8,4% (rys. 5).



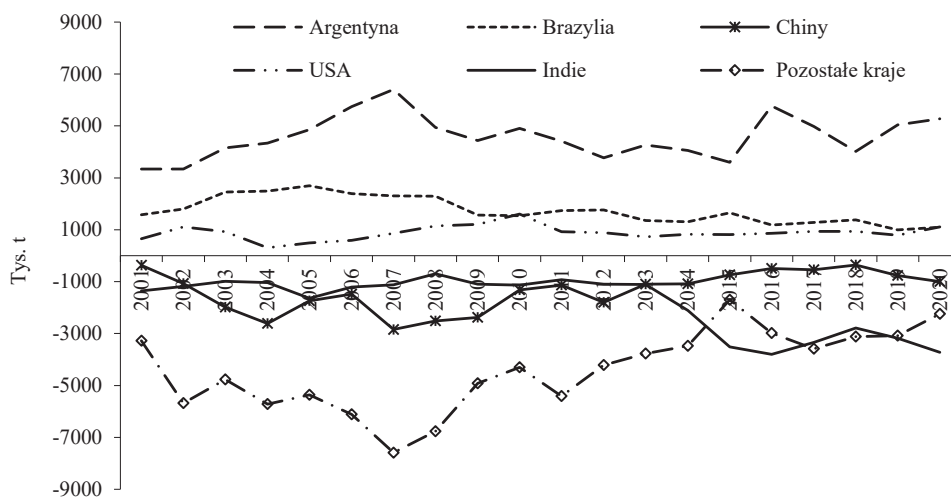
Rys. 5. Produkcja oleju sojowego u największych i pozostałych jego producentów (tys. t) w latach 2001-2020

Fig. 5. Soybean oil production at the largest and other producers (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

Taka tendencja powodowała zwiększeniem udziału Chin w światowej produkcji z 13,6% w 2001 r. do 26,7% w 2020 r. Na rynki zagraniczne kierowana była niewielka część produkcji (w ostatnich latach ok. 1%). Eksport był niewielki i wzrastał o 4,5 tys. t rocznie, a import charakteryzował się tendencją spadkową, przeciętnie w roku o 64,8 tys. t. W wyniku tego poprawiało się ujemne saldo handlu zagranicznego olejem o 69,3 tys. t (rys. 6). Takie tendencje oznaczają, że znaczenie importu w podaży krajowej oleju w Chinach zmniejszało się. Na początku badanego okresu udział importu w relacji do produkcji wynosił 27,3%, a w ostatnich latach 4,4%. Szybko rosnąca produkcja oleju sojowego w Chinach pozwoliła ograniczyć jego import i zwiększyć podaż na rynku krajowym. Produkcja oleju sojowego w USA rosła rocznie o 138,6 tys. t, tj. w tempie 1,5%. Było to tempo mniejsze niż w skali światowej, co skutkowało zmniejszeniem udziału USA w produkcji światowej z 30,9% w 2001 r. do 18,8% w 2020 r. Eksport zwiększał się rocznie o 17,5 tys. t, a import o 7,2 tys. t, co skutkowało poprawą salda handlu zagranicznego o 10,3 tys. t rocznie. Na rynki zagraniczne kierowane było średnio 10% produkcji. Import był niewielki i stanowił 0,3%

produkcji na początku badanego okresu i 1,1% w ostatnich latach. Udział dużych producentów (Argentyna, Brazylia, Chiny i USA) w światowej produkcji oleju sojowego wynosił w 2001 r. 72,7% i wzrósł do 77,8% w ostatnich latach.



Rys. 6. Saldo handlu zagranicznego olejem sojowym u największych producentów eksporterów i importerów (tys. t) w latach 2001-2020

Fig. 6. Foreign trade balance of soybean oil at major exporting producers and importers (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

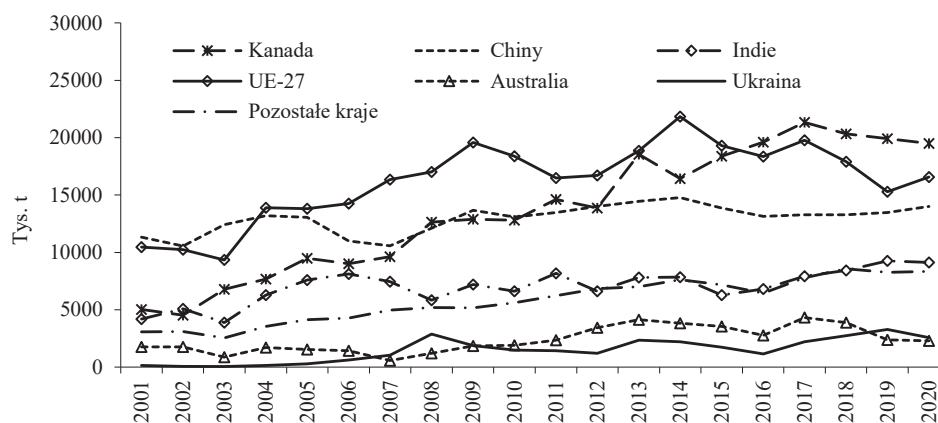
Dużym importerem oleju sojowego są Indie. W kraju tym produkcja oleju rosła rocznie o 21,2 tys. t, tj. w tempie 1,7%, eksport był niewielki i zmniejszał się o 0,1 tys. t, tj. w tempie -0,3%. Szybko wzrastał natomiast import, przeciętnie w roku o 141,9 tys.t, tj. w tempie 6,9%. Takie tendencje powodowały wzrost udziału Indii w światowym imporcie z 16,6% w 2001 r. do 29,6% w 2020 r. Takie zmiany w produkcji i handlu zagranicznym skutkowały tym, że Indie są największym importerem oleju sojowego na świecie.

## Tendencje w produkcji rzepaku

Rzepak jest rośliną jednoroczną, która występuje w formie jarej i ozimej. W Polsce dominuje uprawa rzepaku ozimego (ok. 95%). Przy uprawie rzepaku trzeba się liczyć z jego wrażliwością na warunki atmosferyczne i glebowe. Skutkuje to znacznymi wahaniami w wielkości produkcji. Nasiona rzepaku są źródłem pozyskiwania oleju, który służy do celów spożywczych i przemysłowych. Skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego czyni go jednym z olejów spożywczych o najzdrowszej kompozycji kwasów tłuszczowych. Zawiera bowiem kwasy omega-3, omega-6 a także niewiele nasyconych kwasów tłuszczowych. Służy także do produkcji margaryn, majonezu. Oprócz celów spożywczych olej rzepakowych wykorzystuje się także do produkcji pokostu i paliwa (biodiesel) (Zastosowanie..., 2022).

Poza olejem ważnym produktem uzyskiwanym z nasion rzepaku są śruty i makuchy<sup>5</sup>, które wykorzystuje się w produkcji zwierzęcej w przygotowaniu pasz jako źródło białka.

Produkcja rzepaku na świecie charakteryzowała się tendencją wzrostową. Przeciętnie w roku wzrost produkcji wynosił 2213,5 tys. t, tj. w tempie 4%. Wynikał on ze zwiększania arealu upraw i poprawy plonowania. Obszar zasiewów zwiększał się przeciętnie w roku o 743,7 tys. ha, tj. rósł o 2,5%, a plony poprawiały się o 27,1 kg/ha, tj. w tempie 1,5%. Takie tendencje powodowały, że w latach 2002-2020 wzrost produkcji rzepaku w 62,5% wynikał z rozszerzenia arealu upraw i w 37,5% z poprawy plonowania. Do dużych producentów rzepaku, zaliczono te kraje, które produkowały ponad 2 mln t rzepaku rocznie. Do nich należą: Kanada, UE-27, Chiny, Indie, Ukraina, Australia. Tendencje w produkcji dla tych krajów przedstawiono na rys. 7.



Rys. 7. Produkcja rzepaku na świecie przez największych i pozostałych producentów (tys. t) w latach 2001-2020

Fig. 7. World rapeseed production by major and other producers (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

U największego producenta rzepaku jakim jest Kanada produkcja rosła rocznie o 898,6 tys. t, tj. w tempie 7,6%. Dynamika produkcji spowodowana była wzrostem obszaru zasiewów rocznie o 288,3 tys. ha, tj. w tempie 4,6% i poprawą plonowania o 55 kg/ha, tj. w tempie 3%. Takie tempo zmian spowodowały, że wzrost produkcji wynikał w 60,5% z powiększenia obszaru zasiewów i w 39,5% z poprawy plonowania. Wzrost zbiorów rzepaku spowodował także zwiększenie udziału Kanady w światowej produkcji, z 13,9% w 2001 r. do 26,9% w 2020 r. W UE-27 produkcja rzepaku rosła rocznie o 405,7 tys. t, tj. w tempie 2,8%. Było to tempo niższe niż średnia światowa, co skutkowało zmniejszeniem udziału UE-27 w światowej produkcji, z 29,1% w 2001 r. do 22,9% w 2020 r. Powierzchnia zasiewów zwiększała się rocznie o 112,2 tys. ha, a poprawa plonowania wynosiła 14,4 kg/ha. Takie zmiany oznaczały, że w UE-27 wzrost produkcji rzepaku wynikał w 82,1% z rozszerzenia

<sup>5</sup> Gdy olej jest pozyskiwany poprzez ekstrakcję rozpuszczalnikiem, pozostałość po ekstrakcji oleju nazywa się śrutą poekstrakcyjną, gdy olej pozyskiwany jest poprzez tłoczenie otrzymujemy makuchy. Śruty i makuchy są ważnym źródłem białka wykorzystywanym w żywieniu zwierząt.

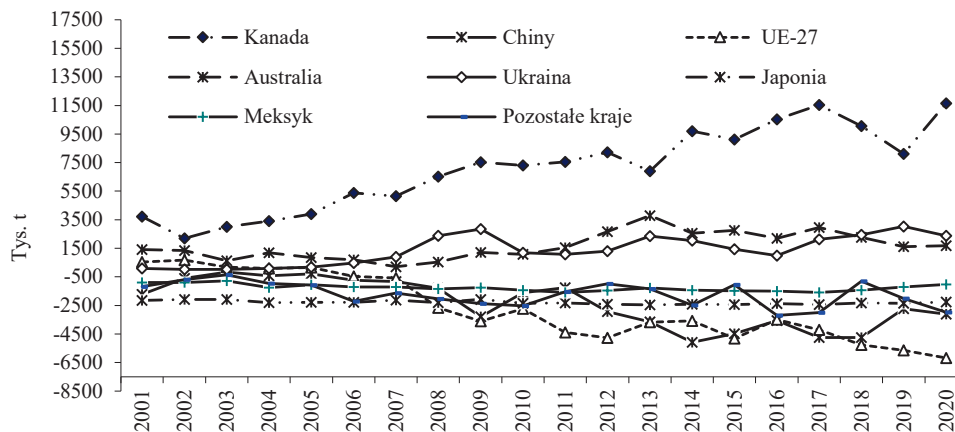
arealu zasiewów i w 17,9% z poprawy plonowania. Należy jednak zaznaczyć, że plony w UE-27 są wyższe niż w innych krajach o ponad 40% (w latach 2016-2020 było to 46,5%). W Chinach produkcja rosła rocznie o 138,3 tys. t, tj. w tempie 1,1%. Było to tempo niższe niż na świecie, co spowodowało spadek udziału Chin w światowej produkcji z 31,5% w 2001 r. do 19,3% w 2020 r. Wzrost produkcji uzyskano przy nieznacznym zmniejszeniu obszaru zasiewów (8,6 tys. ha rocznie) i poprawie plonowania, które wynosiło 22,2 kg/ha. Poprawa plonowania zapewniła wzrost produkcji i zastąpiła nieznaczny spadek obszaru zasiewów, który wyniósł w latach 2001-2020 prawie 295 tys. ha. Znaczne ilości rzepaku produkują także Indie. W badanych latach produkcja rzepaku w Indiach rosła rocznie o 181,3 tys. t, tj. w tempie 2,8%. Wzrost ten wynikał ze zwiększania zasiewów rocznie o 59,8 tys. ha i poprawy plonowania o 20 kg/ha. Takie zmiany oznaczają, że w Indiach wzrost zbiorów rzepaku w 39,3% wynikał z powiększania zasiewów i w 60,7% z poprawy plonowania. Nieznacznie także wzrósł udział Indii w światowej produkcji z 11,6% w 2001 r. do 12,6% w 2020 r. Te kraje: Kanada, UE-27, Chiny, Indie mają dominujący udział w światowej produkcji. W 2001 r. udział tych krajów w światowej produkcji rzepaku wynosił 86,1%, a w 2020 r. 81,7%.

Znaczne ilości rzepaku (powyżej 2 mln t) produkują także Australia i Ukraina. W Australii produkcja rzepaku rosła rocznie o 131,8 tys. t, tj. w tempie 6%. Obszar zasiewów rzepaku zwiększał się rocznie o 91 tys. ha, plony wzrastały o 11,1 kg/ha. Z takich tendencji można oszacować, że dominującym czynnikiem powiększania produkcji był wzrost powierzchni zasiewów (w 81,7%), a także poprawa plonowania (w 18,3%). Udział Australii w światowej produkcji rzepaku zmniejszył się z 4,9% w 2001 r. do 3,2% w 2020 r. Z kolei na Ukrainie wzrost zbiorów rzepaku zwiększał się rocznie o 143,6 tys. t, tj. w tempie 18,9%. Wynikał on z powiększania obszaru zasiewów o 49,4 tys. ha i poprawy plonowania o 90 kg/ha. Takie zmiany oznaczały, że powiększanie zbiorów rzepaku wynikało w 70,8% z rozszerzania upraw i w 29,2% z poprawy plonowania. Zwiększył się także udział Ukrainy w światowej produkcji rzepaku z 0,4% w 2001 r. do 3,5% w 2020 r. Także powiększała się skala upraw rzepaku w pozostałych krajach. Przeciętnie w roku zasiewy rosły o 151,6 tys. ha, tj. w tempie 4,8%, a plonowanie poprawiało się o 17,8 kg/ha, tj. w tempie 1,1%. W wyniku takich tendencji rosła produkcja rzepaku o 314,2 tys. t, tj. w tempie 5,9%. Udział tych krajów w światowej produkcji zwiększył się z 8,6% w 2001 r. do 11,6% w 2020 r.

Koncentracja produkcji rzepaku w nielicznej grupie krajów przy rozproszonym popycie na jego produkty sprzyja rozwojowi handlu międzynarodowego.

## **Tendencje w handlu międzynarodowym rzepakiem**

Eksport rzepaku na świecie charakteryzował się tendencją wzrostową. Wzrastał przeciętnie w roku o 1007,1 tys. t, tj. w tempie 6,9%. Wzrost eksportu był szybszy niż produkcji, co skutkowało rosnącym znaczeniem rynków zagranicznych w zagospodarowaniu produkcji. W 2001 r. na rynki zagraniczne kierowano 22,2% produkcji, a w 2020 r. było to 31,5%. Skala i tempo wzrostu eksportu nasionami rzepaku były zróżnicowane. W największej skali i tempie wzrastał eksport z Kanady. Rósł on rocznie o 448,9 tys. t, tj. w tempie 7,1%. Import zmniejszał się rocznie o 5,9 tys. t i nie miał znaczenia w kształtowaniu podaży krajowej (4,7% produkcji w 2001 r. i 0,7% w 2020 r.). W wyniku takich tendencji poprawiało się dodatnie saldo handlu zagranicznego nasionami rzepaku o 454,8 tys. t, tj. w tempie 7,4% (rys. 8). Kanada należy do największych światowych eksporterów rzepaku. Jej udział w światowym eksporcie wynosił w 2001 r. 43,3 i 47% w 2020 r.



Rys. 8. Saldo handlowe rzepakiem u największych producentów eksporterów i importerów (tys. t) w latach 2001-2020

Fig. 8. Trade balance of rapeseed at major exporting producers and importers (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

Znaczna część produkcji rzepaku Kanady jest zagospodarowywana na rynkach światowych. W 2001 r. było to 79% produkcji, a w 2020 r. udział ten wyniósł 60,5%. Do dużych eksporterów i importerów należy UE-27. Eksport nasion rzepaku z UE-27 charakteryzował się tendencją wzrostową, przeciętnie w roku o 287,2 tys. t, t. w tempie 5,7%. Na eksport w 2001 r. przeznaczono 31,8% produkcji, a w 2020 r. wskaźnik ten wyniósł 48,4%. Szybciej od eksporty wzrastał import. Zwiększał się on rocznie o 649,8 tys. t, tj. w tempie 9,9%. W wyniku takich tendencji pogarszało się ujemne saldo handlu zagranicznego rocznie o 362,6 tys. t. UE-27 należy do największych importerów. Udział UE-27 w światowym imporcie wynosił w 2020 r. 56,9%. Import rzepaku przez UE-27 pełni ważną rolę w kształtowaniu podaży. Relacja importu do produkcji wynosiła w 2001 r. 27,3%, a w 2020 r. już 85,7%. Import rzepaku przez Chiny zwiększał się rocznie o 223,5 tys. t, tj. w tempie 13,4%. Eksport był znikomy (0,035 tys. t). W wyniku takich zmian pogarszało się ujemne saldo handlu zagranicznego rocznie o 223,5 tys. t. Udział Chin w światowym imporcie w 2020 r. wyniósł 12,5%. Dużymi eksporterami rzepaku są także Australia i Ukraina. Eksport rzepaku z Australii wzrastał rocznie o 95,6 tys. t, tj. w tempie 6,7% i jego znaczenie w zagospodarowaniu produkcji było dominujące. W 2001 r. na eksport skierowano 80,7% produkcji, a w 2020 r. było to 72,7%. Import był znikomy i zmniejszał się rocznie o 0,3 tys. t. Skutkowało to poprawą salda handlowego Australii rocznie o 96 tys. t. Eksport z Ukrainy wzrastał rocznie o 134,1 tys. t, tj. w tempie 21,3%, import był niewielki i wzrastał rocznie o 0,4 tys. t. Ukraina w 2001 r. eksportowała 61,6% produkcji, a w 2020 r. już 92,8%. Jej udział w światowym eksporcie wzrósł z 0,9% w 2001 r. do 9,5% w 2020 r. Dużymi importerami rzepaku są Japonia i Meksyk. W Japonii import wzrastał rocznie o 13,6 tys. t, a w Meksyku o 23,9 tys. t. W Japonii i Meksyku produkcja krajowa jest znikoma. Podaż rzepaku w tych krajach pochodzi głównie z importu. Eksport z pozostałych krajów wzrastał rocznie o 42,5 tys. t, tj. w tempie 6%, a import wzrastał o 117,8 tys. t, tj. w tempie 5,2%, co skutkowało powiększeniem ujemnego bilansu handlowego o 75,3 tys. t rocznie.



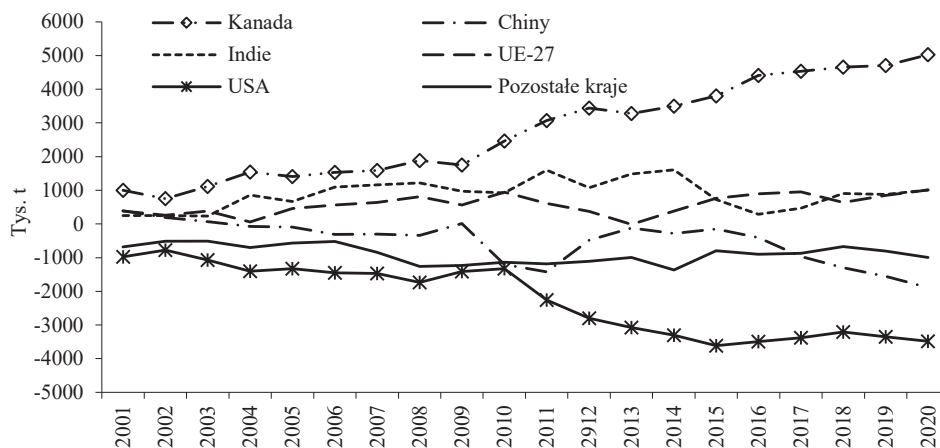
W eksporcie rzepaku dominują Kanada z 47% udziału w 2020 r. i UE-27 z udziałem 32%. Uwzględniając dodatkowo Ukrainę i Australię to z tych 4-ch obszarów pochodziło 95,2% światowego eksportu rzepaku w 2020 r. Największy udział w światowym imporcie miały kraje UE-27, które zagospodarowały w 2020 r. 56,9% importu rzepaku, Chiny zagospodarowały 12,5%, Japonia 9%, Meksyk 4,1% i 17,5% pozostałe kraje.

### **Tendencje w handlu międzynarodowym śrutą rzepakową**

Ważnym produktem uzyskiwanym po wytłoczeniu oleju z nasion jest śruta rzepakowa. Zawiera ona dużo białka (36-38%), cennego składnika w produkcji pasz dla zwierząt. Śruta rzepakowa także wiele cennych dla zwierząt aminokwasów, w tym: metioninę, lizynę, tyrozinę i argininę) (Pasze rzepakowe, 2022). Na rynkach międzynarodowych i światowych eksport śrutę rzepakowej charakteryzował się tendencją wzrostową. Eksport rocznie wzrastał o 491,8 tys. t, tj. w tempie 6,5%. Tempo wzrostu eksportu śrutę było szybsze niż produkcji nasion. Do dużych eksporterów śrutę (powyżej 4 mln t) należą kraje UE-27 i Kanada, a importerów kraje UE-27. Znaczne ilości śrutę importują także USA i Chiny. Najszybciej i w największej skali wzrastał eksport śrutę rzepakowej z Kanady, przeciętnie w roku o 237,6 tys. t. Udział Kanady w światowym eksporcie śrutę zwiększył się z 24,3% w 2001 r. do 38,1% w 2020 r. Import był znikomy i wzrastał o 0,6 tys. t. Skutkiem takich tendencji była poprawa salda handlu zagranicznego śrutę przez Kanadę o 237 tys. t, tj. w tempie 9,7% (rys. 9). Eksport z krajów UE-27 wzrastał rocznie o 180,6 tys. t, tj. w tempie 5%. UE-27 importuje także znaczne ilości śrutę. W latach 2001-2020 import wzrastał rocznie o 152,8 tys. t. W wyniku tego poprawiało się dodatnie saldo handlowe śrutę o 27,8 tys. t. Wolniejsze tempo wzrostu eksportu śrutę z UE-27 niż średnia światowa, skutkowało zmniejszeniem udziału UE-27 w światowym eksporcie, z 53,3% w 2001 r. do 43,8% w 2020 r. Także zmniejszył się udział UE-27 w światowym imporcie z 48,5% w 2001 r. do 38,1% w 2020 r.

Znaczny eksport śrutę pochodził także z Indii. Wzrastał on rocznie o 20,8 tys. t. Import był znikomy, co powodowało poprawę dodatniego salda handlowego o 20,8 tys. t. Zwiększył się także nieznacznie udział Indii w światowym eksporcie z 6,2% w 2001 r. do 7,7% w 2020 r. Także rósł eksport śrutę z pozostałych krajów, rocznie o 66,1 tys. t, ale wzrastał też import o 84 tys. t, co skutkowało powiększaniem się ujemnego salda handlowego tych krajów o 17,9 tys. t. Udział pozostałych krajów w światowym imporcie zwiększył się z 4,3% w 2001 r. do 10,3% w 2020 r.

Oprócz krajów UE-27 większe ilości śrutę rzepakowej importują USA i Chiny. Import śrutę rzepakowej przez USA wzrastał rocznie o 163,6 tys. t, eksport był znikomy i wzrastał rocznie o 0,3 tys. t. W wyniku tych tendencji pogarszało się ujemne saldo handlu zagranicznego o 163,3 tys. t, tj. w tempie 8%. Takie zmiany skutkowały wzrostem udziału USA w światowym imporcie śrutę z 26,4% w 2001 r. do 27,9% w 2020 r.



Rys. 9. Saldo handlowe śrutą rzepakową u największych jej eksporterów i importerów (tys. t) w latach 2001-2020

Fig. 9. Trade balance for rapeseed meal at the largest exporters and importers (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

Import śruty przez Chiny charakteryzował się tendencją wzrostową rocznie o 67,1 tys. t. Eksport śruty z Chin cechował się tendencją spadkową, rocznie o 13,7 tys. t. W wyniku takich tendencji pogarszało się ujemne saldo handlowe śrutą rzepakową Chin o 80,8 tys. t. Udział Chin w światowym imporcie śruty wzrósł z 2,3% w 2001 r. do 15,2% w 2020 r. Import do pozostałych krajów wzrastał rocznie o 84 tys. t, co przy mniejszej skali wzrostu eksportu powodowało powiększanie ujemnego salda handlowego o 17,9 tys. t.

W eksporcie śruty rzepakowej dominują UE-27 i Kanada. W 2020 r. udział UE-27 w eksporcie śruty wynosił 43,8% (w 2001 r. było to 53,3%) i Kanada z 38,1% udziałem (w 2001 r. wynosił on 24,3%). Z kolei w imporcie największy jest udział UE-27 wynoszący w 2020 r. 38% (w 2001 był on w wysokości 48,5%) oraz USA z udziałem 27,9% (w 2001 r. wynosił on 26,4%). Znaczący udział w imporcie mają także Chiny z udziałem 15,2% w 2020 r. (w 2001 r. było to 2,3%).

Z oceny liczby krajów i skali eksportu i importu mięsa drobiowego wynika, że eksport mięsa drobiowego jest bardziej skoncentrowany niż jego import. W 2001 r. udział 3-ch największych eksporterów w światowym handlu mięsem drobiowym wynosił 60,4%, a w 2019 r. 52%, a wskaźniki te dla 3-ch największych importerów wynosiły odpowiednio: 33,6% i 18,6%. Z kolei udział 5-ciu największych eksporterów w światowym eksporcie w 2001 r. wynosił 74,1%, a w 2019 r. 61,1%. Dla pięciu największych importerów wskaźniki te wynosiły odpowiednio: 43,3% i 27,1%.

## Tendencje w produkcji oleju rzepakowego

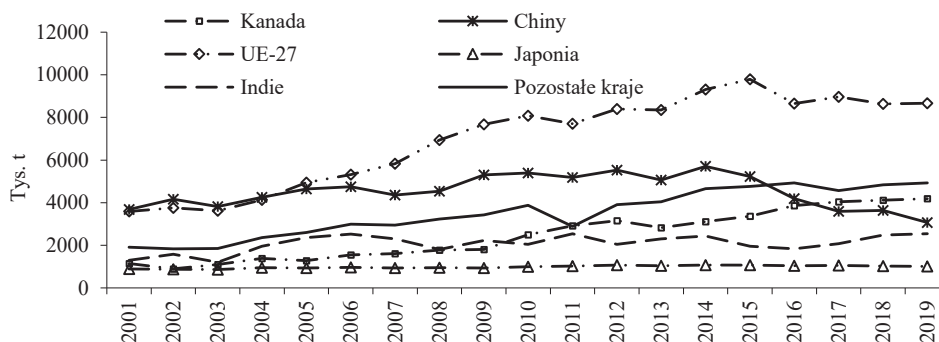
Nasiona rzepaku zawierają znaczne ilości oleju (43-49%). Pozyskany z nasion olej zawiera wiele cennych składników. Ze względu na swoje właściwości i działania znajduje szerokie zastosowania w kuchni, kosmetyce, medycynie, a także w przemyśle. Wynika to ze



składu oleju, zwłaszcza zawartości poszczególnych kwasów tłuszczowych. Zawiera bardzo mało niekorzystnych kwasów nasyconych (ok. 7%), a dużo kwasów jednonienasyconych (ok. 60%), kwasów omega-6 i omega-3. Ich zawartość i proporcje wpływają pozytywnie na pracę serca. Zawiera także witaminy A, D, E i K, (Oliwka24..., 2022). Z punktu widzenia żywieniowego olej wykorzystywany jest także w przemyśle spożywczym do produkcji margaryn, majonezu i oleju spożywczego. W przemyśle farmaceutycznym i kosmetycznym służy do produkcji środków piorących, mydeł, lakierów. W przemyśle technicznym wykorzystywany jest do produkcji pokostów, farb, a także jako paliwo -biodiesel (Zastosowanie rzepak, 2022).

Produkcja oleju rzepakowego na świecie charakteryzuje się tendencją wzrostową. W latach 2001-2020 przeciętny wzrost produkcji wynosił 784,7 tys. t rocznie, tj. w tempie 4,1%. Do dużych jego producentów zaliczono tych, którzy w ostatnich latach wytwarzali co najmniej 1 mln t rocznie. Do tej grupy należą następujące kraje: UE-27<sup>6</sup>, Kanada, Chiny, Indie, Japonia.

Tendencje w produkcji oleju rzepakowego były różnokierunkowe. U największego producenta oleju rzepakowego na świecie, w UE-27 wzrost produkcji wynosił rocznie 350,7 tys. t, tj. 5,7%. W wyniku takiej tendencji udział UE-27 w światowej produkcji wzrósł z 28,7% w 2001 r. do 35,5% w 2019 r.<sup>7</sup> Najszybciej rosła produkcja oleju w Kanadzie, przeciętnie w roku o 197,9 tys. t, tj. w tempie 8,8%. W wyniku takiego tempa zmian zwiększył się udział Kanady w światowej produkcji z 9,1% w 2001 r. do 17,2% w 2019 r. Do dużych producentów oleju rzepakowego należą także Chiny. W produkcji możemy wydzielić dwa okresy: pierwszy o wzrostowej tendencji w latach 2001-2014, drugi o spadkowej tendencji od 2015 r. (rys. 10).



Rys. 10. Produkcja oleju rzepakowego przez największych i pozostałych jego producentów (tys. t) w latach 2001-2019

Fig. 10. Production of rapeseed oil by the largest and other producers (thousands of t), 2001-2019

Źródło: jak rys. 1.

W latach 2001-2014 produkcja wzrastała rocznie o 140 tys. t, tj. w tempie 3%, a w latach 2015-2019 nastąpiło załamanie tendencji ze wzrostowej na spadkową. W latach 2015-2019

<sup>6</sup> Kolejność krajów wg. wielkości produkcji.

<sup>7</sup> Brak danych o produkcji w 2020 r.

produkcja oleju rzepakowego w Chinach obniżała się rocznie o 485,6 tys. t, tj. w tempie-12%. Ogółem w latach 2001-2019 produkcja oleju w Chinach nieznacznie się zmniejszała o 1,6 tys. t. Takie tendencje spowodowały zmniejszenie udziału Chin w światowej produkcji z 29,4% w 2001 r. do 12,6% w 2019 r. Dużymi producentami oleju rzepakowego są także Indie i Japonia. W Indiach produkcja wzrastała rocznie o 39 tys. t, tj. w tempie 2,2%. Udział Indii w światowej produkcji nie zmienił się i wynosił 10,4%. Z kolei w Japonii wzrostowa tendencja w produkcji oleju wynosiła 10,6 tys. t, tj. w tempie 1,1%, a udział tego kraju w światowej produkcji zmniejszył się z 7,1% w 2001 r. do 4,1% w 2019 r. W pozostałych krajach produkcja oleju rosła rocznie o 188,1 tys. t, tj. w tempie 5,8%. W wyniku szybkiej tendencji wzrostowej w pozostałych krajach ich udział w światowej produkcji zwiększył się z 15,3% w 2001 r. do 20,2% w 2019 r.

Ponad połowę (52,7%) światowej produkcji oleju rzepakowego w ostatnich latach jest wytwarzane przez UE-27 i Kanadę. Z kolei Chiny, Indie i Japonia wytwarzały 27,1% światowej produkcji, a pozostałe kraje 20,2%.

## Tendencje w handlu międzynarodowym olejem rzepakowym

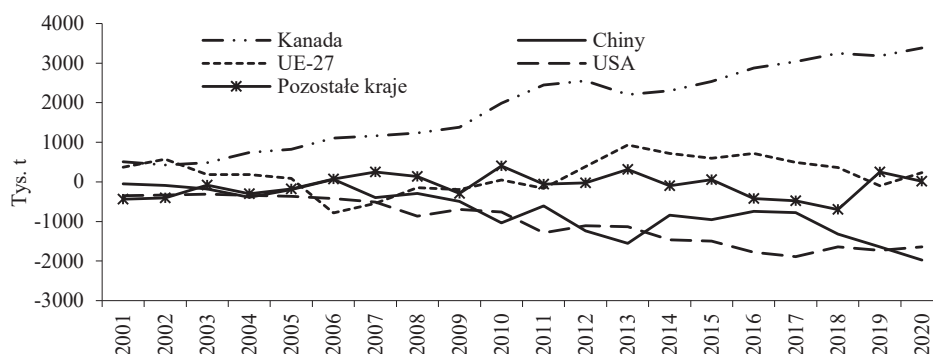
Nierównomierne rozmieszczenie produkcji rzepaku i jego przetwórstwa sprzyja rozwojowi wymiany handlowej. Skala i tempo zmian w handlu międzynarodowym olejem rzepakowym jest zróżnicowane w poszczególnych krajach. Do celów poznawczych wydzielono dwie grupy krajów: dużych eksporterów lub importerów oraz pozostałych. Za dużych uczestników handlu światowego olejem rzepakowym przyjęto te kraje, które eksportują lub importują rocznie ponad 1 mln t oleju. Były to: eksporterzy – UE-27 i Kanada, importerzy: UE-27, Chiny i USA.

Poprzez handel międzynarodowy olejem rzepakowym zagospodarowana jest coraz większa część produkcji. Na początku badanego okresu (2001-2003) na rynku międzynarodowym było kierowane 19,9% produkcji, a w ostatnich latach wskaźnik ten wzrósł do 30,4%.

Ekspert oleju przez UE-27 charakteryzował się tendencją rosnącą, a roczny wzrost wynosił 99,3 tys. t, tj. rozwijał się w tempie 4,3%. Wzrost eksportu był wolniejszy od zwiększania produkcji, co skutkowało zmniejszaniem roli rynków zagranicznych w zagospodarowaniu produkcji. W 2001 r. UE-27 eksportowała 48% produkcji oleju, a w końcu badanego okresu było to 30,8% produkcji. Skutkowało to także zmniejszeniem roli UE-27 w światowym eksporcie oleju rzepakowego. W 2001 r. udział UE-27 w światowym eksporcie oleju rzepakowego wynosił 67,1% i zmniejszył się do 36,9% w 2020 r. Import przez UE zwiększał się rocznie o 78,4 tys. t, tj. w tempie 4%. Było to tempo niższe niż średnie tempo importu w skali światowej, co skutkowało zmniejszeniem udziału UE-27 w światowym imporcie z 53,6% w 2001 r. do 34,2% w 2020 r. Większa skala wzrostu eksportu niż importu oleju powodowała poprawę salda handlowego UE-27 o 20,9 tys. t rocznie.

Szybko zwiększał się eksport oleju rzepakowego z Kanady, rocznie o 167,9 tys. t, tj. w tempie 10,7%. Coraz ważniejsze znaczenie w zagospodarowaniu produkowanego oleju dla Kanady miały rynki zagraniczne. W 2001 r. eksportowano 48,5% produkcji, a w 2019 r. było to 76,4%. Szybka tendencja wzrostowa eksportu oleju rzepakowego przez Kanadę zwiększyła jej udział w światowym eksporcie z 21,5% w 2001 r. do 40,2% w 2020 r. Import oleju przez Kanadę cechował się tendencją spadkową rocznie o 1,3 tys. t i praktycznie nie miał znaczenia w kształtowaniu podaży w tym kraju. Wynosił on 4% produkcji w 2001 r. i 0,4% w 2019 r.

Takie tendencje skutkowały poprawą dodatniego salda handlowego Kanady olejem rzepakowym rocznie o 169,2 tys. t, tj. w tempie 11,1% (rys. 11). Z pozostałych krajów eksport wzrastał rocznie o 75,4 tys. t, tj. w tempie 8,7%. Skutkowało to wzrostem ich udziału w światowym eksporcie z 11,4% w 2001 r. do 22,9% w 2020 r. Z krajów tych przeznaczana było na eksport niewielka część produkcji oleju, w 2001 r. było to 3,8%, a w 2019 r. już 17%. Do tej grupy krajów należą także duzi producenci oleju rzepakowego (Chiny, Indie, Japonia), których udział w światowej produkcji oleju w 2019 r. wynosił 27,2%, i które potrzeby wewnętrzne uzupełniają także importem oleju.



Rys. 11. Saldo handlowe olejem rzepakowym u największych jego eksporterów i importerów (tys. t) w latach 2001-2020

Fig. 11. Trade balance of rapeseed oil at major exporters and importers (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

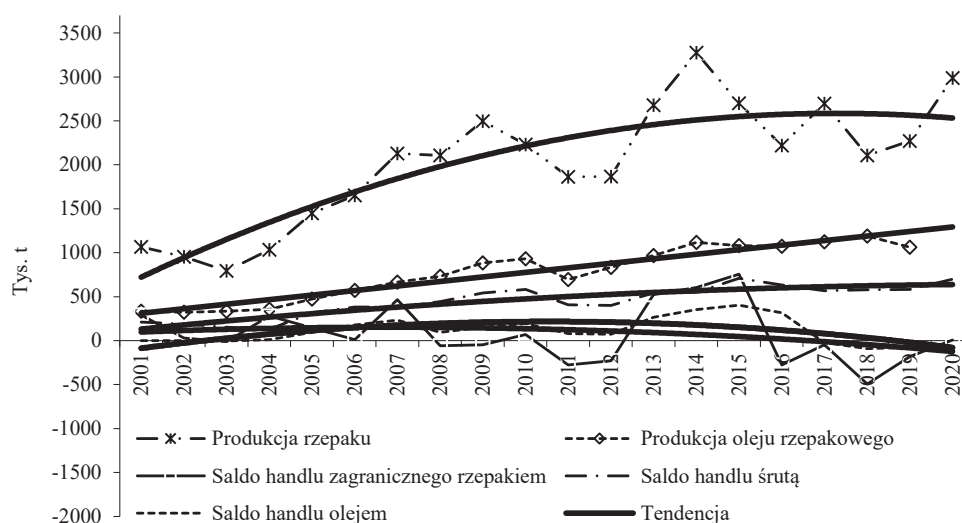
Oprócz UE-27 dużymi importerami oleju rzepakowego są Chiny i USA. Import oleju rzepakowego przez Chiny w latach 2001-2020 charakteryzował się szybką tendencją wzrostową. Zwiększał się w roku o 81,6 tys. t, tj. w tempie 13,9%, powodując pogłębienie się ujemnego salda handlu zagranicznego olejem o 83,8 tys. t, i zwiększając udział Chin w światowym imporcie z 4,4% w 2001 r. do 23,4% w 2020 r. Rosła też rola importu w kształtowaniu podaży krajowej. W 2001 r. jego relacja do produkcji wynosiła 3%, a w 2019 r. stanowiło to 37,7% produkcji. Eksport oleju z Chin był niewielki i cechował się tendencją spadkową (-2,2 tys. t). W 2001 r. stanowił on 1,7% produkcji a w 2019 r. wynosiło to 0,5%. W USA produkcja oleju rzepakowego cechowała się tendencją wzrostową rocznie o 34,1 tys. t, tj. w tempie 6,8%, eksport zmniejszał się rocznie o 1,2 tys. t. Eksport nie był wysoki i wynosił 36,3% produkcji w 2001 r. i wskaźnik ten zmniejszył się do 12,4% w 2019 r. Dużo większe znaczenie w kształtowaniu podaży krajowej miał import oleju rzepakowego przez USA, który rósł rocznie o 91,7 tys. t, tj. w tempie 9,2%. W 2001 r. import był większy od produkcji 3,6-krotnie, a w 2019 r. 2,2-krotnie. Wzrósł także udział USA w światowym imporcie oleju z 18,1% w 2001 r. do 20,9% w 2020 r. Takie zmiany w produkcji i handlu zagranicznym powodowały powiększanie ujemnego salda handlowego olejem rzepakowym USA o 92,6 tys. t rocznie. Import oleju przez pozostałe kraje zwiększał się rocznie o 74,3 tys. t, tj. w tempie 7,5% rocznie. W podobnej skali wzrastał eksport, co skutkowało względnie zrównoważonym bilansem handlu zagranicznego olejem rzepakowym. Także udział

pozostałych krajów w imporcie światowym niewiele się zmienił, z 23,9% w 2001 r. do 21,5% w 2020 r.

## Tendencje w produkcji i handlu zagranicznym roślinami oleistymi i ich produktami w Polsce w latach 2001-2020 (rzepak, soja)

### Tendencje w produkcji i handlu zagranicznym rzepakiem i jego produktami (olej, śruta)

W Polsce główną rośliną oleistą jest rzepak ozimy. W latach 2001-2020 produkcja rzepaku charakteryzowała się tendencją wzrostową, przeciętnie w roku o 95,3 tys. t, tj. w tempie 5,5%. Wzrost produkcji powodowany był zwiększaniem obszaru upraw i poprawą plonowania. Areal upraw rzepaku w badanych latach zwiększał się rocznie o 27,2 tys. ha, tj. w tempie 4%, a poprawa plonowania wynosiła 37,2 kg/ha, tj. w tempie 1,5%. Takie tendencje oznaczały, że wzrost produkcji rzepaku wynikał w 72,7% z czynników ekstensywnych (wzrostu powierzchni zasiewów) i 27,3% z poprawy plonowania (czynnik intensywny). Cechą charakterystyczną uprawy rzepaku ozimego w Polsce jest zmienność wielkości jego zbiorów. Wynika to między innymi ze znacznej wrażliwości rzepaku ozimego na spadki temperatury w okresie jego wegetacji. Spadki temperatury mogą powodować wymarznienia upraw skutkujące stratami w zasiewach i zbiorach (rys. 12).



Rys. 12. Tendencje w produkcji rzepaku i saldzie handlu zagranicznego nasionami, olejem i śrutą rzepakową w Polsce (tys. t) w latach 2001-2020

Fig. 12. Trends in rapeseed production and foreign trade balance in seeds, oil and rapeseed meal in Poland (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1 i GUS, 2021.

Możliwości dalszego rozszerzania powierzchni upraw rzepaku w Polsce są ograniczone, co wynika z jakości gleb, struktury obszarowej gospodarstw, jak i dopuszczalnego udziału rzepaku w strukturze zasiewów (Kuś, Faber, Madej, 2006). Rzepak należy do roślin o średnich wymaganiach płodozmiennych. Uwzględniając jakość gleb, strukturę obszarową gospodarstw Kus, Faber, Madej (2006), Kus, Faber (2007) oceniają potencjalny areal upraw rzepaku w Polsce na 1-1,1 mln ha<sup>8</sup>. Dalsze możliwości zwiększenia produkcji rzepaku w Polsce poprzez wzrost zasiewów są ograniczone. Głównym czynnikiem zwiększającym produkcję będzie poprawa plonowania. W badanych latach znacznie wzrosły obroty handlowe nasionami rzepaku. Zarówno eksport jak i import charakteryzowały się tendencją wzrostową. Eksport wzrastał rocznie o 18,2 tys. t, tj. w tempie 9,6%. Na początku badanego okresu na eksport kierowano 10,7% produkcji, a w ostatnich latach było to 12,9%. Import wzrastał rocznie o 29,8 tys. t, tj. w tempie 12,9%. W początkowym okresie badań import nie miał dużego znaczenia w kształtowaniu podaży w kraju, stanowił 1% produkcji, ale w końcowych latach było to 23,3%. W wyniku takich tendencji pogarszało się saldo handlu zagranicznego rzepakiem o 11,6 tys. t rocznie, (do 2015 r. dodatnie, a od 2016 r. ujemne), w tempie -4,7%.

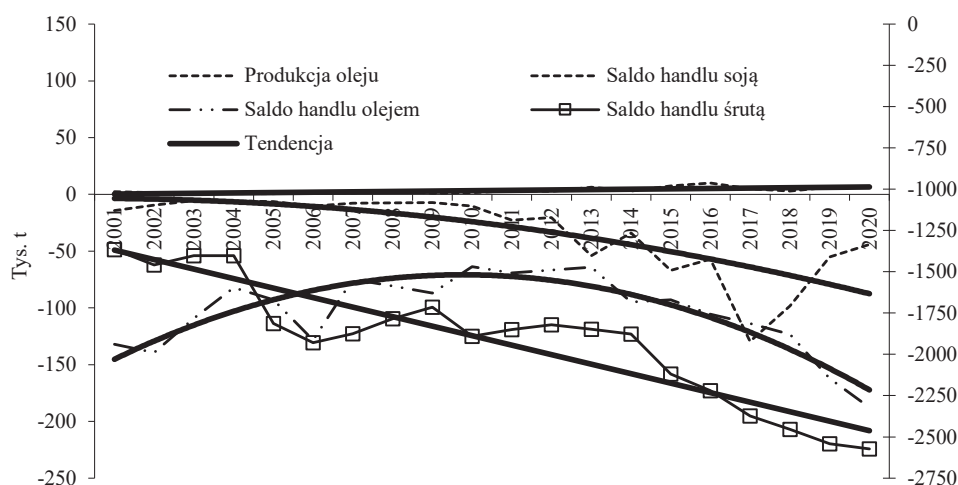
Znaczne wahania w zbiorach nasion skutkują także zmiennością eksportu i importu oraz salda handlu zagranicznego (rys. 12). W latach o niższych zbiorach niedobory nasion są importowane, a w latach o wysokich zbiorach nadwyżki są eksportowane. Skutkuje to względnie ustabilizowaną tendencją w przetwórstwie nasion, które charakteryzowało się tendencją wzrostową, przeciętnie w roku o 106,9 tys. t, tj. w tempie 6,6%. Skala wzrostu przetwórstwa nasion była wyższa niż produkcji, co wynikało z rosnącego importu. Ważnymi produktami użytkowymi przetwórstwa nasion są olej i śruta. Produkcja oleju rzepakowego w Polsce cechowała się tendencją wzrostową, przeciętnie w roku o 51,7 tys. t, tj. w tempie 7,6%. W badanym okresie wzrastały także obroty zagraniczne olejem rzepakowym. Do 2015 r. rosła rola rynków zagranicznych w zagospodarowaniu rosnącej produkcji oleju rzepakowego. W latach 2001-2003 na rynkach zagranicznych zagospodarowano 0,9% produkcyjne oleju. Po integracji Polski z UE szybko zwiększał się eksport i w 2004 r. na rynki zagraniczne skierowano 23,8% produkcji, a w 2015 r. było to już 47,4% produkcji krajowej. Eksport oleju rzepakowego w latach 2001-2015 zwiększał się rocznie o 31,9 tys. t, a import rósł o 9 tys. t, co skutkowało poprawą dodatniego salda handlowego rocznie o 22,9 tys. t. Od 2016 r. zmienił się kierunek tendencji eksportu ze wzrostowej na spadkową (rys. 12). Wynikało to z rosnącego wykorzystania oleju rzepakowego w przemyśle paliwowym. W latach 2016-2020 eksport oleju zmniejszał się rocznie o 79,4 tys. t, a import w tych latach charakteryzował się nadal tendencją wzrostową, 12 tys. t. W wyniku takich zmian pogarszało się saldo handlu zagranicznego olejem o 91,4 tys. t rocznie, które od 2017 r. jest ujemne i się pogłębia. Ogółem import w latach 2001-2020 charakteryzował się tendencją wzrostową, przeciętnie w roku o 10,8 tys. t. Import ma także coraz większe znaczenie w kształtowaniu podaży krajowej oleju. W latach 2001-2003 import oleju stanowił 1,2% produkcji krajowej, a w 2019 r. wynosił już 16,3%.

Produkcja śruty rzepakowej w Polsce zwiększała się rocznie o 66,4 tys. t, tj. w tempie 7,1%. Znaczna jej część (około 60%) jest wykorzystywana w kraju w produkcji pasz dla zwierząt. Zużycie w kraju śruty zwiększało się w roku o 39,8 tys. t, tj. w tempie 6,5%. Wzrost zużycia był mniejszy niż produkcji, co skutkowało tendencją wzrostową w eksporcie, która wynosiła 28,9 tys. t, rocznie. Na eksport kierowane jest przeciętnie 40% produkcji śruty. W

<sup>8</sup> GUS ocenia, że w 2021 r. powierzchnia zasiewów rzepaku w Polsce wyniosła blisko 1 mln ha (GUS, 2021).

badanych latach wzrastał także import śruty o 2,3 tys. t. Jej udział w zużyciu krajowym był niewielki i wynosił 3,7% w latach 2001-2003 i 3,3% w latach 2017-2019. Zmiany w eksporcie i imporcie skutkowały poprawą dodatniego salda handlu zagranicznego śrutą rzepakową o 26,6 tys. t, tj. w tempie 7,2%.

Uprawa soi w Polsce jest w stadium początkowym. Od 2016 r. średnio w roku obsiewane było około 7,5 tys. ha, a zbiory wynosiły przeciętnie w roku 15,2 tys. t. Podstawowe znaczenie w kształtowaniu podaży w kraju ma import nasion soi, który w latach 2001-2020 zwiększał się w roku o 5,4 tys. t, tj. w tempie 16,2%, eksport rósł rocznie o 1,1 tys. t. W wyniku takich tendencji pogarszało się ujemne saldo handlu zagranicznego nasionami soi o 4,4 tys. t rocznie, tj. w tempie 15%. Produkcja oleju sojowego rosła rocznie o 0,3 tys. t, tj. w tempie 11%. Rosły także obroty handlu zagranicznego olejem sojowym. Eksport oleju wzrastał rocznie o 1,1 tys. t, a import o 2,5 tys. t. Skutkiem takich tendencji było powiększanie się ujemnego salda handlu zagranicznego olejem sojowym o 1,4 tys. t rocznie, tj. w tempie 1,1% (rys. 13). Import oleju sojowego ma podstawowe znaczenie w kształtowaniu podaży w Polsce, z powodu niskiej produkcji krajowej. W latach 2001-2003 produkcja krajowa wynosiła 1,2% importu, a w ostatnich latach było to 3,3%.



Rys. 13. Tendencje w produkcji oleju sojowego oraz saldzie handlu zagranicznego nasionami i olejem sojowym (lewa oś), a także śrutą sojową (prawa oś) w Polsce (tys. t) w latach 2001-2020

Fig. 13. Trends in soybean oil production and foreign trade balance of soybean seeds and oil (left axis) and soybean meal (right axis) in Poland (thousands t), 2001-2020

Źródło: jak rys. 1.

Podstawowe znaczenie w kształtowaniu podaży śruty sojowej w Polsce ma jej import, który charakteryzował się tendencją wzrostową. Wzrastał on rocznie o 61,4 tys. t, tj. w tempie 3,2%. Także wzrostowa tendencja występowała w eksporcie, rocznie o 3,8 tys. t. Skutkiem takich tendencji było rosnące ujemne saldo handlu zagranicznego śrutą sojową w Polsce. Ujemne saldo handlu śrutą powiększało się rocznie o 57,6 tys. t, tj. w tempie 3%.



## Podsumowanie

Zbiory soi na świecie charakteryzowały się tendencją wzrostową, która w 69,2% wynikała ze wzrostu powierzchni upraw i w 30,8% z poprawy plonowania. W latach 2001-2020 areał upraw soi na świecie zwiększył się o 50,2 mln ha, w tym w Brazylii o 23,2 mln ha, Argentynie o 6,3 mln ha, Indiach o 5,8 mln ha, USA o 3,8 mln ha, Paragwaju o 2,3 mln ha. W światowej produkcji soi dominują: Brazylia (34,5% w 2020 r.), USA (31,8% w 2020 r.) i Argentyna (13,8% w 2020 r.). Koncentracja produkcji w nielicznej liczbie krajów sprzyja wymianie handlowej. Na rynki międzynarodowe kierowane jest coraz więcej produkcji soi (32,2% w 2001 r. i 49% w 2020 r.). Eksport nasion soi najszybciej wzrastał z Brazylii, wolniej z USA. Te dwa kraje dominują w światowym eksporcie nasion soi. Rośnie udział Chin w światowym imporcie nasion soi, które są jej największym importerem (102,9 mln t w 2020 r.) i UE-27 (17,7 mln t). Większe ilości importują także: UE-27 (17,7 mln t), Argentyna (5,3 mln t), Egipt, Meksyk i Tajlandia (po 4 mln t).

Produkcja oleju sojowego charakteryzowała się tendencją wzrostową, rocznie o 1724,3 tys. t, tj. w tempie 4,1%. Najszybciej rosła produkcja w Chinach, które od 2010 r. są jego największym producentem (26,7% światowej produkcji). U innych dużych producentów oleju (Brazylia, USA i Argentyna) wzrost produkcji był wolniejszy. Na rynki międzynarodowe kierowane było ok. 20% produkcji. Najwięcej swojej produkcji eksportuje Argentyna (62,5% w 2020 r.), której udział w światowym eksporcie wynosił w 2020 r. 40,4%. Powyżej 1 mln t eksportują także UE-27 (13% światowego eksportu), USA - odpowiednio: 9,5% i Brazylia - 8,5%. Największym importerem oleju sojowego są Indie (29,6% światowego importu). Znaczny udział w światowym imporcie miały także kraje UE-27 (9%) i Chiny (7,9%).

Zwiększały się także obroty handlowe śrutą sojową. W eksporcie śruty dominuje Argentyna (33,6%), Brazylia (25,5%), USA (15,1%), UE-27 (11,8%). Największym jej importerem jest UE-27 (33%), Indonezja (7,4%), Wietnam (6,4%).

Produkcja rzepaku na świecie charakteryzowała się tendencją wzrostową, w tempie 4% rocznie. Wzrost produkcji w 62,5% wynikał z powiększania areału upraw i 37,5% z poprawy plonowania. W największej skali powierzchnia upraw rzepaku wzrosła w Kanadzie (4,5 mln ha), Indiach (3 mln ha), UE-27 (1,6 mln ha), Ukrainie (1 mln ha). Produkcja rzepaku koncentruje się w Kanadzie (26,9%), UE-27 (22,9%), Chinach (19,3%), Indiach (12,6%), Ukrainie (3,5%). Zwiększały się obroty międzynarodowe nasionami rzepaku. Najwięcej eksportuje Kanada (47% światowego eksportu), także kraje UE-27 (32%). Znaczne ilości eksportują także Ukraina (9,5%) i Australia (6,7%). Udział tych 4-ch krajów w światowym eksporcie w 2020 r. wynosił 95,2%. Największym importerem rzepaku są kraje UE-27 (56,9% światowego importu w 2020 r.). Dużymi importerami nasion były także Chiny (12,5%), Japonia (9%) i Meksyk (4,1%). Udział tych 4-ch grup krajów w światowym imporcie nasion rzepaku wynosił w 2020 r. 82,5%. Handel produktami z rzepaku, tj. olejem i śrutą charakteryzowały się tendencjami wzrostowymi. Eksport śruty zwiększał się w tempie 6,5%. Największymi eksporterami śruty były UE-27 (5,8 mln t) i Kanada (5 mln t), a ich udział w światowym eksporcie wynosił: 81,9%. Z kolei największymi importerami były: UE-27 (4,8 mln t), USA (3,5 mln t), Chiny (1,9 mln t). Do największych producentów oleju rzepakowego należą: UE-27 (8,7 mln t), Kanada (4,2 mln t), Chiny (3,1 mln t), Indie (2,5 mln t), Japonia (1 mln t). Do dużych eksporterów oleju należą Kanada (3,4 mln t) i UE-27 (3,1 mln t), a importerów: UE-27 (2,9 mln t), Chiny (2 mln t), USA (1,8 mln t).

W Polsce główną rośliną oleistą, jest rzepak ozimy. Jego produkcja w latach 2001-2020 wzrastała w tempie 5,5% rocznie. Wzrost produkcji wynikał w 72,7% ze zwiększania powierzchni upraw i w 27,3% z poprawy plonowania. Dalsze możliwości wzrostu produkcji mogą wynikać z poprawy plonowania. Ograniczone są możliwości wzrostu areału upraw. Tendencjami wzrostowymi cechowały się: produkcja nasion, oleju, śruty rzepakowej oraz obroty handlu zagranicznego tymi produktami. Od 2016 r. bilans handlu zagranicznego nasionami rzepaku jest ujemny i się powiększa. Od 2017 r. powiększa się także ujemny bilans handlu olejem rzepakowym. Poprawia się natomiast dodatni bilans handlu zagranicznego śrutą rzepakową.

Produkcja soi w Polsce jest niewielka. Podstawowe znaczenie w kształtowaniu podaży w kraju ma import nasion, oleju i śruty sojowej. Saldo handlu zagranicznego nasionami soi, oleju i śruty sojowej jest ujemne i się pogłębia. W największej skali dotyczy to śruty sojowej.

Rosnąca produkcja mięsa w Polsce i zmiany technologii żywienia powodują wzrost wykorzystania w produkcji pasz wysokobiałkowych roślinnych surowców paszowych. W Polsce prawie 70% tych surowców wymaga zakupu za granicą<sup>9</sup>. Import śruty sojowej pozwala w 60% uzupełnić te niedobory.

## Literatura

- Borychowski M. (2012). Produkcja i zużycie biopaliw płynnych w Polsce i na świecie. Szanse, zagrożenia, konsekwencje. *Rocz. Ekon. Kujawsko-Pomorskiej Szkoły Wyższej*, 5, 39-59.
- Bożyk, P., Misala, J., Puławski, M. (2002). Międzynarodowe stosunki ekonomiczne. Wyd. II. Warszawa: PWE.
- Brzoza, A. (1977). Statystyczna estymacja parametrów wzrostu i wyrównywania szeregów chronologicznych w rolnictwie. *Zagadnienia Ekonomiki Rolnej*, 4(142), 18-35.
- Budnikowski, A., Kawecka-Wyrzykowska, E. (red.). (2000). Międzynarodowe stosunki gospodarcze. Wyd. II. Warszawa: PWE.
- Candeia R. C., Silva M. C. D., Carvalho Filho J. R., Brasilino M. G. A., Bicudo T. C., Santos I. M. G., Souza A. G., (2009): Influence of soybean biodiesel content on basic properties of biodiesel - diesel blends. *Fuel*, 88, 738-743.
- Demirbas, A. (2009): Production of Biodiesel Fuels From Linseed Oil Using Methanol and Ethanol in Mon-Catalytic SCF Condition. *Biomass Bioenergy*, 33, 113-118.
- FAOSTAT. (2022). Pobrano marzec 2022 z: <https://www.fao.org/faostat/en/#data>.
- Grdziuk, P. (red.). (2003). Biopaliwa. *Wiś Jutra*. Warszawa.
- GUS (2021). Wynikowy szacunek głównych ziemiopłodów rolnych i ogrodnich w 2021 r. Informacje sygnałowe, 17.12.2021.
- Haber, T. (1996). Wykorzystanie białkowych produktów i koncentratów sojowych jako dodatek do pieczywa i makaronu. *Biuletyn IHiAR*, 198, 187-193.
- Jóźwiak, J., Podgórski, J. (1998). Statystyka od podstaw. Warszawa: PWE.
- Kapusta, F. (2012). Znaczenie roślin oleistych dla człowieka, rolnictwa i kraju. *Wiś Jutra*, 5-6, 1-4.
- Komisja Europejska, (2022). Rośliny oleiste i rośliny wysokobiałkowe. Informacje o cenach, produkcji i handlu. Pobrano marzec 2022 z: [https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/facts-and-figures/markets/overviews/market-observatories/crops/oilseeds-and-protein-crops\\_en](https://ec.europa.eu/info/food-farming-fisheries/farming/facts-and-figures/markets/overviews/market-observatories/crops/oilseeds-and-protein-crops_en).
- Kwiatkowska, E. (2007). Fitoestrogeny sojowe w profilaktyce chorób cywilizacyjnych. *Postępy Fitoterapii*, 4, 207-211.
- Kuś, J., Faber, A., Madej, A. (2006). Przewidywane kierunki zmian w produkcji roślinnej w ujęciu regionalnym. IUNG-PIB Puławy. Raporty PIB, Nr 3, 195-210.
- Kuś, J., Faber, A. (2007). Alternatywne kierunki produkcji rolniczej. W: Współczesne uwarunkowania organizacji produkcji w gospodarstwach rolniczych. *Studia i Raporty. IUNG-PIB*, 7, 139-149.

<sup>9</sup> Obliczono na podstawie zużycia wysokobiałkowych surowców paszowych (Rynek pasz, 2021) i skali importu FAOST (2022).



- Maitera O.N., Louis H., Dass P.M., Akakuru U.O., Joshua Y. (2017): Production and characterization of biodiesel from coconut extract (*Cocos nucifera*). *World News of Natural Sciences. WNOFNS*, 9, 62-70.
- Miłosz, A. (2021). Soja - pochodzenie, składniki odżywcze, wpływ na zdrowie, alergia, niekorzystne działanie. Pobrano 20 grudnia 2021 z: <https://zywienieabczdrowie.pl/soja>.
- Nowak, A. (2011). Nasiona soi zwyczajnej - cenny surowiec dietetyczny i leczniczy. W: Kosmos. *Problemy Nauk Biologicznych*. Tom 60, nr 1-2(290-291), 179-181.
- Okólski, M., Timofiejuk, I.(1978). *Statystyka ekonomiczna. Elementy teorii*. Warszawa, PWE.
- Olej sojowy- Co zawiera, jakie ma właściwości i zastosowanie. (2022). Pobrano kwiecień 2022 z:<https://gazetamedyczna.pl/olej-sojowy>.
- Olesiuk, A., Vashichenko, M. (2010). *Międzynarodowe stosunki ekonomiczne*. Warszawa: Wyd. KeyText.
- Oliwka24 blog o zdrowej żywności, (2022). Olej rzepakowy, właściwości, działania lecznicze. Pobrano kwiecień 2022 z: <https://oliwka24.pl>.
- Pasze rzepakowe. (2022). Składi wartość pokarmowa. Pobrano styczeń 2022 z: <http://www.paszerzepakowe.pl/o-paszach,sklad-i-wartosc-pokarmowa,3.html>.
- Pawlak K., Sowa K. (2020). Zmiany w produkcji i handlu soją w Polsce i wybranych krajach UE. *Problemy Rolnictwa Światowego*, 20(3), 26–35; DOI: 10.22630/PRS.2020.20.3.15
- Ratusz, K., Wroniak, M. (2014). Surowce oleiste. W: M. Mitek, K. Leszczyński (red.) *Wybrane zagadnienia z technologii żywności pochodzenia roślinnego*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 143-155.
- Rojewski, M.(1978). Ocena przydatności różnych metod szacowania przeciętnej rocznej stopy wzrostu produkcji rolniczej w Polsce. *RNR, seria G*, 82(2), 7-21.
- Rosiak E., Łopaciuk W., Krzemiński M. (2011): *Produkcja biopaliw i jej wpływ na światowy rynek zbóż oraz roślin oleistych i tłuszczów roślinnych*. IERiGŻ-PIB, Warszawa.
- Rośliny bobowate to same korzyści.(2021).Farmer nr 3/2021 Pobrano 15 grudnia 2021 z: <http://www.farmer.pl/produkcja-roslinna/inne-uprawy/rosliny-bobowate>.
- Rymarczyk, J. (2012). *Biznes międzynarodowy*. Warszawa: PWE.
- Rynek pasz. (2021). Rynek pasz. Stan i perspektywy. IERiGŻ-PIB. *Analizy rynkowe*. Nr 40-42, Warszawa.
- Rynek rzepaku. (2021). Rynek rzepaku. Stan i perspektywy. IERiGŻ-PIB. *Analizy rynkowe*. Nr 19-60, Warszawa.
- Szyrmer, J. (1979). Stan badań i perspektywy wprowadzania soi do uprawy w Polsce. *Zeszyty Problemowe Postępów Nauk Rolniczych*, 3, 3-42.
- Wroniak, M. (2006). Charakterystyka surowców oleistych i olejów jadalnych. W: M. Mitek, M. Sławiński (red.) *Wybrane zagadnienia technologii żywności*. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 150-164.
- Timofiejuk, I. (1973). *Stopa wzrostu gospodarczego - metody liczenia*. Warszawa: PWE.
- Timofiejuk I. (1990): *Tablice średniego tempa wzrostu według metody r*. Wyd. II, *Zeszyty metodyczne GUS*. Klasyfikacje, nomenklatury i wskaźniki. Nr 75, Warszawa
- Timofiejuk, I., Lasek, M., Pęczkowski, M. (2003). *Miary statystyczne*. Seria Statystyka w praktyce. GUS Warszawa.
- Urban, R. (1998). *Przemysł olejarski*. Encyklopedia Agrobiznesu. Fundacja Innowacja. Warszawa, 657-658.
- USDA. (2022). *Oilseeds: World Markets and Trade*. United States Department of Agriculture Foreign Agricultural Servis. Pobrano kwiecień 2022 z: <https://www.fas.usda.gov/data/oilseeds-world-market-and-trade>.
- Yungo, (2021). Soja. Pobrano listopad 2022 z: <https://yungo.pl/zdrowie/dieta-odzywianie/soja-odzywcze-i-lecznicze-nasiona>.
- Zastosowanie rzepaku. (2022). Pobrano 12 stycznia 2022 z: <https://kwas.com/pl/doradztwo/wykorzystanie/zastosowanie-rzepaku/>.

#### Do cytowania / For citation:

- Stańko S., Mikula A. (2022). Tendencje na rynku soi i rzepaku na świecie i w Polsce w latach 2001-2020. *Problemy Rolnictwa Światowego*, 22(2), 30-56; DOI: 10.22630/PRS.2022.22.2.7
- Stańko S., Mikula A. (2021). Trends in the Global and Polish Soybean and Rapeseed Markets 2001-2020 (in Polish). *Problems of World Agriculture*, 22(2), 30-56; DOI: 10.22630/PRS.2022.22.2.7

## **Analysis of Livelihood of Rural Irrigated Crop Farmers in Kano State, Nigeria**

**Abstract.** This study provided an analysis of the livelihoods of rural irrigated crop farmers in Kano State, Nigeria. The study's specific objectives were to; describe the socio-demographic characteristics of the respondents, assess their livelihood assets, household wellbeing, and constraints. The study adopted a multistage sampling technique to collect primary data from 251 respondents drawn from 18 communities in six Local Government Areas of the State. In the analysis of the data, descriptive statistics and the Foster-Greer-Thorbecke poverty measurement were used. The study revealed that irrigated crop farming in the area is male-dominated (78.1%), and the practitioners were mostly small-scale farmers (average farm size of 1.8 ha). In terms of assets, this study revealed that most of the respondents were limited in natural, human, and financial capital. Poverty incidence was about 51%, with the lack of access to formal loans, decline in soil productivity, poor access to market, and lack of access to farm mechanization being prominent challenges of the people. Therefore, there is a need for the government and other key actors in the agriculture and financial sectors to ease farmers' access to credit facilities and agricultural extension services.

**Key words:** livelihood, crop-farmers, Rural, Kano State, Nigeria

**JEL Classification:** Q15, R2

### **Introduction**

The livelihood and well-being of farmers in Nigeria should be among the key considerations of policymakers in the country (Terdo & Adekola, 2014; Mabel Ukamaka et al., 2017). This is because of the proportion of the nation's populace that undertakes farming as a primary occupation and the role agriculture has been playing in the economy of the country since its inception (Balana et al., 2020; Salami, 2021). Across most developing countries, agricultural development policies have shifted from a focus on boosting food production to environmental issues, poverty reduction, and a variety of livelihood enhancing initiatives (Souvik et al., 2012). Kano State is Nigeria's most populous state, having an estimated population of over eleven million people (National Bureau of Statistics, 2016). The State's history in agriculture and trade has been a phenomenon, currently, the State is second to Lagos in terms of industrialization. However, agriculture has been the source of income and employment for over 75 percent of the rural population (Samuels et al., 2011). The State is among the leading producers of groundnuts, maize, and millet among others. Similarly,

<sup>1</sup> Associate Professor; Department of Agricultural Economics and Extension, Moddibo Adama University, Yola, Nigeria; e mail: tafidaaa@mautech.edu.ng; <https://orcid.org/0000-0002-1914-4552>

<sup>2</sup> PhD; Department of Agricultural Economics and Extension, Moddibo Adama University, Yola, Nigeria; e mail: michaelamurtiya@yahoo.com; <https://orcid.org/0000-0001-5273-9999>

\* Corresponding Author.

<sup>3</sup> MSc.; Department of Agricultural Economics and Extension, Bayero University, Kano, Nigeria; e mail: marksoncrowther@gmail.com; <https://orcid.org/0000-0003-4408-2127>



livestock is raised in large numbers, especially goats, sheep, and cattle, sheep, for both consumption and industrial use.

Over the years, biophysical and socio-economic changes have adversely affected livelihoods in drylands, thereby constraining the economies and well-being of the people in the region (Yahaya et al., 2021). Rural farming households in Kano State have been facing significant food shortfalls and severely restricted livelihood options given the prevailing macroeconomic and environmental factors (Irohibe & Agwu, 2014). Drought is currently the most serious environmental challenge affecting most people's livelihoods, particularly residents of rural areas who rely on rainfed agriculture as the main source of income (Yakubu et al., 2021). To enhance the livelihood of farmers, irrigation schemes were initiated to enable farmers to produce all year round. However, the overall performance of prominent irrigation schemes has not been good. The schemes were characterized by poor maintenance and inefficiencies (Yakubu et al., 2021).

The pressures of daily life, along with the desire to improve living standards for current and future generations, have forced rural communities across developing nations to adopt a variety of ways to cope with life and achieve better livelihood outcomes (Makarfi & Zekeri, 2012; Chen et al., 2018). Analyzing livelihood strategies, assets, and restrictions can help local farmers become more resilient and empowered (Stenwerth et al., 2014 ; Anuga et al., 2015). Therefore, the broad objective of this study was to provide an analysis of the livelihoods of rural crop farmers in Kano State, Nigeria. The study's specific objectives were to; describe the socio-demographic characteristics of the respondents, assess their livelihood assets, household wellbeing, and constraints.

## **Research data and methods**

The study was conducted in Kano State, Northwest Nigeria. It is located between 9° 30' and 10° 33' north latitude and 7° 34' and 9° 25' east longitude of the Greenwich Meridian (Optimum Agricultural Consultants, 2007). The region has a tropical dry-and-wet climate. The dry season lasts from mid-October to mid-May, with mean monthly temperatures ranging from 21° to 23° degrees Celsius and a diurnal range of 12° to 14° degrees Celsius. The state's altitudes range from 500 to 750 meters above sea level. The Guinea savannah receives 600-1200mm of annual rainfall, while the Sudan savannah receives 300-600mm (Irohibe & Agwu, 2014). The state has a landmass of about 20,131km<sup>2</sup> spread across 44 Local Government Areas, with a population of over 11 million inhabitants (National Bureau of Statistics, 2016).

The respondents for the study were chosen using a multistage sampling process. Firstly, Bunkure, Garun Malam, Imawa, Kadawa, and Kura Local Government Areas (LGA) were selected due to their agricultural resources. The second stage involved the selection of 16 communities in the area. In the last stage, 251 rural farming households were selected using a simple random sampling technique. Data for the study were collected with the aid of a semi-structured questionnaire placed on a computer-assisted device (Kobocollect).

In the analysis of the data collected, descriptive statistics were used in describing the respondents' socio-demographic characteristics, livelihood assets, and constraints. Similarly, poverty status which was used as the proxy for well-being was assessed using Foster-Greer-Thorbecke (FGT) model. The FGT model is presented as follows:

$$P_{ai} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^q \left( \frac{z-y}{z} \right)^\alpha$$

where:

$P_{ai}$  = Measure of poverty;

$Z$  = Poverty line;

$y$  = Household's per capita expenditure;

$q$  = Number of rural farming households below the poverty line;

$n$  = Total number of sampled rural farming households;

$\alpha$  = the poverty aversion parameter that takes a value of 0, 1, 2 for incidence, depth, and severity respectively.

The total per capita spending was employed as a measure of the rural farming households' condition of living in the study. The poverty line was \$1.90 USD, which was equivalent to ₦665 based on the Central Bank of Nigeria's official exchange rate at the time. The total expenditure of a household is the summation of all household basic consumption expenses

## Research results

### Socio-Demographic Characteristics of the Respondents

The description of the respondents' socio-demographic characteristics is shown in Table 1. The respondents' age distribution indicated that 13.1% were less than 30 years, 34.3% and 33.5% were in the age range of 30-39 years and 40-49 years respectively. Respondents having 50-59 years and 60 years and above constituted 15.9% and 3.2%. The average age of the respondents was 39.5 years, indicating that the bulk of the respondents are of working age and would be able to engage in farming operations with the required enthusiasm. In terms of gender, the result revealed that 78.1% were males, while 21.9% were females. This suggests that farming in the area is a male-dominated activity. Based on marital status, 89.6% were married, while the divorce, single and widowed were 2.0%, 6.8%, and 1.6% respectively. The respondents' average household size was roughly eleven individuals, reflecting a rather big household size capable of providing family labour for farming activities. According to the distribution of respondents' educational attainment, the majority (60.6%) of respondents had attended formal schools, while 39.4 percent had received no formal education. This demonstrates that the majority of respondents are literate enough to grasp how new technologies can best be used to generate the product if they are exposed to them.

Table 1. Description of the Socio-Demographic Characteristics of the Respondents

Variable	Frequency	Percentage	Mean
<b>Age (Years)</b>			39.5 years
<30	33	13.1	
30-39	86	34.3	
40-49	84	33.5	
50-59	40	15.9	
60 and above	8	3.2	
<b>Gender</b>			
Female	55	21.9	
Male	196	78.1	
<b>Marital Status</b>			
Divorce	5	2.0	
Married	225	89.6	
Single	17	6.8	
Widow	4	1.6	
<b>Household Size</b>			11 People
1-5	18	7.2	
6-10	81	32.3	
11-15	82	32.7	
16-20	42	16.7	
More than 20	28	11.2	
<b>Level of Education</b>			
No formal education	99	39.4	Tertiary
Primary	62	24.7	
Secondary	78	31.1	
Tertiary	12	4.8	

Source: Field survey, 2021.

### Distribution of Livelihood Assets of the Respondents

The adoption of any livelihood strategy depends on assets or capital at the disposal of the individual. According to (Scoones, 1998), these assets are grouped into five key classes, namely; natural, physical, human, financial, and social. The distribution of the respondents' assets is shown in Table 2. Ownership of Irrigation Land and farm size were used as proxies for natural capital (Bedeke et al., 2011). The findings of this study revealed that the majority (93.2%) of the respondents do not own irrigation land. The findings of this study further revealed that most of the respondents were small-scale farmers having an average farm size of 1.82 hectares. This has an implication on farm output and the quality of life of the respondents considering the prominence of farming in the area. Similarly, level of education (Table 1), access to agricultural extension services, and labour availability were used as indicators of human capital. Findings of the study revealed that almost 40% of the respondents lack formal education, and 62.5% had no extension contact. However, agricultural labour is relatively abundant, as most households have five persons aged 14-60 years. In terms of social capital, 63.3% of the respondents were members of Farmer Groups. These groups can provide access to various forms of productive resources if they are viable. With respect to Economic or Financial Capital, access to credit and the nature of sources were used as representations. The study revealed that most (82.9%) of the respondents had

not accessed any credit facility in the period under review. Similarly, among respondents with access to a credit facility, local money lenders were the main source (83.7%), while other sources were Commercial banks, Bank of Agriculture, and NIRSAL. Equally, productive assets were used as proxies for physical capital. The result revealed that 50.0% own motorcycles, 37.1% have a bicycle, while respondents having a tractor, animal traction, water pump, and sprayer constituted 0.4%, 2.4%, 57.7%, and 55.6% respectively. This finding suggests that most of the respondents were limited in natural, human, and financial capital. This can have a negative consequence on livelihood outcomes (Olawepo & Ibrahim, 2013).

Table 2. Distribution of Livelihood Assets of the Respondents

Asset	Frequency	Percentage	Mean
<b>Natural Capital</b>			
<i>Ownership of Irrigation Land</i>			
No	234	93.2	
Yes	17	6.8	
<i>Farm Size</i>			
<2	109	43.4	1.85 hectares
2-4	119	47.4	
>4	23	9.2	
<b>Human Capital</b>			
<i>Extension Contact</i>			
<i>Contact</i>			
No contact	94	37.5	
<i>Agricultural Labour (14-60 years)</i>			
1-5	119	47.4	5 persons
6-10	118	47.0	
>10	14	5.6	
<b>Social Capital</b>			
<i>Membership in Farmer Group</i>			
Member	159	63.3	
Non-member	92	36.7	
<b>Economic or Financial Capital</b>			
<i>Access to Credit</i>			
Access	43	17.1	
No access	208	82.9	
<i>Sources of Credit</i>			
Commercial banks	3	7.0	
Bank of Agriculture	2	4.7	
NIRSAL	2	4.7	
Local money lenders	36	83.7	
<b>Physical Capital</b>			
Motorcycle	124	50.0	
Bicycle	92	37.1	
Tractor	1	0.4	
Animal traction	6	2.4	
Water pump	143	57.7	
Sprayer	138	55.6	
Other Farm equipment	144	58.1	

Source: Field survey, 2021.

### Respondents' Household Wellbeing

The respondents' household well-being was assessed using household poverty status as shown in Table 3. This is because poverty status is an outcome of the livelihood of households, and can substantially depict wellbeing. The finding of the study indicated that the poverty incidence in the area was 50.6%, which is relatively high. This means that at the time of the survey, poverty in the area greatly surpassed the national average. This conclusion supports the findings of OPHI (2020) and Babatunde et al. (2019), which reported a high rate of poverty in the area.

Table 3. Distribution of the Respondents' Poverty Status

Status	Frequency	Percentage
Poor	127	50.6
Non-Poor	124	49.4
Total	251	100.0

Source: Field survey, 2021.

### Distribution of Livelihood Constraints

As indicated in Table 4, respondents of the study have encountered a number of issues that limit their ability to engage in a variety of livelihood activities in order to improve their well-being. Findings of the study reported that the most prominent challenges of the people were the lack of access to formal loans (73.6%), the decline in soil productivity (73.6%), poor access to market (72.8%), and lack of access to farm mechanization (60.8%). Other challenges include climate change due to high temperature and drought (59.2%), unavailable skilled labour supply (48.8%), high tax rate on the water for irrigation (15.6%), and gender issues (11.6%). This has resulted in a negative slide in soil degradation with significant economic consequences (Yahaya et al., 2021). Therefore, assisting rural irrigation crop farmers to overcome these challenges can positively impact households and the economy of the state.

Table 4. Distribution of Livelihood Constraints of the Respondents.

Constraint	Frequency*	Percentage
Lack of access to formal loan	184	73.6
Poor access to market	182	72.8
Unavailable skilled labour supply	122	48.8
A decline in soil productivity	184	73.6
Climate change (high temperature and drought)	148	59.2
Gender issues	29	11.6
The high tax rate on the water for irrigation	39	15.6
Lack of access to farm mechanization	152	60.8

\* multiple responses.

Source: Field survey, 2021.



## Conclusions

This study has shown how the livelihood of irrigated crop farmers is reliant on agriculture. Similarly, the study established that the respondents lack adequate access to natural, human and financial capital. This has negatively affected household wellbeing, as the majority were poor. Also, prominent challenges of the people were the lack of access to formal loans, decline in soil productivity, poor access to the market, and lack of access to farm mechanization. Hence, there is a need for the government and other key actors in agriculture and financial sectors to ease access to credit by the farmers. Furthermore, agricultural extension services access should be enhanced by recruiting more personnel, motivation, and using of wide range of media to reach farmers.

## Bibliography

- Anuga, S.W., Gordon, C., Boon, E. (2015). Determinants of Climate Smart Agriculture (CSA). *Adoption among Smallholder Food Crop Farmers in the Techiman Municipality, Ghana*. 11(1), 124-139.
- Olukayode, B.O., Remo, I. (2019). A Critical Appraisal on Population Explosion and Poverty in Nigeria. *International Journal of Latest Research in Humanities and Social Science*, 02(06), 48-55.
- Balana, B., Oyeyemi, M. A., Ogunniyi, A., Fasoranti, A., Edeh, H., Aiki, J., Andam, K. (2020). The Effects of COVID-19 Policies on Livelihoods and Food Security of Smallholder Farm Households in Nigeria: Descriptive Results from a Phone Survey. In IFPRI Discussion Paper 01979 (Issue December). <http://www.epistemikos.org/documents/10ace99c282b5e38e6ca42721cf623f6c6ba7ef6>
- Bedeke, S.B., O., A., Nawrotzki, R.J., Hunter, L.M., Dickinson, T.W., Galab, S., Lives, Y., Nath, T.K., Inoue, M., Pretty, J., Sciences, M., Claudia, A., Padilha, M., Hoff, D. N., Dorward, A., Anderson, S., Clark, S., Keane, B., Moguel, J., ... Committee, A. (2011). Rural Livelihoods, Poverty, and the Millennium Development Goals: Evidence from Ethiopian Survey Data. Environment for Development Discussion Paper Series, 1(June), 1–10. <https://doi.org/10.5897/JAERD2013.0527>
- Chen, J., Chen, J., Yin, S., Gebhardt, H., Yang, X. (2018). Farmers' livelihood adaptation to environmental change in an arid region: A case study of the Minqin Oasis, northwestern China Farmers' livelihood adaptation to environmental change in an arid region: A case study of the Minqin Oasis, northwestern C. Ecological Indicators, 93(May), 411–423. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.05.017>
- Irohibe, I.J., Agwu, A.E. (2014). Assessment of food security situation among farming households in rural areas of Kano State, Nigeria. *Journal of Central European Agriculture*, 15(1), 94–107. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/15.1.1418>
- Ukamaka, D.M., Danjuma, S.E., Mbolle, C.J., Achonam, E.I., Mbadiwe, I.E. (2017). Livelihood issues in herdsman-farmers conflict among farming communities in Kogi State, Nigeria. *Academicjournals. Org.*, 12(24), 2105–2115. <https://doi.org/10.5897/AJAR2017.12319>
- Makarfi, A.M., Zekeri, M. (2012). Livelihood Coping Mechanisms Among Small Holder Sheep Producers in the Drylands of Northern Nigeria : Case of Women in Select Local Government Areas of Kano State, Nigeria. 1st International Conference on Drylands, 270–277.
- National Bureau of Statistics. (2016). Nigeria - National Nutrition and Health Survey 2015.
- Olawepo, R.A., Ibrahim, A.B. (2013). Rural Farmers 'Benefits from Agricultural Modernization in Kano River Project Phase I, Kano Area, Nigeria. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 2(1), 39–54.
- OPHI. (2020). Multidimensional Poverty and Vulnerability to COVID-19: A Rapid Overview of Disaggregated and Interlinked Vulnerabilities in Sub-Saharan Africa. May, 1–16.
- Optimum Agricultural Consultants. (2007). Baseline Survey of the Kano Rice Value Chain. April.
- Salami, A.O. (2021). Efforts of Dry-Land Farmers of Kano-Nigeria in the Conditions of Covid-19 Pandemic That Hits Global Food Security. *Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences*, 114(6), 24–32. <https://doi.org/10.18551/rjoas.2021-06.03>
- Samuels, F., Maja, G., Caroline, H., Miguel, N.-Z. (2011). Food, finance and fuel: the impacts of the triple F crisis in Nigeria, with a particular focus on women and children: Kano State Focus.
- Scoones, I. (1998). Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis (No. 72).
- Souvik, G., Verma, H. C., Panda, D.K., Nanda, P., Kumar, A. (2012). Irrigation, Agriculture, Livelihood and Poverty Linkages in Odisha. *Agricultural Economics Research Review*, 25(1), 99–105.



- Steenwerth, K.L., Hodson, A.K., Bloom, A.J., Carter, M.R., Cattaneo, A., Chartres, C.J., Hatfield, J.L., Henry, K., Hopmans, J.W., Horwath, W.R., Jenkins, B.M., Kebeab, E., Leemans, R., Lipper, L., Lubell, M.N., Msangi, S., Prabhu, R., Reynolds, M.P., Solis, S.S., ... Jackson, L. E. (2014). Climate-smart agriculture global research agenda : scientific basis for action. *Agriculture & Food Security*, 3(11), 1–39.
- Terdo, F., Adekola, O. (2014). Assessing the role of climate-smart agriculture in combating climate change, desertification and improving rural livelihood in Northern Nigeria. *Ray. Yorksj. Ac. Uk.*, 9(15), 1180–1191. <https://doi.org/10.5897/AJAR2013.7665>
- Yahaya, M.K., Mustapha, A., Suleiman, A., Abdullahi, M.A. (2021). Livelihood vulnerability assessment to soil erosion in Kano state, Nigeria. *Journal of Agricultural Economics, Environment and Social Science*, 7(1), 115–138.
- Yakubu, H.G., Iguisi, E.O., Sawa, B.A., Ibrahim, A.A., Bichi, A.A. (2021). Households' Constraints to Effective Adaptation to Drought among Rural Communities in Extreme Northern Region of Jigawa State. *Gusau International Journal of Management and Social Sciences*, 4(2), 336–348.

For citation:

Tafida A.A., Michael A., Nandagoyang M.C. (2022). Analysis of Livelihood of Rural Irrigated Crop Farmers in Kano State, Nigeria, Nigeria. *Problems of World Agriculture*, 22(2), 57-64; DOI: 10.22630/PRS.2022.22.2.8

**Informacje dla autorów artykułów zamieszczanych  
w Zeszytach Naukowych Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Problemy Rolnictwa Światowego**

1. W Zeszytach Naukowych Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie Problemy Rolnictwa Światowego publikowane są oryginalne prace naukowe, zgodne z profilem czasopisma, w języku polskim i angielskim.
2. Zaakceptowane przez redaktora tematycznego artykuły zostaną przekazane do recenzji do dwóch niezależnych recenzentów z zachowaniem zasad anonimowości („double-blind review proces”). W przypadku artykułów napisanych w języku kongresowym, co najmniej jeden z recenzentów będzie afiliowany w instytucji zagranicznej. Lista recenzentów jest publikowana w zeszytach naukowych i na stronie internetowej czasopisma.
3. Recenzja ma formę pisemną kończącą się jednoznacznym wnioskiem co do dopuszczenia lub nie artykułu do publikacji (formularz recenzji znajduje się na stronie internetowej czasopisma).
4. W celu zapobiegania przypadkom „ghostwriting” oraz „guest authorship” autorzy wypełniają oświadczenia (druk oświadczenia znajduje się na stronie internetowej czasopisma).
5. Autor przesyła do redakcji tekst artykułu przygotowany według wymogów redakcyjnych (wymogi redakcyjne znajdują się na stronie internetowej czasopisma). Autor ponosi odpowiedzialność za treści prezentowane w artykułach.
6. Pierwotną wersją czasopisma naukowego jest wersja elektroniczna, która jest zamieszczona na stronie internetowej czasopisma.
7. Publikacja artykułów jest bezpłatna.

**Adres do korespondencji**

Redakcja Zeszytów Naukowych Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Problemy Rolnictwa Światowego  
Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie  
Instytut Ekonomii i Finansów  
Katedra Ekonomii Międzynarodowej i Agrobiznesu  
ul. Nowoursynowska 166, 02-787 Warszawa  
tel.(22) 5934103, 5934102, fax. 5934101  
e-mail: [problemy\\_rs@sggw.edu.pl](mailto:problemy_rs@sggw.edu.pl)

**[prs.wne.sggw.pl](http://prs.wne.sggw.pl)**

**Information for Authors of papers published  
in Scientific Journal Warsaw University of Life Science – SGGW  
Problems of World Agriculture**

1. The Scientific Journal of Warsaw University of Life Science – SGGW Problems of World Agriculture, publishes scientific papers based on original research, compliant with the profile of the journal, in Polish and English.
2. The manuscripts submitted, accepted by the Editor, will be subject to the double-blind peer review. If the manuscript is written in English at least one of the reviewers is affiliated with a foreign institution. The list of reviewers is published in the journal.
3. The written review contains a clear reviewer's finding for the conditions of a scientific manuscript to be published or rejected it (the review form can be found on the website of the journal).
4. In order to prevent the "ghostwriting" and "guest authorship" the authors are requested to fill out and sign an Author's Ethical Declarations (the declaration form can be found on the website of the journal).
5. Authors have to send to the Editor text of the paper prepared according to the editorial requirements (editorial requirements can be found on the website of the journal). Author is responsible for the contents presented in the paper.
6. The original version of the scientific journal issued is a on-line version. An electronic version is posted on line on the journal's website.
7. Submission of papers is free of charge.

**Editorial Office:**

Scientific Journal Warsaw University of Life Science: Problems of World Agriculture  
/ Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie Problemy  
Rolnictwa Światowego

Warsaw University of Life Sciences-SGGW

Institute of Economics and Finance

Department of International Economics and Agribusiness

166 Nowoursynowska St.

02-787 Warsaw, Poland

Phone: +48 22 5934103, +48 22 5934102, fax.: +48 22 5934101

e-mail: [problemy\\_rs@sggw.edu.pl](mailto:problemy_rs@sggw.edu.pl)

**[prs.wne.sggw.pl](http://prs.wne.sggw.pl)**