



ROZPRAWA DOKTORSKA

Paulina Witt

Wybrane czynniki kształtujące jakość cydrów

dziedzina nauk społecznych
dyscyplina naukowa: Nauki o zarządzaniu i jakości

Promotor:
prof. dr hab. Maria Śmiechowska

Promotor pomocniczy:
dr inż. Joanna Newerli-Guz

Gdynia 2024

OŚWIADCZENIE

Świadoma odpowiedzialności prawnej oświadczam, że złożona praca doktorska pt.: **Wybrane czynniki kształtujące jakość cydrów** została napisana przeze mnie samodzielnie.

Równocześnie oświadczam, że w pracy wykorzystano tylko cytowaną literaturę, a więc praca nie narusza praw autorskich w rozumieniu ustawy z dnia 4 lutego 1994 roku o prawie autorskim i prawach pokrewnych (Dz. U. 1994, nr 24, poz. 83 z późn. Zm.) oraz dóbr osobistych chronionych prawem cywilnym.

Ponadto praca nie zawiera informacji i danych uzyskanych w sposób nielegalny i nie była wcześniej przedmiotem innych procedur urzędowych związanych z uzyskaniem dyplomów lub tytułów zawodowych uczelni wyższej.

Oświadczam ponadto, że niniejsza wersja pracy jest identyczna z załączoną wersją elektroniczną na płycie CD.

Na podstawie art. 75 §2 kodeksu postępowania administracyjnego wnoszę o odebranie tego oświadczenia jako dowodu prawdziwości okoliczności w nim podanych, przy czym jestem świadomy odpowiedzialności karnej z art. 233 §1 i §6 k.k. za złożenie fałszywego oświadczenia.

.....

Wykaz stosowanych skrótów i pojęć	5
Wstęp	6
1. Geneza cydrownictwa	8
1.1. Historia sadownictwa	8
1.2. Cydrownictwo na świecie	14
1.3. Cydrownictwo w Polsce	15
2. Uwarunkowania ekonomiczne regulujące produkcję cydrów	20
2.1. Rynek jabłek	20
2.2. Rynek cydrów	27
3. Czynniki warunkujące jakość cydru	37
3.1. Cydr wzorcowy	37
3.2. Skład i właściwości cydrów	43
3.3. Produkcja cydru	44
3.4. Wady cydru	62
3.5. Autentyczność i potrzeba identyfikacji cydru	66
3.6. Znakowanie i etykietowanie	67
4. Cel, hipotezy i zakres pracy	73
4.1. Cel pracy	73
4.2. Zakres pracy	73
4.3. Schemat ideowy pracy	75
5. Materiał badawczy i metodyka	76
5.1. Charakterystyka materiału badawczego	76
5.2. Metodyka badań	79
5.2.1. Oznaczenie barwy	79
5.2.2. Oznaczenie kwasowości czynnej	80
5.2.3. Oznaczenie kwasowości ogólnej	80

5.2.4.	Oznaczenie zawartości witaminy C _____	81
5.2.5.	Oznaczenie całkowitej zawartości polifenoli _____	81
5.2.6.	Oznaczenie całkowitego potencjału antyoksydacyjnego _____	81
5.2.7.	Oznaczenie zawartości ekstraktu całkowitego _____	82
5.2.8.	Oznaczenie przewodności elektrycznej _____	82
5.2.9.	Oznaczenie gęstości _____	82
5.2.10.	Oznaczenie zawartości rozpuszczalnego kwasu szczawiowego _____	82
5.2.11.	Oznaczenie zawartości cukrów i etanolu _____	83
5.2.12.	Analiza sensoryczna _____	84
5.2.13.	Opracowanie statystyczne wyników badań _____	86
6.	Wyniki badań i dyskusja _____	88
6.1.	Cechy fizykochemiczne badanych cydrów _____	88
6.2.	Wyniki analizy sensorycznej badanych próbek cydru _____	116
6.3.	Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi badanych cydrów a deskryptorami analizy sensorycznej _____	125
6.4.	Analiza skupień oznaczonych parametrów fizyko-chemicznych _____	130
6.5.	Analiza skupień przeprowadzonej analizy sensorycznej _____	133
	Podsumowanie i wnioski _____	136
	Spis rysunków _____	138
	Spis tabel _____	140
	Bibliografia _____	143
	Streszczenie w języku polskim _____	165
	Streszczenie w języku angielskim _____	167
	Aneks _____	169

Wykaz stosowanych skrótów i pojęć

- AICV – ang. European Cider and Fruit Wine Association – Europejskie Stowarzyszenie Cydru i Win Owocowych
- b.d. – brak danych
- CPA – całkowity potencjał antyoksydacyjny
- GUS – Główny Urząd Statystyczny
- DPPH – 2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl
- HPLC – ang. high-performance liquid chromatography - wysokosprawna chromatografia cieczowa
- LAB – ang. lactic acid bacteria -bakterie kwasu mlekowego
- jabłecznik = cydr
- Me – mediana
- MLF – ang. malolactic fermentation, fermentacja jabłkowo-mlekowa
- n – liczba prób
- p – wartość prawdopodobieństwa dla testowanych hipotez
- PAT – ang. patulin – patulina
- OEC – ang. The Observatory of Economic Complexity – Obserwatorium Złożoności Ekonomicznej
- R – wartość współczynnika korelacji rang Spearmana
- SD – ang. standard deviation – odchylenie standardowe
- THP – ang. tetrahydropyran – tetrahydropiran
- TPC – ang. total phenolic content – całkowita zawartość polifenoli
- $\bar{x}$ – wartość średnia
- YAN – ang. yeast assimilable nitrogen – azot przyswajalny przez drożdże

Wstęp

Proces fermentowania soków, stosowany ze względu na ich właściwości organoleptyczne oraz odurzające, a także ze względu na znane już wówczas korzyści zdrowotne, był znany na przestrzeni wieków w różnych kulturach (Phillips, 2014). Cydr zaczęto wykorzystywać w XVIII wieku w terapii szkorbutu. W XIX wieku popularyzatorem leczenia jabłecznikiem był Jan Christian Petsch, który opracował własną metodę leczenia wykorzystującą cydr. Następstwem tego był cykl jego artykułów pt. „Jabłecznik jako środek leczący wszelkie słabości”, które ukazały się w 1861 roku w „Przyjacielu Domowym” (Petsch, 1861; Arabas, 2004).

Umiarkowane spożycie alkoholu, definiowane jako maksymalnie dwie jednostki alkoholu dziennie dla mężczyzn i jedna w przypadku kobiet, wiąże się z niższym ryzykiem nadciśnienia, zawału mięśnia sercowego, udaru mózgu, nagłej śmierci sercowej, kamieni żółciowych, pogorszenia funkcji poznawczych i śmiertelności (Linda i in. 2021). Korzyści zdrowotne wynikające ze spożywania małych i umiarkowanych ilości alkoholu wiążą się ze związkami przeciwutleniającymi i przeciwzapalnymi występującymi w tego typu produktach, takich jak powszechnie spożywane we Francji wino (Burr, 1995; Gawlik, 2022). Badania innych autorów wykazały, że napoje fermentowane, w tym cydr, również zawierają podobne biofunkcjonalne związki przeciwutleniające i przeciwzapalne. Zaobserwowano, że umiarkowane spożycie takich funkcjonalnych fermentowanych napojów alkoholowych może zapewnić korzyści zdrowotne, takie jak: zmniejszenie stresu oksydacyjnego, zakrzepicy i stanów zapalnych, obniżenie poziomu cholesterolu LDL i zwiększenie poziomu lipoprotein o dużej gęstości (HDL), poprawę proporcji frakcji cholesterolu, zmniejszenie ryzyka choroby niedokrwiennej serca, udaru niedokrwinnego mózgu i śmiertelności całkowitej, a także zmniejszenie stresu i poprawę nastroju (Cousin i in., 2017; de Gaetano i in., 2016; Klatsky i in. ., 2001; Moran i in., 2021; Redondo i in., 2018; Rotondo i in., 2001; Tsoupras i in. 2020, 2021a; Xi i in., 2017, Zabetakis i in.[red], 2023).

Terminu cydr używa się obecnie w UE w odniesieniu do wielu napojów produkowanych na bazie odpowiednio dobranych jabłek o różnych właściwościach. Cydr może stanowić różne rodzaje produktów, od tych wytwarzanych ze 100 % soku jabłkowego po mieszanki z dodatkiem cukrów. Informacje przekazywane konsumentom są niewystarczające, aby mogli oni dokonać właściwego wyboru przy zakupie (Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady COM, 2023). Istniejące niespójne przepisy mogą prowadzić do nieuczciwej konkurencji, ponieważ nie wszyscy konsumenci są w stanie

odróżnić cydrylic w rozumieniu polskiego ustawodawstwa autentyczne, dlatego też kluczowe wydaje się poznawanie czynników kształtujących ich jakość.

Rozdział pierwszy niniejszej pracy jest o szeroko rozumianej genezie cydrownictwa, przedstawia historię sadownictwa, następnie przybliża historię cydrownictwa na świecie i w Polsce.

W kolejnym rozdziale przedstawiono uwarunkowania ekonomiczne regulujące produkcję cydrów, przybliżono szeroko rozumiane zagadnienia rynku wpływającego na produkcję i sprzedaż cydrów. W rozdziale tym poruszono zagadnienia związane z ewolucją popytu na ten trunek oraz dynamikę rozwoju sektora cydrownictwa. Ponadto zamieszczono w nim średnioroczne wartości produkcji jabłek i cydru w Polsce, Europie i na świecie.

Rozdział trzeci opisuje zagadnienia związane z polskim ustawodawstwem dotyczącym cydru, przybliża definicje i rodzaje cydrów, dozwolone substancje słodzące i dodatki wykorzystywane w jego produkcji. Przedstawia kategorie cydrów ze względu na ich wytrawność oraz przybliża skład i właściwości cydrów, a także szczegółowo opisuje proces technologiczny z uwzględnieniem najpopularniejszych odmian jabłek cydrowych, wykorzystywanych drożdży oraz metod fermentacji. W rozdziale tym ponadto scharakteryzowano autentyczność tego trunku, przyczyny powstawania i przeciwdziałania ewentualnym wadom w czasie jego wytwarzania oraz zasady etykietowania produktu gotowego.

W rozdziale czwartym przedstawiono cel, hipotezy, zakres pracy oraz zaprezentowano jej schemat ideowy.

Rozdział piąty jest szczegółową charakterystyką materiału badanego oraz metodyki przeprowadzonych badań laboratoryjnych i statystycznych.

Ostatni rozdział zawiera zebrane na potrzeby pracy wyniki badań własnych i ich omówienie w odniesieniu do zebranych pozycji literaturowych innych autorów. Zaprezentowano w nim cechy fizykochemiczne, parametry jakości sensorycznej, współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi oraz deskryptorami analizy sensorycznej. Rozdział ten prezentuje także analizę statystyczną uzyskanych wyników badań.

Pracę kończy podsumowanie i wnioski oraz weryfikacja postawionych w pracy hipotez badawczych.

1. Geneza cydrownictwa

Geneza łac. *genesis*, z gr. *gēnesis* „powstawanie, rodzenie się”, według Słownika Języka Polskiego PWN (2021) geneza oznacza czynniki, które złożyły się na powstanie i rozwój czegoś. Poniższy rozdział traktuje o szeroko rozumianej genezie cydrownictwa, przedstawia historię sadownictwa, następnie przybliża historię cydrownictwa na świecie i w Polsce.

1.1. Historia sadownictwa

Jabłko, jako pierwszy owoc pojawia się w religii chrześcijańskiej, kiedy Ewa kosztuje zakazany owoc (Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu, 2012). Twierdzenie, że owocem w Edenie było jabłko wywodzi się z tradycji łacińskiej i może pochodzić od żartobliwego związku między łacińskim wyrazem *malum*, oznaczającym jednocześnie „jabłko”, ale też „zło” (Bellamy, 2019; Lurker, 1994; Puda-Blokesz, 2015). Jabłko od wieków budzi ambiwalentne odczucia, z jednej strony jako roślina życiodajna, z drugiej jako symbol śmierci (Gałka, 2016). Symbolika jabłka jest bardzo bogata - Kopaliński podaje m.in., że jabłko jest symbolem wieczności, Ziemi, życia, zdrowia, wiecznej młodości, płodności, czy początku ale także końca, grzechu i śmierci. (Kopaliński, 1990). Jabłko było także odczytywane jako symbol wywyższenia, rozumiane jako metonimia władzy i poezji (Bellamy, 2019).

Jabłoń należy do roślin wieloletnich należący do rodziny różowatych *Rosaceae* o owocach ziarnkowatych, posiadających małe nasiona w centralnie umiejscowionym gnieździe, które jest chronione miąższem owocu (Miłaszewska, 2007; Kruczyńska, 2003).

Przodkiem znanych odmian jest dzika jabłoń, nazywana dzikim jabłkiem, jabłkiem krabowym, a nawet krabem. Jest to gatunek samopłonny, niski i rozłożysty, o małych, gorzkich i wręcz niejadalnych owocach (Cook, 2018; Kowalik, 2006; Krawczyk, 2018; Kruczyńska, 2003; Roberts, 2003). Współczesne jabłonie pochodzą od dwóch gatunków: jabłoń domowa (*Malus domestica* Borkh.) oraz jabłoń dzika (jabłoń leśna) *Malus silvestris* (L.) Mill (Kruczyńska, 2003).

Jabłka za czasów króla Salomona (I w. p.n.e.), nie przypominały współczesnych owoców były małe, gorzkie i nieładne (Cook, 2018; Roberts, 2003), a to za przyczyną skrzyżowania między innymi z jabłkiem rajskim *Malus pumila*, które w stanie surowym jest niesmaczne, bądź zupełnie nienadające się do jedzenia (Miłaszewska, 2007).



Rys. 1. Teorie pochodzenia pierwszych jabłoni

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [1] Roberts, 2003; [2] Gruhier, 2012; [3] Cook 2018.

Jedna z teorii mówi, że jabłka pojawiły się przed milionami lat w rejonie pomiędzy Morzem Czarnym i Kaspijskim, na południe od Kaukazu (Roberts, 2003). Inne źródła podają, że pierwszymi terenami, które obrodziły w jabłka prawdopodobnie są południowe Chiny, skąd miały rozprzestrzenić się na obszarach o umiarkowanym klimacie na półkuli północnej, docierając na zachód, aż do Europy i na wschód do Ameryki Północnej poprzez Most Lądowy Beringa (współcześnie Cieśninę Beringa) (Kruczyńska, 2003; Cook, 2018). Kolejne źródła podają, że pierwsze jabłka pojawiły się na terenach dzisiejszego Kazachstanu na wschód od największego miasta w tym regionie Ałmaty (Gruhier, 2012). Etymologiczna nazwa tego miasta ma kilka tłumaczeń, ale wszystkie dotyczą jabłek. Nazwa może oznaczać „pełen jabłek”, „bogaty w jabłka”, „jabłoniowa góra” lub „dziadek jabłek” (Krawczyk, 2018). Historia archeologiczna miasta i regionu wokół niego sięga około 1000 roku p.n.e., skąd można wywnioskować, że jabłka istniały na długo przed osadnictwem ludzkim (Gruhier, 2012; Anonim (b,d.). Przywołane teorie umiejscowienia pierwszych jabłoni przedstawiono na rysunku 1.



Rys.2. Pasma górskie Tien Shan

Źródło: (Nash, 2023)

Badania wskazują, że gatunek o nazwie *Malus sieversii* był wspólnym przodkiem dzikiej jabłoni oraz jabłoni uprawnej. Gatunek ten do dziś można spotkać u podnóża gór Tien shan (chiń. 天山; dosł. „Niebiańskie Pasma Górskie”) w Azji Środkowej (rysunek 2). To właśnie tam, w Kazachstanie (Krawczyk, 2018) i Kirgistanie, można odnaleźć ostatnie ślady dzikiej jabłoni. Tereny te są bardzo zagrożone przez wylesianie i zmiany klimatyczne, dlatego pomolodzy dokładają wszelkich starań, aby wnikliwie zbadać i podtrzymać te wyjątkowe ekosystemy (Cook, 2018; Gruhier, 2012).

Uprawianie szlachetnych odmian jabłoni na świecie sięga bardzo odległych czasów. Początkowo ludzie wykorzystywali owoce dzikich jabłoni. W Polsce były to jabłuszka jabłoni leśnej – małe i cierpkie, podczas gdy na terenach rodzimej Azji Środkowej spotykało się dużą różnorodność odmian jabłoni, często wielkoowocowych. W czasach prehistorycznych nasiona jabłek przemieszczały się z ojczystej Azji Środkowej na całą Azję i Europę (Miłaszewska, 2007; Roberts, 2003). Pierwsze świadectwa konsumpcji jabłek (ok. 6500 r. p.n.e.) odnaleziono w stanowiskach archeologicznych w Jerychu - Autonomii Palestyńskiej i Çatal Höyük w Turcji (Gałka, 2016). Wielkoowocowe odmiany jabłoni zostały przetransportowane przez kupców do Palestyny i Egiptu około 4000 lat p.n.e. (Dziubiak, 2006). Jabłoń (*Pyrus sieversii*) po raz pierwszy została opisana w 1833 roku przez Carla Friedricha von Ledeboura, niemieckiego przyrodnika, który zaobserwował jej

istnienie w górach Ałtaj (Krawczyk, 2018). Lokalizację ostatnich współcześnie rosnących naturalnych lasów jabłoni tej odmiany zobrazowano na rysunku 3.

Na przestrzeni lat jabłonie mutowały między innymi pod wpływem zmieniających się warunków klimatycznych. Jednym z nowych gatunków była jabłoń domowa (*Malus silverstris* ssp. *domestica*), która powstała w efekcie krzyżówek *Malus pumila* (jabłka rajskie) z *Malus sylvestris* i *Malus mitis* (Miłaszewska, 2007; Roberts, 2003). Jabłoń domowa to wysokie, rozłożyste drzewo różnorodnych rozmiarów, o szarobrazowej, chropowatej korze i jasnoróżowych kwiatach, z których powstają duże, okrągłe, jadalne owoce (Roberts, 2003).



Rys. 3. Ostanie naturalne lasy jabłoni *Malus sieversii*

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Gruhier (2012)

Dziko rosnące jabłka były znane człowiekowi już w czasach prehistorycznych. Istnieją dowody, że jabłka były znane starożytnym Fenicjanom i Babilończykom (Miłaszewska, 2007; Roberts, 2003). Pierwsze próby uprawy jabłoni rozpoczynały się od selekcji najlepszych siewek jabłoni i przesadzaniu ich z lasów w pobliże domostw. Później rozmnażano jabłonie wegetatywnie metodą szczepienia, które pozwalało na „zaprojektowanie” najcenniejszych odmian jabłoni (Dziubiak, 2006; Miłaszewska, 2007). W Babilonii sztuka szczepienia była znana już ponad 2 tysiące lat p.n.e. Uprawa nowych odmian początkowo bazowała głównie na pozytywnej selekcji siewek pozyskanych drogą naturalnego zapłodnienia (Dziubiak, 2006).

Jabłonie uprawiane z pestek są nieprzewidywalne i nieomal zawsze degenerują, a sztuka szczepienia zawitała do krajów śródziemnomorskich około X wieku p. n. e. (Miłaszewska, 2007; Roberts, 2003). Rzymianie z pewnością uprawiali jabłonie już w I w p.n.e. O uprawie jabłoni i innych drzew pisał Katon Starszy w dziele *De agri cultura*. W starożytnym Rzymie uprawiano około 20 odmian jabłoni (Dziubiak, 2006), inne źródła wskazują na ponad 3 tuziny odmian (Miłaszewska, 2007). Stamtąd odmiany szlachetne trafiły do Europy Zachodniej (Dziubiak, 2006). Pierwsze wzmianki o szczepieniu jabłoni na terenie dzisiejszych Włoch znaleźć też można w pieśni drugiej Georgiki Wergiliusza datowanej na I w. p.n.e., gdzie autor zachęca do szczepienia drzew następującymi słowami:

*Gdy drzewo nie szczepione, gdy wzrasta z nasienia,
Ledwie w nim późny prawnuk doczeka się cienia;
Straci sok pierworodny iabłoń nieszczepiona;
Ledwie ptastwo ieść zechce kwaśne winogrona:
Więc pamiętaj troskliwie drzewa pielęgnować!
W szczepieniu, w przesadzaniu, trudów nie żałować* (Wergiliusz, 1810).

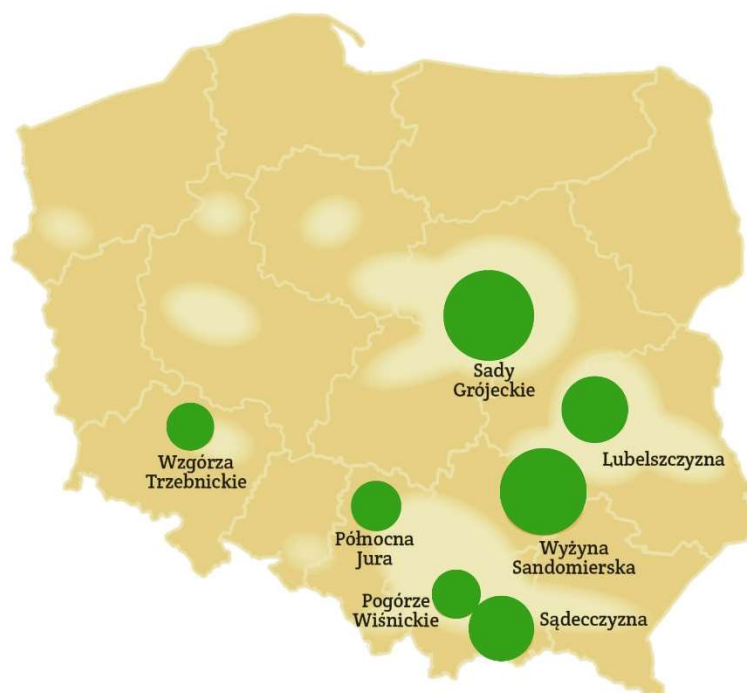
Kolejnym krokiem w uprawie jakościowych jabłek było stosowanie celowego krzyżowani najlepszych odmian, a ostatnio – również wywoływanie zmian genetycznych i stosowanie zasad inżynierii genetycznej (Dziubiak, 2006).

Do XIX wieku w Europie oraz na terytorium Rosji powstało kilka tysięcy odmian jabłoni. Od XVIII wieku na kontynencie amerykańskim rozpoczęła się uprawa jabłoni na wielką skalę (Dziubiak, 2006). Na całym świecie opisano ponad 10 tysięcy odmian owoców jabłoni (Kowalik, 2006; Rejman, 1994). Według źródeł historycznych pieczę nad różnorodnością odmian jabłek „powinien zajmować się dżentelmen, który powinien uprawiać niezwykle lub szczególnie smaczne odmiany jabłek nawet jeśli nie zajmuje się produkcją jabłek cydrowych” (Bellamy, 2019).

Badania genetyczne Wagnera i Weedena (Forsline et al., 2003) wykazały, że w zapoczątkowaniu niektórych odmian cydrowych, o kwaśnych i cierpkich owocach brała udział głównie jabłoń leśna.

Jabłonie z gór Tien-Szan trafiły do Europy Zachodniej we wczesnym Średniowieczu za przyczynkiem Szlaku Jedwabnego łączącego Azję wschodnią z Bliskim Wschodem i Europą (Gruhier, 2012). Zakłada się, że nasiona jabłoni nieświadomie rozsiali kupcy przemierzający się w karawanach po Szlaku Jedwabnym (Dziubiak, 2006; Forsline i in., 2003; Gruhier, 2012). Natomiast do Polski szlachetne odmiany jabłoni trafiły prawdopodobnie dzięki średniowiecznej działalności zakonników, przede wszystkim

cystersów i benedyktynów (Dziubiak, 2006). Jabłonie początkowo były uprawiane w ogrodach królewskich, magnackich, książęcych oraz ogrodach przyklasztornych, a następnie rozpowszechniły się w sadach wiejskich (Dziubiak, 2006; Kowalik, 2006). Z racji tego, że ogrody przyzakonne były małe, konieczne stało się formowanie drzewa i nadawanie koronie odpowiedniego kształtu. Słynne sady sądeckie zaczęły powstawać, gdy tamtejszy proboszcz jako pokutę wskazywał swoim wiernym sadzenie jabłoni (Dziubiak, 2006).



Rys. 4. Największe regiony sadownicze w Polsce

Źródło: <https://apetytnapolskie.com/28-wrzesnia-swiatowy-dzien-jablka/> (dostęp 22.08.2023)

Największe uprawy sadownicze w Polsce stanowią regiony: mazowiecki, lubelski, łódzki, świętokrzyski, wielkopolski i lubuski. Bardzo znane są zagłębia jabłkowe takie jak rejon Grójecko-Warecki na Mazowszu oraz Lubelszczyzna, czy okolice Sandomierza (Anonim, 2020; Anonim, 2019). Na terenie województwa Pomorskiego największym obszarem sadowniczym są tereny powiatu tczewskiego w okolicach Miłobąda (Łukawska, 2013).

1.2. Cydrownictwo na świecie

Jabłka są owocami pochodzącymi z Azji Środkowej, ale brakuje wiarygodnych dowodów na to, że cydr również wywodzi się z tego regionu. W dawnych czasach, w surowym klimacie, ludzie nie trwonili cennych jabłek na wytwarzanie soku, do wytwarzania napojów alkoholowych, ponieważ doceniali wartość odżywczą cukru zawartego w jabłkach i spożywali je na surowo bądź suszyli, aby przedłużyć ich trwałość (Cook, 2018).

Etymologicznego początku słowa cydr, należy doszukiwać się w hebrajskim odpowiedniku napojów alkoholowych - shekhar i jego arabskim sikhar. Z kolei późniejsze greckie sikera i łacińskie sicera, są źródłem hiszpańskiego sidra, angielskiego cider, a także francuskiego cidre (Cook, 2018).

Uważa się, że cydr nie stał się tak powszechny jak wino, ponieważ uzyskanie soku z jabłek wymagało znacznie większego nakładu pracy ze względu na wysoką twardość owoców, podczas gdy sok winogronowy można było uzyskać stosunkowo łatwo. Wraz z rozwojem technologii tłoczenia oliwy, a mianowicie młyna kamiennego i prasy belkowej, rozpoczęto efektywniejsze wyciskanie soku jabłkowego i równolegle rozpoczęto produkcję cydru (Cook, 2018).

Materiały źródłowe, takie jak *Naturalis Historia* Pliniusza Starszego, czy ikonograficzne dowody w postaci mozaik, potwierdzają, że cydr był produkowany w Cesarstwie Rzymskim już od I wieku naszej ery (Cook, 2018). Jabłko uznawano wtedy jako jednoczesny symbol władzy i poezji. Zaś cydr miał łączyć elementy archetypów, tradycji i obrazów z poematu dydaktycznego Wergiliusza - *Georgiki* (Bellamy 2019; Wergiliusz, 1810). Inne źródła lokalizują początki cydrownictwa w Francji, co częściowo może być spójne z przytoczonymi powyżej źródłami ponieważ Cesarstwo Rzymskie we wspomnianym okresie znajdowało się między innymi na terenach dzisiejszej Francji (Schneider, 2015).

Nie znaleziono wielu dowodów sugerujących, że Rzymianie wprowadzili technologię produkcji cydru do Wielkiej Brytanii, można natomiast uznać, że zapoczątkowali oni koncepcję sadownictwa. Istnieje przypuszczenie, że Rzymianie napotkali rdzennych Brytyjczyków, którzy już wytwarzali „prototyp cydru” z dzikich jabłek-krabów. Te małe, gorzkie jabłka nie nadawały się do spożycia bez obróbki, ale wiadomo, że stanowiły część diety wczesnych Brytyjczyków, ponieważ archeolodzy znajdowali ich pestki w pobliżu osad. Grecki historyk Diodorus w I wieku p.n.e. opisywał sytuacje, w których Brytyjczycy

upijali się sfermentowanym trunkiem z miodu lub jabłek, jednakże w literaturze brytyjskiej cydr pojawia się długo po podboju normañskim, który miał miejsce w 1066 roku (Cook, 2018).

W publikacji *Certaine Experiments Concerning Fish and Fruite* z 1600 roku John Taverner jako pierwszy w Wielkiej Brytanii opisuje zalecenia dla sadowników, a także produkcję cydrów. On i wielu późniejszych pisarzy zajmujących się rolnictwem i ogrodnictwem podkreślało znaczenie jabłek i gruszek nie tylko jako elementu diety narodowej, ale także jako surowca do produkcji cydru (Bellamy, 2019). Taverner opisywał, że należy zwiększyć produkcję owoców sadowniczych, aby radykalnie zmniejszyć zużycie słodu przez plantatorów poprzez produkcję cydru i perry dla swoich służących. Uważał także, że cydr i perry „rozgrzewają żołądek jak białe wino i smakują równie przyjemnie”, jednakże znalazł nieliczne dowody na to, że te trunki były powszechnie spożywane przez zamożniejsze warstwy społeczne (Bellamy, 2019). Uważał również, że uprawianie owoców na cydr i gruszczyk jest bardzo zdrowe dla ciał Anglików, zwłaszcza takich, którzy pracują i podróżują (Taverner, 1600).

Pisma Tavernera, Hartliba i Austen niejako deprecjonują konsumpcję importowanych win, jako przeciwieństwo męskich, krajowych trunków takich jak cydr, czy perry. Z kolei Markham i Austen uważali, że konsumpcja cydru jest nacjonalistycznym obowiązkiem brytyjskiego obywatela (Bellamy, 2019).

1.3. Cydrownictwo w Polsce

Cydr, znany od wieków w Polsce pod określeniem jabłecznik, to jabłkowy, lekko musujący napój niskoalkoholowy. Jest on popularny między innymi w Wielkiej Brytanii, północnej Francji, Hiszpanii, Niemczech, Belgii, Irlandii, na Litwie, USA, Kanadzie, RPA, Australii i Nowej Zelandii (Bonin i in., 2008; Cook, 2018; Jolicoeur, 2022; Schneider, 2015).

Historia produkcji cydru w Polsce sięga XVI wieku (Bonin, 2021), nie jest ona tak bogata, jak w Europie, ponieważ przez lata musiała się ona mierzyć z negatywnym postrzeganiem społecznym. W latach 50 XX wieku cydr był klasyfikowany jako trunek podlejszego gatunku (Anonim, 1959). Początkowo był produkowany z dzikich jabłek. Pierwsze polskie przepisy na jabłeczniki/cydry można odnaleźć w książkach z początku XX wieku. Jabłeczniki na przestrzeni lat były określane jako kwas, wino jabłkowe (Mikołuszko, 2017), tanie wino, „Reuberwein” (Anonim, 1959) oraz lekkie wino jabłkowe (Bonin, 2021).

Dawniej jabłecznik był polecany pracującym w polu robotnikom, jako przyjemny i zdrowy napój, który powinien „usunąć używanie osłabiającej gorzałki” (Miarka (red), 1879). Natomiast produkcja „sztucznego cydru”, wyrabianego z soku jabłkowego, spirytusu wody i cukru, była zwalczana w celu przeciwdziałania w Polsce pijaństwu w 1888 roku (Radziejewski (red), 1888). Niska jakość cydru w latach PRL tylko utwierdziła polskich konsumentów, że to trunek „nieciekawny”, gdyż ówczesnie nazywany był on „jabłcokiem” i kojarzony z tanim winem jabłkowym.

Renesans polskiego cydrownictwa rozpoczął się wraz z wejściem w życie ustawy z 2011 roku, w której pojawiła się prawna definicja cydrów i możliwość ich produkcji na szeroką skalę (Bonin, 2021). W 2014 roku wyraźnie wzrosło zainteresowanie polskim cydrem, czego przyczyną było rosyjskie embargo na owoce i warzywa. (Bonin, 2021; Kostrzewski i Miączyński, 2014; Kowalska, 2014). Powstawały nowe wytwórnie cydrów rzemieślniczych, a Polacy chętniej sięgali po ten trunek. Rysunek 5 przedstawia aktualną mapę polskich cydrowni rzemieślniczych. Popularność cydrów w Polsce przejawia się także pojawiającymi się nowymi wydarzeniami skupiającymi się na cydrownictwie. Poniżej przedstawiono przykłady niektórych wydarzeń i nagród związanych z polskimi cydami:

- Lubelskie Święto Cydru 2014 -2019 (Polonis, 2019),
- Konkurs Polskich Win i Cydrów ENOEXPO® (Anonim., 2023),
- Złot Cydrowników Autorskich 2014, 2015, 2016 (Kostrzewa, 2016),
- Festiwal Polski Cydr Online 21-23 maja 2020 (Anonim, 2020a),
- Festiwal Piwa, Wina i Cydru w Pałacu Kultury i Nauki, Warszawa 18-19.12.2021 (Anonim, 2021b),
- Cydr i Miód nad Odrą 1-2 kwietnia 2023 r. (<http://cydrimiod.pl/>, dostęp 19.09.2024),
- Festiwal Cydrówka 30 maja 2024 r. (<https://cydrowka.pl/>, dostęp 23.05.2024).



Rys. 5. Mapa polskich cydrowni rzemieślniczych

Źródło: Anonim, 2024b.

Od 2014 roku polskie cydry wielokrotnie zdobywały nagrody i wyróżnienia podczas polskich i międzynarodowych targów i konkursów. Jako przykład można wymienić cydrownię Chyliczki, której cydry w latach 2015-2023 zdobyły 39 nagród i wyróżnień. O wyjątkowych walorach nagrodzonego złotym medalem w 2017 roku cydru Chyliczki Lodowa Beczka na łamach Forbes pisał Micallef (2021). Wspomniany cydr został opisany w oficjalnych notatkach degustacyjnych jako posiadający bardzo bogate aromaty dębowe, pełen charakteru z niesamowitymi smakami tostów, wosku pszczelego, pieczonego jabłka, wanilii, fig i śliwek.

Polskie cydry zdobyły także inne nagrody i wyróżnienia:

- British Cider Championship: cydrownia Kwaśne Jabłko,
- Cider Museum, Hereford, Wielka Brytania: Chyliczki,
- Greater Poland Cider Cup, Poznań: Chyliczki,
- International Hall of Gala Ciders / SISGA, Gijon, Asturia, Hiszpania: cydrownia Chyliczki, Ambra S.A., Ignaców,
- International Wine & Spirit Competition Cider Tasting: cydrownia Chyliczki,
- Kukbuk, Warszawa: cydrownia Chyliczki,

- Laur Marszałka Województwa Mazowieckiego, Warszawa: cydrownia Chyliczki,
- Międzynarodowe Targi Wina w Krakowie EnoExpo: cydrownia Chyliczki, Kwaśne Jabłko, Tabun,
- Nagroda Pomme d'Or na międzynarodowych targach Apfelwein we Frankfurcie: cydrownia Kwaśne Jabłko,
- Nordic International Cider Awards, Ryga, Łotwa: cydrownia Chyliczki,
- Royal Bath & West Show Royal Bath and West Show (największe targi rolnicze w Wielkiej Brytanii): cydrownia Ignaców, Chyliczki, Kwaśne Jabłko, Krzysztof Winnicki, Ambra S.A oraz Winnica Wieliczka (Anonim, 2017; Anonim., 2019b, Anonim., 2023; Anonim., 2024; Krawczyk, 2022).

Na terenie Polski powstaje coraz więcej miejsc, w których można zakupić cydry rzemieślnicze, oraz miejsc gdzie sprzedawane są cydry lokalne produkowane na potrzeby konkretnej restauracji. Na terenie Trójmiasta pierwsza cydrownia rzemieślnicza powstała w Otominie w 2018 roku (Olkowska, 2018). W Warszawie powstała pierwsza cydrownia w Polsce, z kolei w Trójmieście powstała największa w Polsce pijalnia cydrów, gdzie zebrano blisko 30 rodzajów cydru z różnych zakątków świata (Śmigiel, 2017; <https://www.hotelsadova.pl/restauracja/pijalnia-cydrow>, dostęp 13.09.2024).

Przed pandemią COVID-19 obserwowano zjawisko upowszechnienia się zachodniego modelu picia napojów alkoholowych, który wypierał model wschodni - Polacy pili sporo, ale coraz częściej sięgali po trunki o niższej zawartości alkoholu, takie jak wino i piwo, natomiast zmniejszało się spożycie alkoholi mocniejszych. W trakcie pandemii trend się odwrócił – jako populacja pijemy mniej, ale osoby, które wcześniej piły alkohol, piją go więcej. Problem ten dotyczy szczególnie osób pijących na umór (przed pandemią zjawisko dotyczyło 2,3% pijących, w trakcie pandemii odsetek ten wzrósł do 2,9 % i nadal się utrzymuje (Grzela, 2023). Trend ten potwierdzają badania Chodkiewicza (2022) przeprowadzone w czasie pierwszej fali pandemii COVID-19 w 2020 roku. Osoby pijące alkohol (19%) podały, że piją go więcej niż przed pandemią. Wynik ten był zbliżony do badań zagranicznych, przeprowadzonych w tym samym czasie. Jednocześnie te same badania wskazywały, że większość pijących alkohol nie zmieniło sposobu picia w czasie pandemii, a część konsumentów zmniejszyła konsumpcję alkoholu. Przyczyny tych trendów wymagają dalszych badań.

Jak podaje Nielsen piwo w Polsce w 2020 roku stanowiło 87% wolumenu (wielkości kategorii w litrach) sprzedaży wszystkich napojów alkoholowych Anonim (2021a). Sprzedaż piwa w Polsce spada od pięciu lat, jednak w 2023 roku zanotowano największą

obniżkę, spadek o 6,1% (Kaźmierczak, 2024). Na drugim miejscu w 2020 roku była wódka (7% wolumenu całego koszyka alkoholi), zaś na trzecim plasowało się wino. Sprzedaż wina w 2020 roku zwiększyła się wolumenowo prawie dwukrotnie (+8%) niż rok temu. Dynamicznie rozwijającymi się kategoriami były rum (+30%), gin (+26%), tequila (+20%) oraz whisky (+15%). Natomiast najszybciej spadającymi kategoriami były cydry (-21%) i gotowe drinki (-15%). Obserwowane dynamiki wzrostów i spadków sprzedaży są kontynuacją długoletnich trendów, trudno zatem wnioskować, czy zmiany te dokonały się pod wpływem pandemii, czy trendów społecznych (Nielsen; Anonim, 2021a).

2. Uwarunkowania ekonomiczne regulujące produkcję cydrów

W tej części pracy przedstawiono uwarunkowania ekonomiczne regulujące produkcję cydrów, przybliżono szeroko rozumiane zagadnienia rynku wpływającego na produkcję i sprzedaż cydrów. Cydrownictwo nie jest tak wysoko rozwinięte, jak winiarstwo, czy piwowarstwo, należy jednak podkreślić, że istnieje wiele podobieństw między nimi (Outreville i in, 2022). Z racji tego, że nie ma jednolitej międzynarodowej definicji cydru, produkcja cydru różni się ze względu na kluczowe kryteria, które mają duży wpływ na koszty produkcji i jakość produktu. Należą do nich minimalna zawartość soku jabłkowego, dodanie lub niedodanie wody, cukru bądź alkoholu (Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady COM, 2023).

Produkcja cydrów podlega naturalnym zależnościom ekonomicznym, uwarunkowanym między innymi zachowaniami konsumentów, które Solomon (2006) definiuje jako proces wyboru, kupna, użytkowania, akceptowania lub odrzucania produktów w celu zaspokojenia potrzeb lub pragnień przez jednostkę lub grupę. W ostatnich latach zachowania te zróżnicowały rynek cydrów w bardzo dynamiczny sposób. W poniższym rozdziale poruszono zagadnienia związane z ewolucją popytu na ten trunek oraz dynamikę rozwoju sektora cydrownictwa oraz przedstawiono średnioroczną wartość produkcji jabłek i cydru w Polsce, Europie i na świecie.

2.1. Rynek jabłek

Jabłka zajmują trzecią pozycję wśród owoców w skali światowej, jeśli chodzi o wielkość produkcji. Więcej produkuje się jedynie bananów i arbuzów. Według danych Statista w 2021 r. produkcja jabłek wynosiła 93,14 milionów ton (Anonim, 2022). Blisko połowa jabłek produkowana jest w Chinach, drugie miejsce w skali światowej zajmują Stany Zjednoczone Ameryki, natomiast od 2012 roku na trzecim lub czwartym miejscu (przed lub za Turcją w zależności od roku) plasuje się Polska. W Unii Europejskiej od 2011 roku jesteśmy liderem w produkcji jabłek (Płocharski i in., 2019; Rocznik statystyczny rolnictwa 2013-2021). Polska od lat jest potęgą sadowniczą, która dysponuje infrastrukturą do produkcji winiarskiej bazującej na owocach (Anonim, 2019a). Dynamikę rozwoju rynku sadowniczego na świecie przedstawiono na rysunku 4.

Jabłoń *Malus* (Mill.) jest wiodącym w Polsce gatunkiem sadowniczym. Jabłoń jest gatunkiem owocowym uprawianym prawie na obszarze całego kraju (Kruczyńska, 2003).

Produkcja jabłek w Unii Europejskiej w roku 2023 wyniosła 12,2 miliona ton (<https://fas.usda.gov>, dostęp 23.05.2024). Jeżeli chodzi o powierzchnie sadów w UE, około 1/3 powierzchni sadów jabłkowych w UE znajduje się w Polsce – 160 800 ha (Cook, 2017). Szacuje się, że polski potencjał produkcyjny wynosi ponad 5 mln ton jabłek rocznie, co stanowi blisko 25% produkcji jabłek w Europie. Natomiast w parametrach eksportowych przyjmuje się, że co drugie jabłko wywożone poza Unię Europejską pochodzi z Polski (Pakuła i in., 2018).

W latach 2012–2017 sady jabłoniowe w Unii Europejskiej rozwijały się prężnie. Ich powierzchnia powiększyła się o 23 900 ha, przy czym większość tej ekspansji miała miejsce w Polsce (+17 700 ha, +12%), następnie w Rumunii (+3800 ha, +12%) i Włoszech (+3 600 ha, +7 %). Odnotowano także znaczne redukcje powierzchni sadów w Czechach (2700 ha, -24 %) i na Słowacji (-1 500 ha, -39 %) (Cook, 2017). Prognozy zakładają, że polskie sadownictwo będzie się wciąż rozwijało dzięki wprowadzaniu nowych, wysokowydajnych karłowatych odmian jabłoni, ulepszaniu upraw oraz przeniesieniu produkcji do najefektywniejszych dla sadownictwa regionów (EC, 2020). Udział i miejsce Polski w produkcji jabłek na świecie przedstawiono w tabeli 1.

Tab.1. Udział i miejsce Polski w produkcji jabłek na świecie

Rok	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Udział na świecie w %	2,6	3,3	3,8	3,8	4,3'	4,3'	4,0	2,9	4,6	3,5	4,1	4,4	4,9*
Miejsce na świecie	6	5	4	4	bd	bd	3	4	3	4	4	4	bd

*Źródło: opracowanie własne na podstawie Rocznik statystyczny rolnictwa 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2023, *<https://fas.usda.gov>*

W latach 2012–2017 najpopularniejszymi odmianami nowo posadzonych jabłoni w Unii Europejskiej były Gala i Jonagold (każda zajmowała 14% powierzchni nowo zasadzonych sadów), a następnie Golden Delicious (10%) i Idared (8%). Popularność odmian drzew na nowych plantacjach wyglądała następująco:

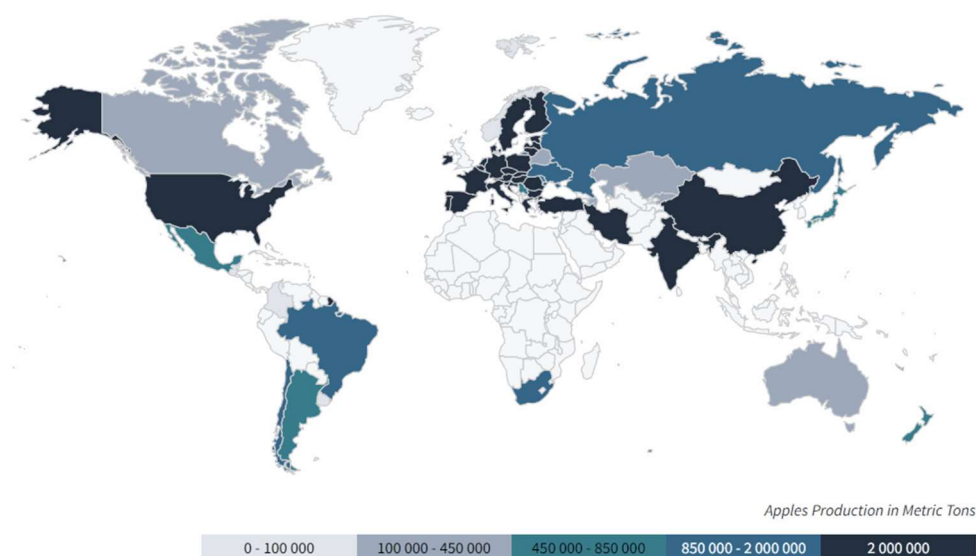
- Gala - wschodnia Polska, północne Włochy i Portugalia;
- Jonagold/Jonagored - Polska Wschodnia;
- Golden Delicious - głównie w północno-wschodnie Włochy, oraz wschodnia Hiszpanii, Portugalia, a także wschodnie Węgry i Polska;
- Idared - głównie we wschodniej Polsce i Węgry (Anonim., 2019c)

Od czasu akcesji do Unii Europejskiej obserwuje się statystyczny spadek spożycia jabłek w naszym kraju. W roku 2003 przeciętne roczne spożycie jabłek w przeliczeniu na jedną osobę wynosiło 23,76 kg i spadało do poziomu około 15 kg w latach 2010-2012 (Kapusta, 2014). Według danych Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej, który opiera się na danych GUS, w ostatnich latach spożycie jabłek w gospodarstwach domowych utrzymuje się na poziomie 11-12 kg rocznie. W 2021 roku wyniosło ono 11,1 kg. W tabeli 2 przedstawiono zbiory owoców z drzew ogółem i jabłek w Polsce w latach 2013-2022 w tysiącach ton, zaś na rysunku 6 produkcję jabłek na świecie w 2023 roku.

Tab.2. Zbiory owoców z drzew ogółem i jabłek w Polsce w latach 2013-2022

Rok	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Owoce z drzew ogółem [tys. t.]	3522	3620	3582	4065	2656	4495	3456	3949	4494	4763
Jabłka [tys. t.]	3085	3195	3169	3604	2441	4000	3081	3555	4067	4265

Źródło: opracowanie własne na podstawie Mały rocznik statystyczny 2022, Rocznik Statystyczny Rolnictwa 2016, 2018, 2021, 2023



Rys.6. Produkcja jabłek na świecie w 2023 roku

Źródło: <https://fas.usda.gov>

Polska, dzięki doskonałym warunkom glebowym i klimatycznym (m.in. prawidłowa proporcja ilości dni chłodnych do ciepłych) (Unia Owocowa, 2023; Anonim., 2019a)

wypracowała sobie pozycję lidera w produkcji jabłek o wyjątkowej jakości. Intensywny smak i chrupkość polskich jabłek to wynik między innymi odpowiednich warunków uprawy. W obliczu rosnących wyzwań klimatycznych, takich jak anomalie pogodowe (powodzie, przymrozki, czy fale upałów), które coraz częściej dotykają Europę, Polska nie należy do krajów najbardziej na nie narażonych. Jest to istotna przewaga rynkowa, która powinna być eksponowana w międzynarodowych relacjach handlowych, poprzez podkreślanie stabilności i niezawodności polskiego sektora sadowniczego (Unia Owocowa, 2023). W tabeli 3 przedstawiono produkcję jabłek w Polsce w porównaniu z Unią Europejską w latach 2013-2022.

Tab.3. Produkcja jabłek w Polsce vs UE w latach 2013-2022

Rok	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Jabłka [tys. t.] Polska	3085	3195	3169	3604	2441	4000	3081	3555	4067	4265
Jabłka [tys. t.] UE	11730	13600	12500	12500	9800	14800	11900	11900	12300	12700
Udział %	26,3	23,5*	25,4*	28,6	24,2	28,9	28,9	30	32,8	33,6*
Miejsce w UE	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1*

*Źródło: opracowanie własne na podstawie Rocznik statystyczny rolnictwa 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2023, *<https://fas.usda.gov>.*

Polska jest trzecim producentem jabłek na świecie po USA i Chinach (ok. 3 mln ton, a w latach 2018, 2021, 2022 nawet 4 mln ton rocznie) oraz pierwszym w Unii Europejskiej (Kowalczyk, 2019; Rocznik statystyczny rolnictwa 2013-2023). W 2023 roku zbiory jabłek wyniosły ok. 3,8 mln ton co stanowi o 9% mniej w porównaniu z rokiem poprzednim (<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/jablka>, dostęp 24.05.2024). W latach 2004–2013 w polskim handlu zagranicznym jabłkami odnotowano dynamiczny wzrost wielkości oraz wartości wywozu. Eksport jabłek wzrósł w tym czasie prawie 2,8 razy (z 434 tys. ton do 1230 tys. ton). Jego wartość zwiększyła się z 90 mln EUR do 447 mln EUR (tj. prawie 5-krotnie) i stanowiła 40-60% wartości eksportu owoców. Po akcesji Polski do UE wywoziliśmy rocznie od 17% do 43% krajowej produkcji jabłek. Natomiast na przestrzeni lat 2004-2023 zwiększyliśmy eksport tych owoców z ok 415 mln zł w 2004 roku do ponad 1.827 mln zł w 2023 roku. Polska jest siódmym największym eksporterem jabłek na świecie (drugim w UE) i drugim największym eksporterem koncentratu jabłkowego na świecie (Dobrowolski i in., 2024).

Przed 2014 rokiem głównymi zagranicznymi rynkami zbytu polskich jabłek były kraje Wspólnoty Niepodległych Państw, przede wszystkim Rosja. W 2013 roku eksport jabłek

do tego kraju stanowił 55% całego wolumenu eksportu tych owoców (Rynek owoców w Polsce, 2014). Polskie jabłka są w dużej części sprzedawane za granicę, w tym ok. 50-70% właśnie do Rosji – w 2013 roku było to 700 tysięcy ton tych owoców (Trajer i Dyngus, 2014). Rosyjskie embargo na owoce i warzywa z 2014 roku bardzo zagroziło polskiemu sadownictwu (Kostrzewski i Miączyński, 2014; Kowalska, 2014). W 2013 roku polskie jabłka były eksportowane głównie do Rosji (56%) oraz do Białorusi (10,45%), Ukrainy (4,83%), Niemiec (4,45%) i Kazachstanu (3,50 % wartości eksportu) - tabela 4, natomiast w roku 2022 głównymi rynkami zbytu polskich jabłek był Egipt (12,84%), Rumunia (8,86%), Niemcy (7,28%), Kazachstan (6,69%), Białoruś (5,09% wartości eksportu) – tabela 5. Na przestrzeni lat 2013-2022 eksport polskich jabłek do trzech głównych odbiorców spadł o 97,97% do Rosji, 73,93% do Białorusi oraz o 99,11% do Ukrainy (<https://oec.world/en/profile/hs/apples-fresh>, dostęp 20.05.2024). Po inwazji Rosji na Ukrainę w 2022 roku produkcja jabłek zmniejszyła się o 11,7% rok do roku i wyniosła 1119120 ton jabłek. Ukraina była 13. największym producentem jabłek na świecie, a jej udział w światowej produkcji zmniejszył się do 1,2% (Dobrowolski i in. 2024)

Tab. 4. Zmiana wartości eksportu polskich jabłek na przestrzeni lat 2013-2022 do 10 największych rynków zbytu wg wartości eksportu w 2013 roku

Kraj	Wartość eksportu w 2013 roku [\$]	Wartość eksportu w 2013 roku [%]	Wartość eksportu w 2022 roku [\$]	Wzrost wartości eksportu [\$]	Wzrost wartości eksportu [%]
Rosja	341951369	56,48	6935578	-335015791	-97,97
Białoruś	63271812	10,45	16495699	-46776113	-73,93
Ukraina	29266679	4,83	260221	-29006458	-99,11
Niemcy	26934184	4,45	23576801	-3357383	-12,47
Kazachstan	21185085	3,50	21666318	481233	2,27
Francja	13665481	2,26	8694414	-4971067	-36,38
Rumunia	13261022	2,19	28694067	15433045	116,38
Litwa	10411031	1,72	9144015	-1267016	-12,17
Czechy	9931374	1,64	11511481	1580107	15,91
Hiszpania	9448052	1,56	7527824	-1920228	-20,32

Źródło: <https://oec.world/en/profile/hs/apples-fresh> (dostęp 20.05.2024)

Konsekwencją rosyjskiego embarga na polskie jabłka stało się rozszerzenie kierunków eksportu, np. do Azji, do której w 2013 roku trafiało około 4% owoców, w 2016 5,5%,

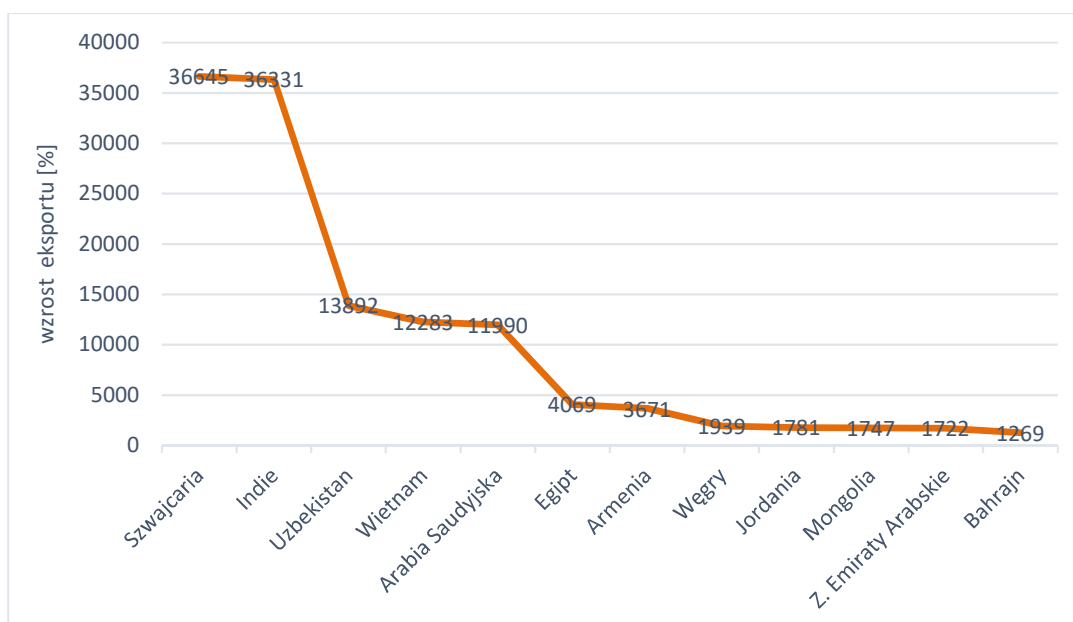
natomiast w 2022 roku aż 22 % wartości naszego eksportu ogółem (Anonim, 2018). Eksport polskich jabłek w analizowanym 10-leciu uległ zmniejszeniu o 46,5% (spadek z 605M\$ w 2013 roku do 324M\$ w 2022 roku). Embargo przyczyniło się do zmiany rynków zbytu polskich jabłek poza EU, które można podzielić na dwie grupy państw – rzeczywistych i potencjalnych odbiorców. Pierwsza grupa, to kraje, z którymi dotychczas Polska współpracowała w niewielkiej skali (od 0,1 – 3,5% eksportu ogółem w 2013 roku), a w obliczu embargo zdecydowała się zintensyfikować współpracę np. Egipt (+4069%), Serbia (+123%), Wielka Brytania (+49%), Kazachstan (+2,27%), Mongolia (+1747%). Druga grupa odbiorców przed embargiem stanowiła marginalny udział eksportu (poniżej 0,06% eksportu ogółem), a obecnie odnotowuje się w tych krajach wzrost zainteresowania polskimi jabłkami np. Jordania (+1781%), Zjednoczone Emiraty Arabskie (+1722%), Czarnogóra (+427%), Indie (+36331%), Arabia Saudyjska (+11990%) (<https://oec.world/en/profile/hs/apples-fresh>, dostęp 20.05.2024; Ambroziak, 2017).

Tab. 5. Zmiana wartości eksportu polskich jabłek do 12 największych rynków zbytu wg wartości eksportu w 2022 roku na przestani lat 2013-2022

Kraj	Wartość eksportu w 2022 roku [\$]	Wartość eksportu w 2022 roku [%]	Wartość eksportu w 2013 roku [%]	Wartość eksportu w 2013 roku [\$]	Wzrost wartości eksportu [\$]	Wzrost wartości eksportu [%]
Egipt	41613656	12,84	0,16	998175	40615481	4068,97
Rumunia	28694067	8,86	2,19	13261022	15433045	116,38
Niemcy	23576801	7,28	4,45	26934184	-3357383	-12,47
Kazachstan	21666318	6,69	3,50	21185085	481233	2,27
Białoruś	16495699	5,09	10,45	63271812	-46776113	-73,93
Mongolia	12073351	3,73	0,11	653625	11419726	1747,14
Indie	11814129	3,65	0,01	32429	11781700	36330,75
Czechy	11511481	3,55	1,64	9931374	1580107	15,91
Węgry	11246480	3,47	0,09	551581	10694899	1938,95
Holandia	10804479	3,33	0,83	5012094	5792385	115,57
Wielka Brytania	10766248	3,32	1,19	7229896	3536352	48,91
Szwecja	10748756	3,32	0,99	5989599	4759157	79,46

Źródło: <https://oec.world/en/profile/hs/apples-fresh> (dostęp 20.05.2024)

Na rysunku 7 zobrazowano zmianę wartości eksportu polskich jabłek do krajów o największym przyroście % eksportu na przestani lat 2013-2022.



Rys. 7. Zmiana wartości eksportu polskich jabłek do 12 rynków zbytu o największym przyroście % eksportu na przestrzeni lat 2013-2022

Źródło: <https://oec.world/en/profile/hs/apples-fresh> (dostęp 20.05.2024)

Zaskakująco, działanie embarga przyczyniło się także do szerszej promocji polskiego sadownictwa w Polsce, gdyż nagłośniło problem braku rynku zbytu. Polacy zaczęli interesować się rodzimą produkcją jabłek oraz sposobami na rozwiązanie problemu nadwyżki produkcji i solidaryzując się z sadownikami kupowali polskie jabłka (Frącek, 2012; Kostrzewski i Miączyński, 2015; Nawirska i in., 2009).

W opublikowanym przez Komisję Europejską przeglądzie dotyczącym perspektywy rozwoju rynku jabłek w okresie 2017-2030 pojawiła się prognoza zmniejszenia powierzchni produkcyjnej, co w połączeniu ze wzrostem wydajności produkcji doprowadziłoby do ustabilizowania produkcji jabłek w UE (szczególne znaczenie będzie miała tu Polska). Przewiduje się, że polskie sady jabłoniowe prawdopodobnie przejdą dalszą restrukturyzację, której głównym celem będzie karczowanie starych sadów i zastąpienie niektórych odmian nowymi, dostosowanymi do nowych preferencji konsumentów i nowych metod produkcji. Zmienione przede wszystkim muszą być odmiany, które wcześniej były przeznaczone na rynek rosyjski (EU Agricultural Outlook for the Agricultural Markets and Income 2017-2030).

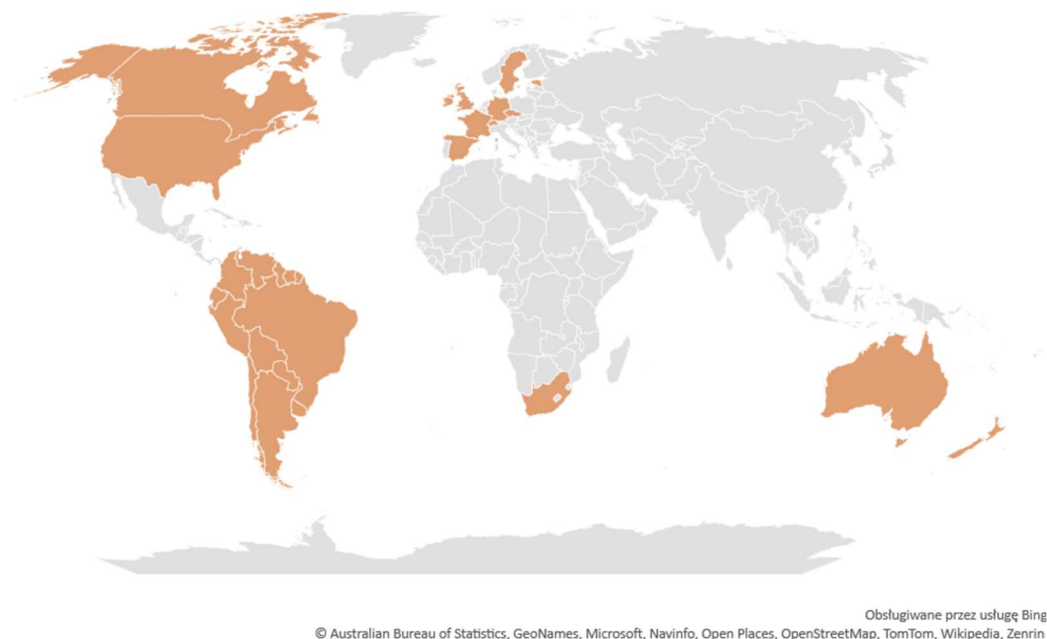
W nadchodzącej dekadzie spodziewany jest nieznaczny wzrost spożycia owoców i warzyw, głównie ze względu na ich walory zdrowotne jak i rosnącą dostępność tych produktów. Jednakże wskazano, że konsumpcja świeżych jabłek może utrzymać się na stałym poziomie, ze względu na wybieranie przez konsumentów innych owoców

np. tropikalnych, czy jagodowych. W latach 2010-2018 konsumpcja świeżych jabłek spadała o ok 1% rocznie, spożycie jabłek do 2030 roku powinno utrzymać się na stabilnym poziomie wynoszącym około 13,2 kg na mieszkańca (EU Agricultural Outlook for the Agricultural Markets and Income 2017-2030).

2.2. Rynek cydrów

Według Nielsen w roku 2020, łączna wartość rynku napojów alkoholowych w Polsce wynosiła 39,26 mld zł. Sprzedaż piwa stanowiła 45,76% tego rynku i miała wartość 17,96 mld zł, zaś sprzedaż wódki odpowiadała za 34% rynku o wartości 13,35 mld zł, wina stanowiły 9,23% rynku (3,62 mld zł), natomiast cydr tylko 0,13% (49,4 mln zł) (Klimkiewicz i in., 2021). Piwo dominuje także w wolumenie sprzedaży detalicznej, w 2020 roku, stanowiło ono 86,6% wolumenu sprzedaży napojów alkoholowych, wódka 7,14%, wino 4,48%, zaś cydr 0,12%. (Klimkiewicz i in., 2021; Bartoszewicz i Obłąkowska, 2021).

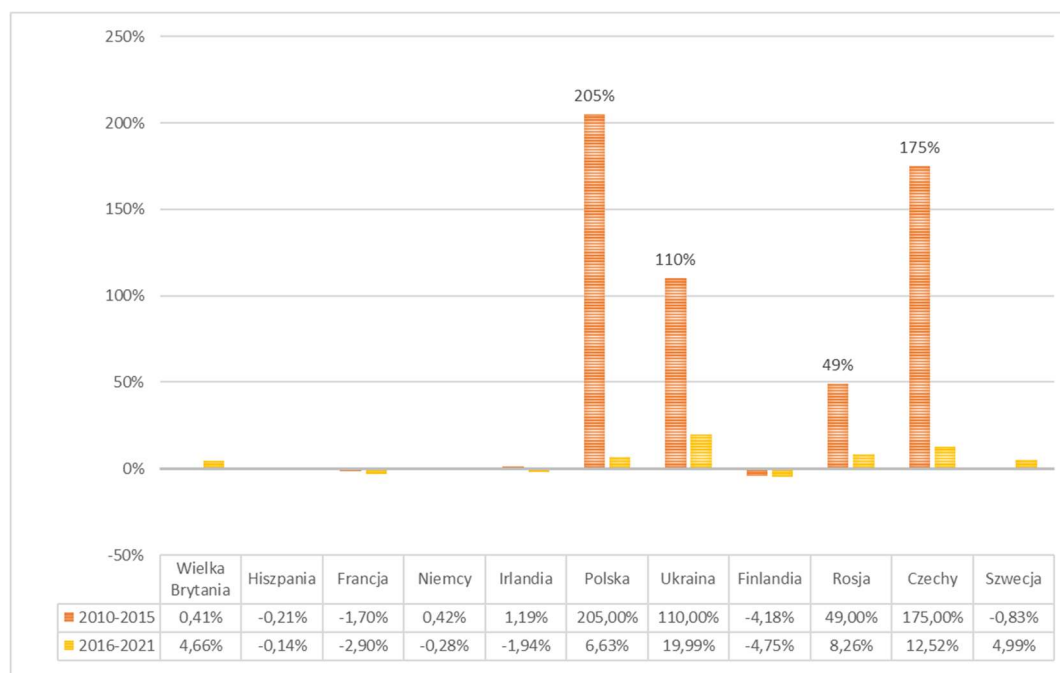
Cook wyszczególnia największych producentów cydru na świecie z podziałem na następujące regiony (rysunek 8): Wielka Brytania, Irlandia, USA, Kanada, Francja, Hiszpania, Europa Północna i Środkowa, Australia, Nowa Zelandia, Republika Południowej Afryki oraz Ameryka Południowa (Cook, 2018).



Rys. 8. Najważniejsze regiony produkujące cydr na świecie

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Cook (2018).

Definicja cydru pojawiła się w polskich regulacjach prawnych dopiero w 2011 roku (Anonim, 2019a). Przełomowym rokiem dla cydrownictwa był rok 2013, kiedy to wprowadzono obniżkę akcyzy z 158 zł do 97 zł od hektolitra cydru o zawartości alkoholu poniżej 5%, co zrównało tę akcyzę z istniejącą w produkcji piwa (Węglewski, 2017). Decyzja o wyodrębnieniu niższej stawki podatku akcyzowego stała się impulsem do rozpoczęcia produkcji przez rodzimych przedsiębiorców. Pomimo dawnych tradycji, cydr jest w Polsce zupełnie nowym produktem (Anonim, 2019a).



Rys. 9. Średni skumulowany wskaźnik rocznego wzrostu produkcji cydru w latach 2010-2021 w europejskich krajach z największą produkcją cydru*

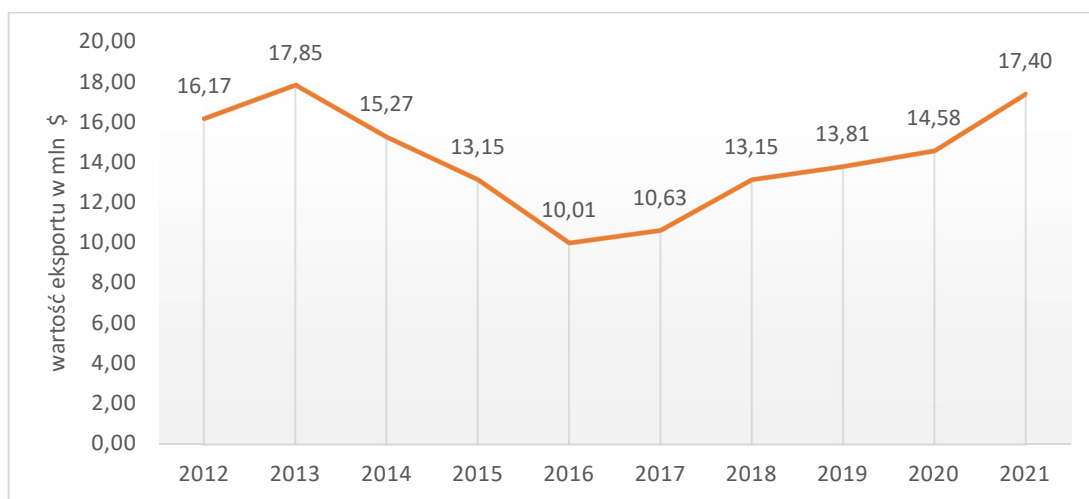
* Obejmuje cydry smakowe zdefiniowane w AICV

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *European Cider Trends 2016, 2022, The European Cider & Fruit Wine Association, Global Data*

W pierwszych latach po 2013 roku, polski rynek cydru rósł bardzo dynamicznie (rysunek 9), w 2016 roku za produkcją nie nadążała konsumpcja, natomiast w 2017 i 2018 roku zaobserwowano znaczny spadek jego produkcji. Natomiast na świecie segment ten rozwija się intensywnie. Według analiz Allied Market Research, do 2023 roku może nastąpić 6,1 % globalny wzrost produkcji rok do roku. Prognozy przewidują, że w 2023 roku wartość tego rynku osiągnie 16,252 mln \$. To największy wzrost na obecnym rynku alkoholowym (Anonim, 2019a). Najnowsze analizy pokazują jednak, że w Polsce prognozy

te nie sprawdziły się, gdyż cydr w 2020 roku wolumenowo osiągnął największy spadek wśród wszystkich kategorii napojów alkoholowych (Nielsen; Anonim, 2021a).

Wartość eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych (w tym cydru) w Polsce przedstawiono na rysunku 10.



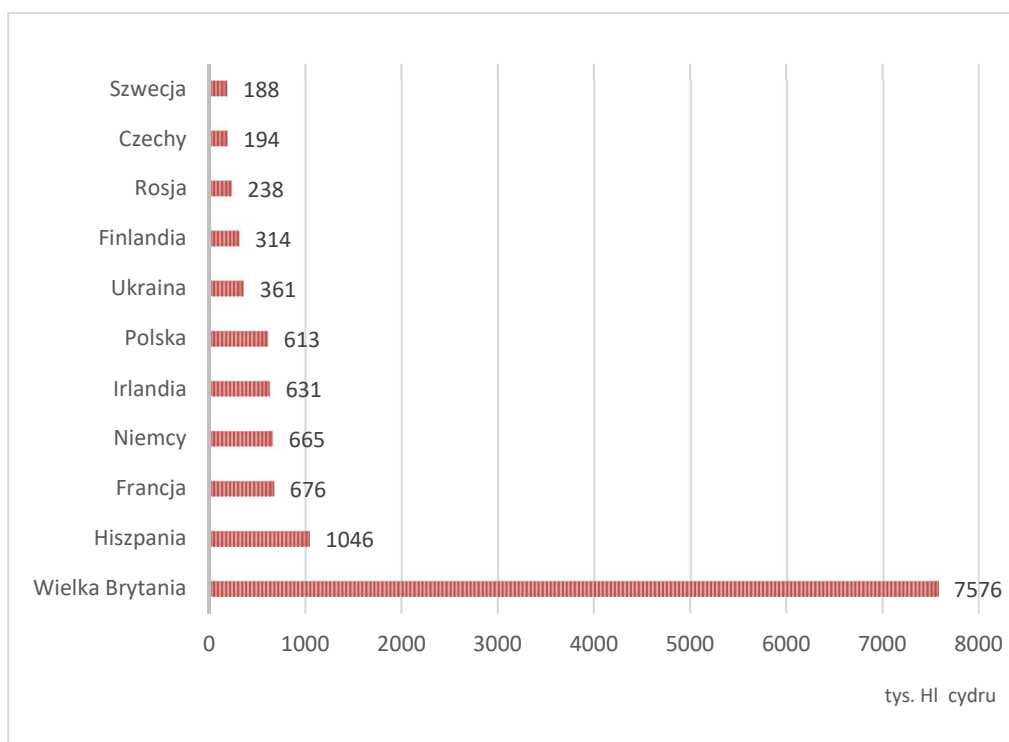
Rys. 10. Wartość eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) w Polsce w latach 2012-2021

Źródło: Opracowanie własne na podstawie

https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/show/all/4220600/2020/.

Przed 2013 rokiem cydry w Polsce praktycznie nie były dostępne na półkach sklepowych, a Polacy znali je głównie ze swoich podróży zagranicznych. Liderami rynku europejskiego są: Wielka Brytania, Hiszpania i Francja (rysunek 11). Aby dołączyła do nich również Polska, niezbędne jest zwiększenie świadomości konsumentów i ugruntowanie pozycji marek cydrów. Cydrownicy od lat mają problem ze spopularyzowaniem informacji o cydrach, które jako napój winiarski nie mogą być reklamowane, w przeciwieństwie do piwa. Sytuacja ta wpływa negatywnie na jakość produktów na rynku, ponieważ producenci branży browarniczej korzystają z możliwości reklamy swoich produktów oraz niskiej wiedzy na temat cydrów i oferują polskim konsumentom cydropodobne piwa. W ten sposób browarnicy przejęli istotną przestrzeń rynku i w znacznym stopniu utrudnili rozwój prawdziwego cydrownictwa w Polsce. W celu wsparcia polskiego cydrownictwa Związek Pracodawców Polska Rada Winiarstwa wnioskuje o wprowadzenie zerowej stawki akcyzy na cydr. Cydrownicy uważają, że bez

wsparcia w tym zakresie, w aktualnych warunkach, rozwój sektora cydrów jest wręcz niemożliwy (Anonim, 2019a).



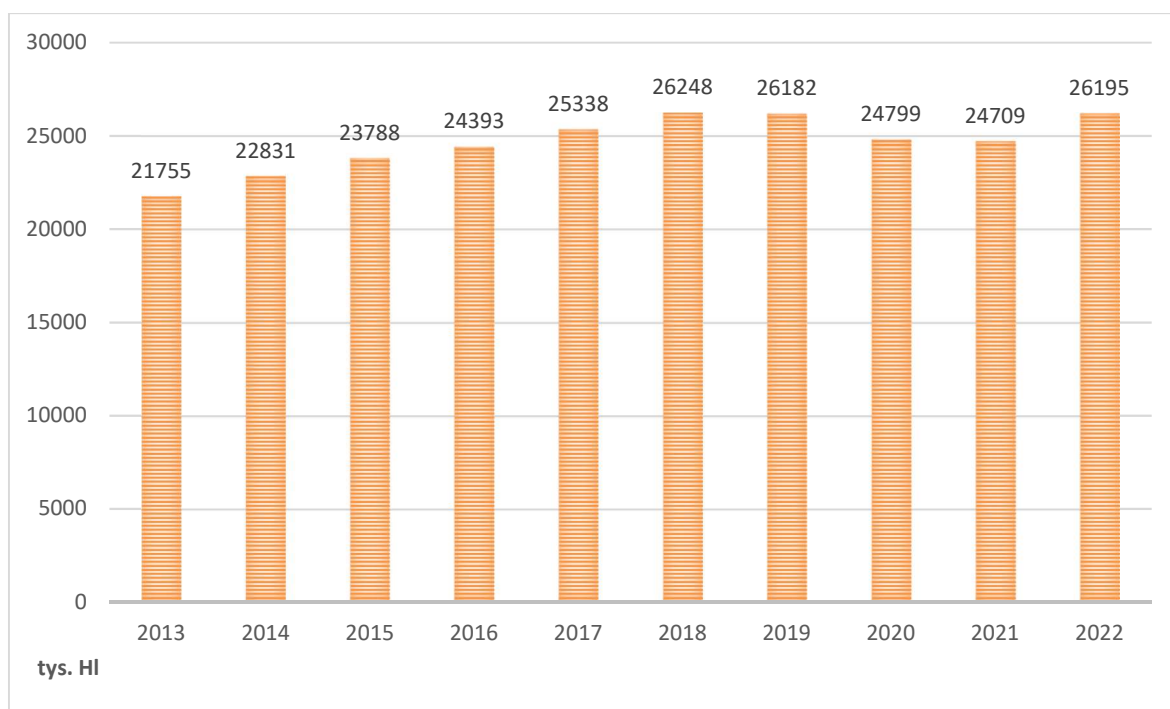
Rys. 11. Liderzy w produkcji cydru w Europie w latach 2016-2021*

* W tym Somersby, które w Polsce jest klasyfikowane jako piwo w bazie danych GlobalData.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *European Cider Trends 2022*, *The European Cider & Fruit Wine Association*, *Global Data*.

W Polsce można zauważyć znaczny wzrost popularności piw smakowych, gdzie piwo jest tylko nośnikiem alkoholu, a jego smak kreują różnego rodzaju aromaty i dodatki. Polscy konsumenci nie zdążyli poczuć różnic w smakach cydrów i poznać ich właściwości, a w takich warunkach ciężko prowadzić skuteczną kampanię edukacyjno-marketingową. Dodatkowym problemem jest konieczność umieszczania cydrów na półkach z winem i mocnym alkoholem, co utrudnia dostęp do konsumenta, który wybiera trunki niskoalkoholowe i ogranicza rozwój kategorii tego rodzaju produktów (Anonim, 2019a).

Rynek cydrów w Polsce przeżył renesans w 2014 roku, gdy konsumenci zaczęli zastępować cydrem z polskich jabłek inne trunki (Frącek, 2012; Kostrzewski i Miączyński, 2015; Nawirska i in., 2009). Światowa konsumpcja cydru w ostatnich latach utrzymuje się na podobnym poziomie (rysunek 12).



Rys. 12. Światowa produkcja cydru w latach 2013-2022

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *European Cider Trends 2020, 2022, 2023 The European Cider & Fruit Wine Association, Global Data*

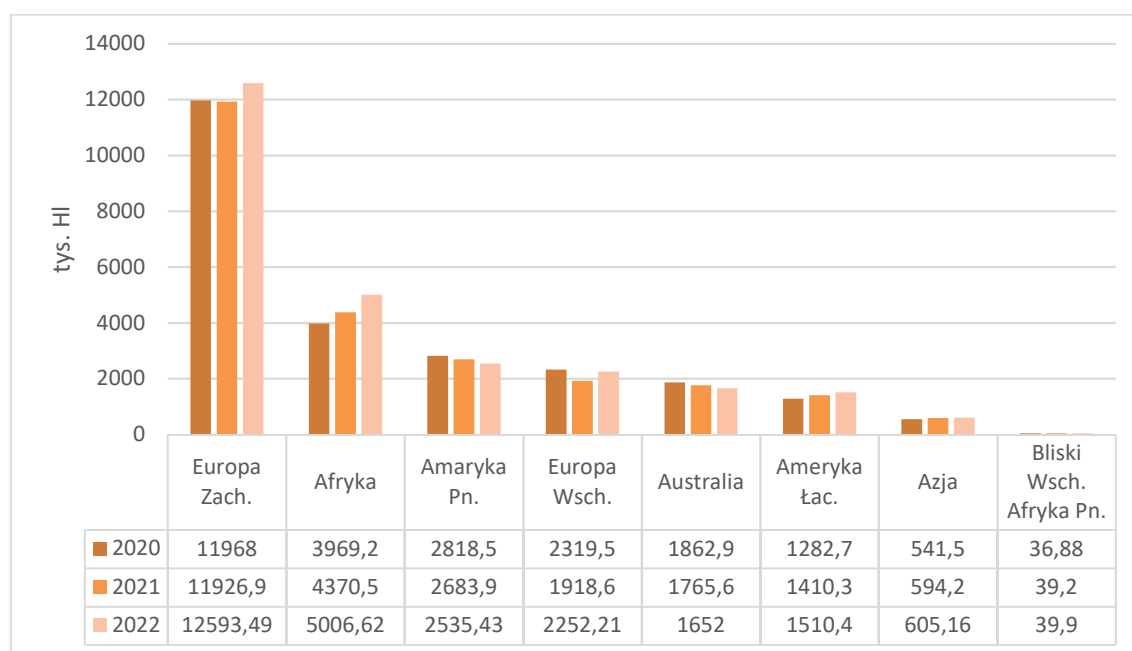
Światowa konsumpcja cydru w latach 2020 i 2021 została przedstawiona w tabeli 6, natomiast dynamiki światowej konsumpcji w latach 2020-2022 zostały zobrazowane na rysunku 13.

Tab. 6. Światowa konsumpcja cydru w 2020 i 2021 roku*

Region	tysiąc Hl 2020	Udział % 2020	tysiąc Hl 2021	Udział % 2021
Europa zachodnia	11968	48,30%	11926,90	48,30%
Afryka	3969,2	16,00%	4370,50	17,70%
Ameryka północna	2818,5	11,40%	2683,90	10,90%
Europa wschodnia	2319,5	9,40%	1918,60	7,80%
Australia	1862,9	7,50%	1765,60	7,10%
Ameryka łacińska	1282,7	5,20%	1410,30	5,70%
Azja	541,5	2,20%	594,20	2,40%
Bliski Wschód, Afryka Północna	36,88	0,10%	39,20	0,20%
Suma	26819		24709,2	

* Dane dla mniejszych rynków są prognozowane

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *European Cider Trends 2021, 2022, The European Cider & Fruit Wine Association, Global Data*



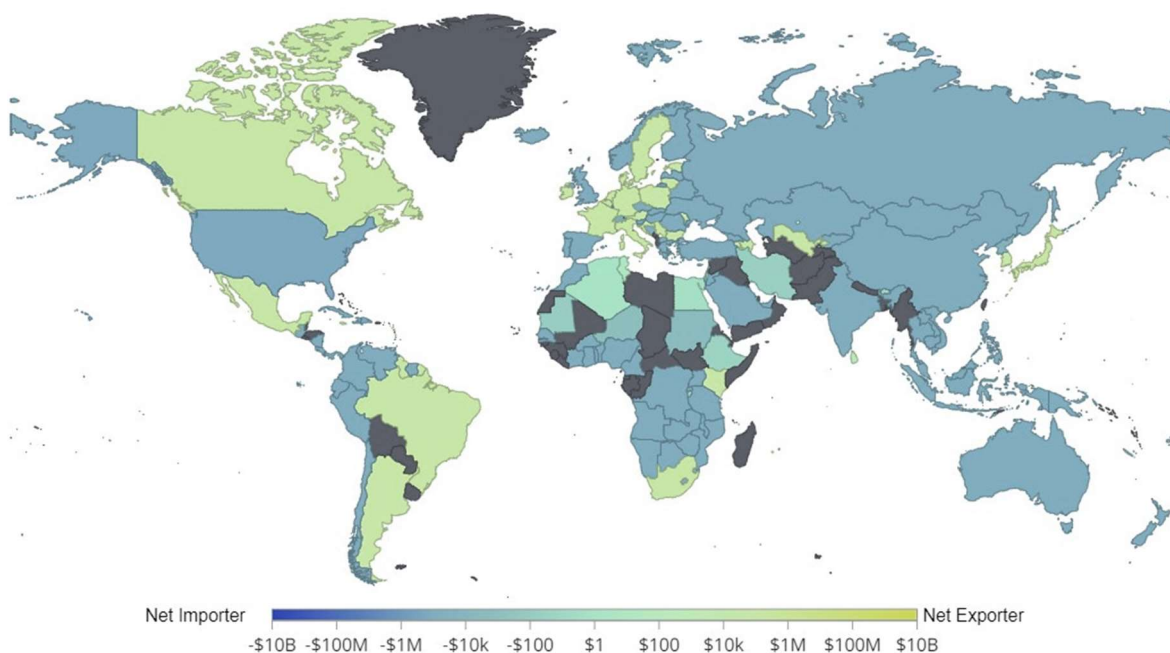
Rys. 13. Światowa konsumpcja cydru w latach 2020-2022*

* Dane dla mniejszych rynków są prognozowane

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *European Cider Trends 2021, 2022, 2023 The European Cider & Fruit Wine Association, Global Data*.

Przykładowo w 2022 roku cydr i inne wina owocowe były na 234 miejscu najczęściej sprzedawanych produktów we Francji, z łącznym obrotem 55,1 mln euro. W latach 2021-2022 eksport cydru i innych win owocowych w tym kraju wzrósł o 10,4%, z 48,7 mln euro do 55,1 mln euro. Handel cydrem i innymi winami owocowymi stanowi 0,0096% całkowitego handlu we Francji (<https://oec.world/en/profile/cpf/cider-and-other-fruit-wines>).

W 2022 roku łączna wartość handlu napojów fermentowanych „gdzie indziej niesklasyfikowane np. cydr, perry, miód pitny itp.” wyniosła 1,93 mld dolarów. W latach 2020-2021 eksport napojów fermentowanych gdzie indziej niesklasyfikowanych wzrósł o 14,5%, z 1,82 mld USD do 2,09 mld USD, natomiast w latach 2021–2022 spadł o -7,53%, z 2,09 mld USD do 1,93 mld USD. Handel napojami fermentowanymi, gdzie indziej niesklasyfikowanymi (np. cydrem, perry, miodem pitnym itp.) w 2022 roku stanowił 0,0081% całkowitego światowego handlu (rysunek 14).

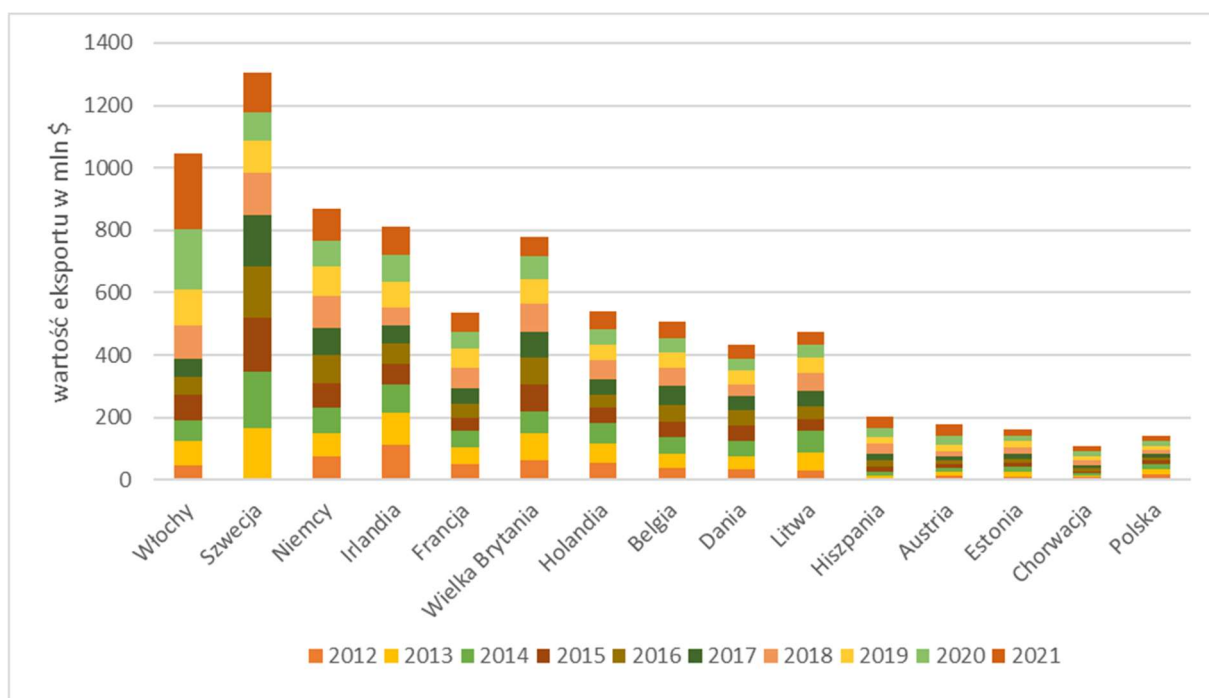


Rys. 14. Handel netto 2022 napojów fermentowanych gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) w 2022 r.

Źródło: <https://oec.world/en/profile/hs/fermented-beverages-nes-eg-cider-perry-mead-etc>.

W 2021 roku największymi eksporterami napojów fermentowanych gdzie indziej niesklasyfikowanych były Japonia (379 mln USD), Włochy (242 mln USD), Meksyk (134 mln USD), Szwecja (126 mln USD) i Kanada (125 mln USD). W roku 2022 ponownie na dwóch pierwszych miejscach Japonia (385 mln USD) oraz Włochy (132 mln USD), a dalej Irlandia (127 mln USD), Republika Południowej Afryki (127 mln USD) i Szwecja (124 mln USD) (<https://oec.world/en/profile/hs/fermented-beverages-nes-eg-cider-perry-mead-etc>).

W roku 2021 oraz 2022 największymi importerami napojów fermentowanych gdzie indziej niesklasyfikowanych były Stany Zjednoczone, Wielka Brytania, Chiny, Hongkong i Japonia, co w roku 2022 stanowiło wartość 630 mln USD (Stany Zjednoczone Ameryki), 205 mln USD (Wielka Brytania), 130 mln USD (Chiny), 102 mln USD (Hongkong) i 78,6 mln USD (Japonia) (<https://oec.world/en/profile/hs/fermented-beverages-nes-eg-cider-perry-mead-etc>). Wartość eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych, w tym cydru, przedstawiono na rysunku 15.



Rys. 15. Wartość eksportu w 15 krajach europejskich o najwyższej wartości eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) wg stanu na 2021 rok w latach 2012-2021

Źródło: Opracowanie własne na podstawie https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/show/all/4220600/2020/.

Ponad 1 000 000 ton jabłek rocznie zostało przetworzonych w UE na potrzeby przemysłu cydrowego w latach 2014-2018 roku, z czego około połowa (485.000 ton) to odmiany cydrowe. Biorąc pod uwagę całkowitą liczbę 12,1 mln ton jabłek stołowych, unijny przemysł cydrowniczy wykorzystuje prawie 9% produkcji jabłek w UE w 2017 roku, natomiast w 2018 udział ten stanowił 7,6% całkowitych zbiorów jabłek (European Cider Trends 2014, 2017, 2018,2019).

Odmiany cydrowe jabłek pozyskiwane są głównie z Wielkiej Brytanii, Francji, Irlandii i Belgii. Większość z tych odmian jest słodko-gorzka (European Cider Trends 2014, 2017, 2018,2019).

Pojawiające się na rynku problemy z zagospodarowaniem nadwyżki owoców powodują, że poszukuje się nowych rynków zbytu, oraz zwiększa produkcję m.in. cydrów. Pomogło w tym zniesienie akcyzy (Anonim, 2014; Nawirska i in., 2009). Przykładowo od stycznia do października 2014 roku nastąpił czterokrotny wzrost konsumpcji cydrów w porównaniu do roku 2013 (Jankowska i in., 2014).

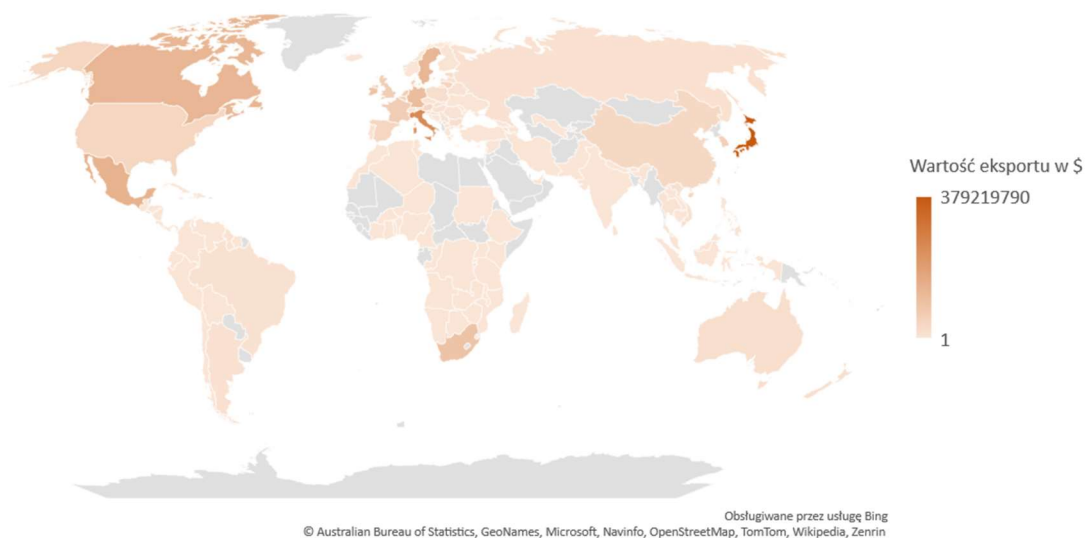
Tab. 7. Spożycie alkoholu na jednego mieszkańca Polski w latach 2011-2021

Rok	Wyroby spirytusowe (100% alkoholu) [l/os]	Wino i miody pitne [l/os]	Piwo [l/os]	Średnie spożycie (100% alkoholu) [l/os]
2012	3	5,9	99,2	9,16
2013	3,6	5,8	97,7	9,67
2014	3,2	6,3	98,9	9,4
2015	3,2	6,3	99,1	9,41
2016	3,2	5,8	99,5	9,37
2017	3,3	6,1	98,5	9,45
2018	3,3	6	100,5	9,55
2019	3,7	6,2	97,1	9,78
2020	3,7	6,4	93,6	9,62
2021	3,8	6,7	92,7	9,7

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://www.parpa.pl/index.php/badania-i-informacje-statystyczne/statystyki>

Konsumenci każdego roku piją coraz więcej cydru, a trend ten utrzymywał się od lat 90 XX wieku (Shockey i Shockey, 2020) do 2018 roku, w latach 2019-2021 produkcja cydru na świecie wykazywała tendencję spadkową i w 2021 roku również nieznacznie spadła. W 2021 roku ludzie na całym świecie spożyli łącznie 24709,2 tysięcy hektolitrów cydru (tabela 7) (European Cider Trends 2020, 2022). Konsumpcja nie jest jednak równomiernie rozłożona w regionach geograficznych. Mieszkańcy Europy Zachodniej spożywają nieomal 50% całej produkcji cydru. Miłośnicy cydru w Europie Zachodniej spożywają w ciągu jednego dnia ponad sześciokrotnie więcej cydru niż mieszkańcy Bliskiego Wschodu i Afryki Północnej w ciągu roku (Shockey i Shockey, 2020). Zauważono interesujący trend najniższych skumulowanych wskaźników wzrostu w krajach z bogatymi tradycjami produkcji cydru, gdzie proces ten jest ściśle kontrolowany i gdzie wprowadzono mniej innowacji smakowych. Kraje takie jak Wielka Brytania, Francja, północna Hiszpania, Niemcy i Irlandia zwiększają spożycie cydru o mniej niż 2 %, podczas gdy w Stanach Zjednoczonych, Portugalii i wielu krajach byłego bloku wschodniego wzrost ten jest dwukrotnie wyższy (Shockey i Shockey, 2020).

Wartość eksportu na świecie napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych w tym cydru w 2021 roku przedstawiono na rysunku 16.

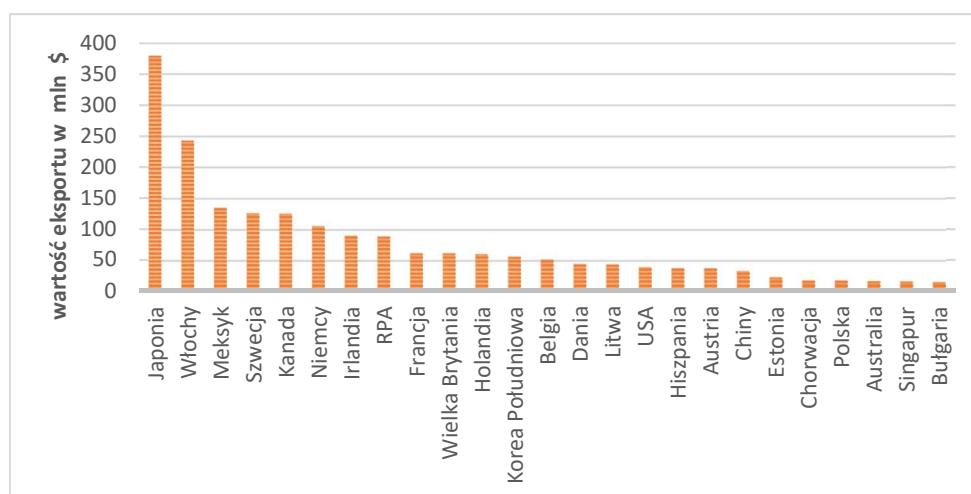


Rys. 16. Wartość eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) w 2021 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie

https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/show/all/4220600/2021/.

W 2022 roku koncentracja rynku mierzona za pomocą Entropii Shannona wyniosła 4,54 - oznacza to, że większość eksportu napojów fermentowanych (np. cydru, perry, miodu pitnego itp.) była realizowana jedynie przez 23 kraje (rysunek 17) (<https://oec.world/en/profile/hs/fermented-beverages-nes-eg-cider-perry-mead-etc>).



Rys. 17. Wartość eksportu w 25 krajach o największym wskaźniku eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) w 2021 roku

Źródło: Opracowanie własne na podstawie

https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/show/all/4220600/2021/.

3. Czynniki warunkujące jakość cydru

Już Platon twierdził, jakość to pewien stopień doskonałości. W rozdziale tym opisano zagadnienia dotyczące produkcji cydru najwyższej jakości, związane z ustawodawstwem dotyczącym cydru w Polsce, przybliżono definicje i rodzaje cydrów, dozwolone substancje słodzące i dodatki wykorzystywane w jego produkcji. Pokazano kategorie cydrów ze względu na wytrawność oraz przybliżono skład i właściwości cydrów, a także szczegółowo opisano proces technologiczny z uwzględnieniem najpopularniejszych odmian jabłek cydrowych, wykorzystywanych drożdży oraz metod fermentacji. Identyfikowano autentyczność tego trunku, przyczyny powstawania i przeciwdziałania ewentualnym wadom w czasie jego wytwarzania oraz zasady etykietowania gotowego produktu.

3.1. Cydr wzorcowy

Według ustawy z dnia 2 grudnia 2021 roku o wyrobach winiarskich (Dz. U. 2022 poz. 24) cydr jest napojem o rzeczywistej zawartości alkoholu przekraczającej 1,2%, lecz nieprzekraczającej 8,5% objętościowych, otrzymanym w wyniku fermentacji alkoholowej nastawu na cydr, z możliwością słodzenia glukozą, fruktozą, zagęszczonym sokiem jabłkowym, sokiem jabłkowym lub sacharozą (cukrem przemysłowym), cukrem (cukrem białym) lub cukrem ekstra białym (cukrem rafinowanym), cukrem palonym będącym produktem otrzymywanym wyłącznie w wyniku kontrolowanego podgrzewania sacharozy bez współudziału zasad, kwasów mineralnych lub innych dodatków chemicznych, miodem oraz substancjami słodzącymi dozwolonymi zgodnie z rozporządzeniem nr 1333/2008 lub barwienia. Przy produkcji cydru dopuszczalne jest dosładzanie lub dodawanie soku jabłkowego, czy też zagęszczonego soku jabłkowego (Frącek, 2012; Le Quéré i in., 2006; Majda, 2013; Przegalińska, 2014).

Obowiązujące Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 grudnia 2014 r. w sprawie znakowania poszczególnych rodzajów środków spożywczych wskazuje, że oznakowanie „cydr” może być używane wyłącznie dla fermentowanego napoju winiarskiego, o którym mowa w art. 3 pkt 1 lit. q uchylonej ustawy z dnia 12 maja 2011 roku o oznaczeniach geograficznych win oraz aromatyzowanych produktów sektora wina (Dz. U. 2011 Nr 120 poz. 690). Definicja cydru z poprzedniego rozporządzenia różni się od-obowiązującej z ustawy z dnia 2 grudnia 2021 roku o wyrobach winiarskich (Dz. U. 2022

poz. 24). Obecna definicja umożliwia dosładzanie większą liczbą substancji, które w poprzednim rozporządzeniu nie były wymienione. Cydr obecnie może być dosładzany cukrem białym, ekstra białym, substancjami słodzącymi dozwolonymi rozporządzeniem nr 1333/2008, a także barwiony. W poprzednim rozporządzeniu była informacja, że cydr nie może być dosładzany zagęszczonym sokiem owocowym i nie może mieć dodatku alkoholu, a obowiązującym rozporządzeniu nie ma tych informacji. Niespójny zapis dopuszczający znakowanie na podstawie uchylonej ustawy może uniemożliwić zapewnienie autentyczności cydrów na polskim rynku i wprowadzać producentów oraz konsumentów w błąd. Dopuszczone do stosowania w cydrach substancje słodzące przedstawiono w tabeli 8.

Tab.8. Dozwolone substancje słodzące wykorzystywane w produkcji cydrów

Numer E	Nazwa
E 420	Sorbitole
E 421	Mannitol
E 950	Acesulfam K
E 951	Aspartam
E 952	Cyklaminiany
E 953	Izomalt
E 954	Sacharyny
E 955	Sukraloza
E 957	Taumatyna
E 959	Neohesperydyna DC
E 960a	Glikozydy stewiolowe ze stewii
E 960c	Glikozydy stewiolowe wytwarzane enzymatycznie
E 960d	Głukozylowane glikozydy stewiolowe
E 961	Neotam
E 962	Sól aspartamu i acesulfamu
E 964	Syrop poliglucitolowy
E 965	Maltitole
E 966	Laktitol
E 967	Ksylitol
E 968	Erytrytol
E 969	Adwantam

Źródło: Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności (Dz.U.UE.L.2008.354.16)

Ustawa o wyrobach winiarskich definiuje nastawy na cydr, niezbędne do sporządzenia autentycznego cydru. Nastaw na cydr opisuje ona jako mieszaninę sporządzoną przy użyciu jabłek, moszczu jabłkowego, soku jabłkowego lub zagęszczonego soku jabłkowego, z możliwością dodania wody, gruszek, moszczu gruszkowego, soku gruszkowego lub zagęszczonego soku gruszkowego, sacharozy, cukru płynnego, inwertowanego cukru płynnego, glukozy, syropu glukozowego, fruktozy, drożdży, pożywek lub kwasów organicznych (Ustawa z dnia 2 grudnia 2021 r. o wyrobach winiarskich, Dz. U. 2022 poz. 24). Natomiast Rozporządzenie (Dz.U. 2022 poz. 2113) wskazuje szczegółowe proporcje, jakie należy zachować w nastawie na cydr. Jeśli nastaw sporządzony jest z jabłek, może być wykonany bez dodatku wody bądź z jej dodatkiem, przy czym ilość użytych owoców przypadających na litr wody nie może być mniejsza niż 2,5 kg; może być również przyrządzony z moszczu jabłkowego, soku jabłkowego lub zagęszczonego soku jabłkowego w przeliczeniu na sok odtworzony, którego udział nie może być mniejszy niż 60% objętościowych (Dz.U. 2022 poz. 2113).

Natomiast nastaw na cydr jakościowy, to mieszanina sporządzona przy użyciu jabłek lub moszczu jabłkowego, z możliwością dodania gruszek lub moszczu gruszkowego, wody, drożdży, pożywek lub kwasów organicznych (Ustawa z dnia 2 grudnia 2021 r. o wyrobach winiarskich, Dz. U. 2022 poz. 24). Według rozporządzenia w sprawie szczegółowego sposobu wyrobu fermentowanych napojów winiarskich, rodzajów tych napojów, ich dodatkowego znakowania oraz szczegółowych wymagań, które powinny spełniać te napoje (Dz.U. 2022 poz. 2113) nastaw na cydr jakościowy ma wyższy udział jabłek i ilość użytych owoców przypadających na litr wody nie może być mniejsza niż 12 kg, a nastaw z moszczu jabłkowego musi wykazywać udział nie mniejszy niż 90% objętościowych.

Ostatni przedstawiony w Ustawie o wyrobach winiarskich nastaw na cydr lodowy, który stanowi mieszaninę sporządzoną przy użyciu jabłek, moszczu jabłkowego lub soku jabłkowego, poddanych uprzednio mrożeniu, bez dodatku wody, z możliwością dodania gruszek, moszczu gruszkowego lub soku gruszkowego, poddanych uprzednio mrożeniu, drożdży, pożywek lub kwasów organicznych. Wspomniane wyżej rozporządzenie ustala, że nastaw na cydr lodowy sporządza się bez dodatku wody, z jabłek lub z moszczu jabłkowego lub soku jabłkowego, którego udział nie może być mniejszy niż 90% objętościowych (Dz.U. 2022 poz. 2113).

W nastawie na cydr, cydr jakościowy i cydr lodowy można zastąpić nie więcej niż 25% wagowo jabłek, moszczów jabłkowych, soków jabłkowych oraz zagęszczonych soków

jabłkowych odpowiednio gruszkami, moszczami gruszkowymi, sokami gruszkowymi oraz zagęszczonymi sokami gruszkowymi (Dz.U. 2022 poz. 2113).

Dodatki dozwolone do stosowania w cydrach podaje tabela 9.

Tab. 9. Dozwolone dodatki w produkcji cydrów

Numer E	Nazwa	Maksymalny poziom (mg/l lub mg/kg)	Przypisy	Ograniczenia/wyjątki
Grupa I	dodatki			E 420, E421, E 953, E965, E 966, E 967 i E 968 nie mogą być stosowane.
Grupa II	barwniki na poziomie <i>quantum satis</i> *	<i>quantum satis</i> *		Z wyjątkiem <i>cidre bouché</i> , cydru jakościowego, cydru lodowego
Grupa III:	barwniki o łącznym maksymalnym poziomie	200		Z wyjątkiem <i>cidre bouché</i> , cydru jakościowego, cydru lodowego
E 104	żółcień chinolinowa	25	(1)	Z wyjątkiem <i>cidre bouché</i> , cydru jakościowego, cydru lodowego
E 110	żółcień pomarańczowa FCF/żółcień pomarańczowa S	10	(1)	Z wyjątkiem <i>cidre bouché</i> , cydru jakościowego, cydru lodowego
E 150a-d	karmele	<i>quantum satis</i> *		Tylko <i>cidre bouché</i>
E 200-202	kwask sorbowy - sorbinian potasu	200	(2) (3)	
E 220-228	ditlenek siarki - siarczyny	200	(4)	
E 242	dimetyloidiwęglan	250	(5)	
E 338-452	kwask fosforowy - fosforany - di-, tri-i polifosforany	1 000	(3) (6)	
E 405	alginian glikolu propylenowego	100		Z wyjątkiem <i>cidre bouché</i> , cydru jakościowego, cydru lodowego
E 432-436	polisorbaty	10	(3)	Tylko napoje gazowane
E 473-474	estry sacharozy i kwasów tłuszczowych - sacharoglicerydy	5 000	(3)	
E 900	dimetylopolisiloksan	10		Z wyjątkiem <i>cidre bouché</i>
E 900	dimetylopolisiloksan	10		Z wyjątkiem <i>cidre bouché</i> , cydru jakościowego, cydru lodowego
E 950	acesulfam K	350		Z wyjątkiem cydru jakościowego, cydru lodowego
E 951	aspartam	600		Z wyjątkiem cydru jakościowego, cydru lodowego
E 954	sacharyna i jej sole: sodowa, potasowa i wapniowa	80	(7)	Z wyjątkiem cydru jakościowego, cydru lodowego
E 955	sukraloza	50		Z wyjątkiem cydru jakościowego, cydru lodowego
E 959	neohesperydyna DC	20		Z wyjątkiem cydru jakościowego, cydru lodowego
E 961	neotam	20		Z wyjątkiem cydru jakościowego, cydru lodowego
E 962	sól aspartamu i acesulfamu	350	(8) (9) (10)	Z wyjątkiem cydru jakościowego, cydru lodowego
E 969	adwantam	6		Z wyjątkiem cydru jakościowego, cydru lodowego
E 999	ekstrakt Quillaia	200	(11)	Z wyjątkiem <i>cidre bouché</i> , cydru jakościowego, cydru lodowego

*„zasada *quantum satis*” oznacza, że nie określono maksymalnego poziomu liczbowego i że odnośne substancje stosowane są zgodnie z zasadami dobrej praktyki produkcyjnej, na poziomie nie wyższym

niż poziom niezbędny do osiągnięcia zamierzonego celu i pod warunkiem, że konsument nie jest wprowadzany w błąd.

- (1): Całkowita ilość E 104, E 110 i barwników z grupy III nie przekracza najwyższego dopuszczalnego poziomu dla grupy III.
- (2): Maksymalny poziom ma zastosowanie do sumy, a poziomy podano w przeliczeniu na wolny kwas.
- (3): Dodatki mogą być dodawane pojedynczo lub łącznie.
- (4): Maksymalne poziomy podano w przeliczeniu na SO₂ i odnoszą się one do całkowitej ilości, pochodzącej ze wszystkich źródeł; zawartość SO₂ nie większa niż 10 mg/kg lub 10 mg/l nie jest uważana za istotną.
- (5): Ilość wprowadzona, pozostałości niewykrywalne.
- (6): Maksymalny poziom podano w przeliczeniu na P₂O₅.
- (7): Maksymalne poziomy podano w przeliczeniu na wolny imid.
- (8): Poziomy podano jako ekwiwalent acesulfamu K
- (9): Maksymalne poziomy są wyznaczone z maksymalnych poziomów części składowych, tj. aspartamu (E 951) i acesulfamu K (E 950).
- (10): Poziomy określone dla E 951 i E 950 nie mogą być przekroczone w wyniku użycia soli aspartamu i acesulfamu, pojedynczo lub łącznie z E 950 lub E 951.
- (11): W przeliczeniu na bezwodny ekstrakt.

Źródło: Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008.

Ustawa o wyrobach winiarskich (Dz. U. 2022 poz. 24) określa również trzy swoiste rodzaje cydrów, przedstawione poniżej:

- cydr jakościowy – będący cydrem o rzeczywistej zawartości alkoholu przekraczającej 1,2%, lecz nieprzekraczającej 8,5% objętościowych, otrzymanym w wyniku fermentacji alkoholowej nastawu na cydr jakościowy, z możliwością słodzenia moszczem jabłkowym, sokiem jabłkowym, zagęszczonym sokiem jabłkowym lub miodem;
- cydr lodowy – będący napojem o rzeczywistej zawartości alkoholu od 7%, lecz nieprzekraczającej 15% objętościowych, otrzymanym w wyniku fermentacji alkoholowej nastawu na cydr lodowy, bez dodatku wody, leżakowanym nie krócej niż przez 6 miesięcy;
- cydr aromatyzowany – będący napojem o rzeczywistej zawartości alkoholu przekraczającej 1,2%, lecz nieprzekraczającej 8,5% objętościowych, zawierającym co najmniej 85% objętościowych cydru lub wina jabłkowego, poddanym aromatyzowaniu substancjami innymi niż uzyskane z winogron, z możliwością słodzenia substancjami określonymi w art. 2 pkt 4 lit. a, b oraz d i g lub barwienia.

Polska Klasyfikacja Wyrobów i Usług umiejscawia cydr w grupie „pozostałych wyrobów winiarskich”, do których zalicza się także m. in. np. perry, miód pitny, oraz napoje mieszane zawierające alkohol (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 29 października 2008 r.). Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 roku ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001

i (WE) nr 1234/2007 (Dz.U.UE.L.2013.347.671) ukłasyfikowało cydr w grupie „pozostałych produktów”, a dokładniej „pozostałych napojów fermentowanych” i nadało mu następujący kod CN: ex 2206.

Potocznie używaną nazwą handlową dla cydru jest „cydr jabłkowy”, jednak w oparciu o polskie ustawodawstwo należało by posługiwać się określeniem „cydr”. W nomenklaturze anglojęzycznej cydr jabłkowy oznacza dobrej jakości sok jabłkowy, najczęściej z miąższem jabłkowym, natomiast cydr w rozumieniu polskiego ustawodawstwa będzie określany, jako mocny cydr (*hard cider*).

Cydry pod względem poziomu słodkości obliczanego na podstawie zawartości cukrów redukujących po inwersji dzieli się na 5 kategorii:

- wytrawne - o zawartości cukrów redukujących po inwersji do 15 g/l,
- półwytrawne (15-30 g/l),
- półsłodkie (30-60 g/l),
- słodkie (60-150 g/l),
- bardzo słodkie – powyżej 150 g/l (Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 września 2022 r. w sprawie szczegółowego sposobu wyrobu fermentowanych napojów winiarskich, rodzajów tych napojów, ich dodatkowego znakowania oraz szczegółowych wymagań, które powinny spełniać te napoje (Dz.U. 2022 poz. 2113).

3.2. Skład i właściwości cydrów

Jabłka, a dokładniej sok jabłkowy, jako podstawowy składnik cydrów w znaczący sposób oddziałują na skład i właściwości napoju końcowego. Jabłka swój smak zawdzięczają przede wszystkim zawartości kwasu jabłkowego i cytrynowego oraz cukrów. Owoce te są źródłem witaminy A i dużej ilości witaminy C, która wzmacnia układ odpornościowy. Jabłka, dzięki dużej zawartości zasadowych soli mineralnych, mają właściwości odkwaszające organizm. Owoce te mają również zastosowanie w dietetyce z uwagi na stosunkowo niską kaloryczność i właściwości oczyszczania organizmu człowieka. (Płocharski i in., 1990). Jabłka oraz cydr zawierają kwas jabłkowy, mogący wzmacniać apetyt i pobudzać trawienie poprzez stymulację wydzielania kwasów trawiennych. Z kolei cydr musujący (często sztucznie nasycony CO₂) ze względu na zawartość ditlenku węgla może potęgować swoje działanie krzepiące i orzeźwiające na organizm człowieka (Nowicki, 1995).

Jabłka i gruszki wykorzystywane do produkcji cydrów są źródłem wielu substancji fitochemicznych i witamin korzystnych dla zdrowia człowieka. Na zawartość substancji znajdujących się we wspomnianych owocach, które oddziałują na smak i zapach produktu końcowego, wpływa wiele różnych czynników. Wśród nich można wymienić: odmianę i stopień dojrzałości stosowanych owoców, warunki uprawy drzew owocowych, procesy stosowane w procesie ekstrakcji soku, parametry fermentacji i gatunki mikroorganizmów wykorzystywanych w procesie fermentacji, naturalny skład surowców, składniki powstające podczas fermentacji oraz zanieczyszczenia ze środowiska produkcyjnego i magazynowego (Alberti i in., 2016; Cristea i in., 2019; Kliks i in., 2020). W jabłkach i gruszkach znajdują się makroelementy (np. sód, potas, magnez, wapń, fosfor, chlor i siarka) oraz pierwiastki śladowe, tzw. mikroelementy (np. żelazo, cynk, jod, fluor, miedź i selen). Składniki te odgrywają ważną rolę w żywieniu człowieka, ponieważ nie są syntetyzowane w naszym organizmie. Jednakże obecność niektórych pierwiastków, takich jak na przykład ołów lub kadm, w wysokich stężeniach może być toksyczna (Cristea i in., 2019). W ostatnich latach przeprowadzono wiele badań, w których określono zawartość pierwiastków śladowych i trwałych izotopów przy uwzględnieniu wskaźników pochodzenia produktów przemysłu spożywczego i bezpieczeństwa ich spożycia (Alexa i in., 2018; Cristea i in., 2019; Dragusha i in., 2017; Fabani i in., 2010; Gajek i in., 2021a; 2021b; Irina i in., 2013; Pawlaczyk i in., 2019; Płotka-Wasyłka i in., 2018). Szczegółowe informacje dotyczące surowca znajdują się w pracy podrozdziale 2.1.

Informacje na temat stężenia metali w cydrach są ważne nie tylko ze względu na ocenę potencjalnych zagrożeń dla zdrowia człowieka wynikających ze spożycia tego alkoholu, ale także dla wykorzystania danych ilościowych do scharakteryzowania jakości, pochodzenia oraz autentyczności cydrów (Gajek i in., 2021b).

3.3. Produkcja cydru

Surowcem do produkcji cydru jest przefermentowany sok z jabłek, zwany moszczem jabłkowym (Le Quéré i in., 2006; Majda, 2013). Z moszczu zachowuje on charakterystyczny jabłkowy i kwaskowy posmak oraz barwę od lekkosłomkowej do ciemnożółtej (Frącek, 2012). Produkcja cydru składa się z tych samych etapów początkowych, co produkcja soku jabłkowego, ale z dodatkowymi etapami fermentacji moszczu na cydr (Cousin i in., 2017). Do wyrobu jabłeczniaka nadają się jabłka odmian bardziej kwaskowatych, często o niepozornym wyglądzie. Doskonale nadaje się także owoc rajskiego jabłka (*Malus pumila* z rodziny *Rosaceae*), stosowany w tradycyjnych recepturach. Współcześnie stanowi on jednak głównie dodatek do mieszanek jabłek różnych odmian przeznaczonych na cydr (Bonin i in., 2008). Jabłka ze względu na przeznaczenie owoców można podzielić na stołowe, deserowe, cydrowe lub przerobowe (The New Encyclopaedia Britannica, 1993 vol. 1; Rejman, 1994). Do produkcji cydru najlepiej nadają się odmiany cydrowe, jednakże na początku renesansu produkcji polskiego cydru w 2014 roku producenci wykorzystywali nadwyżkę wszystkich niesprzedanych jabłek.

Mikołuszko za Dumanowskim wskazują, że współczesne cydry stanowią „słodkawą, gazowaną oranżadkę o ogólnowoocowym smaku” i w niewielkim stopniu przypominają stare receptury bardziej kwaśnych i gorzkawych jabłeczniaków. Tradycyjny jabłeczniak, wykorzystujący kwaśne i gorzkawe odmiany jabłek z dużą zawartością tanin, jest przykładem produktu, który ewoluował od swojej pierwotnej, bardziej złożonej formy do współczesnych, uproszczonych wersji cydru wytwarzanych z jabłek stołowych. W przeszłości do wyrobu cydru wybierano często dzikie, leśne jabłka. Prawdopodobnie używano zdziczałych odmian domowych jabłoni lub też płonkę - naturalnie rosnący w lasach gatunek jabłoni (*Malus sylvestris*), który obecnie jest dość rzadki (Mikołuszko, 2017).



Rys. 18. Owoce odmiany Reine des pommes

Źródło: Baza danych Pomiferous. <https://pomiferous.com/applebyname/reine-des-pommes-id-7559>

W XIX wieku na łamach Poradnika Gospodarczego (Miarka (red), 1879) wskazano, że jabłka najlepsze do wytwarzania cydru, to: „Bordorfskie angielskie”, Złote Pepping, różne gatunki Renet, jabłka rajskie, Czerwone Szczecińskie oraz Gołębie (Pigeons). Inne czasopismo opisało odmiany Medalle d’or i Reine des pommes, jako najlepsze na moszcz cydrowy. Odmiana Medalle d’or pochodziła z Francji i posiadała 238g cukru i 3 g tanin / kg owoców. Jabłka tej odmiany były małe i żółte. Natomiast jeszcze lepszą odmianą miała być nowa, jak na tamte czasy, odmiana Reine des pommes (rysunek 18), o pięknej karmazynowej barwie i jabłkach średniej wielkości. Odmiana ta zawierała 216 g cukru i aż 7,06 garbników oraz 3,28 g kwasów w kg jabłek. Moszcz otrzymany z tej odmiany miał gęstość 1,15 g/ml. Jabłecznik z odmiany Reine des pommes posiadał piękną barwę i wyborny smak (Jankowski (red), 1892).

Wybór prawidłowej odmiany jabłek do produkcji cydru, jest niezmiernie trudny i czasochłonny. Producenci tradycyjnych cydrów posługują się owocami uprawianymi od lat, stosując mieszankę wielu odmian jabłek. Doświadczony producent cydru nie musi znać odmiany jabłka, aby wytworzyć smaczny cydr. Problemy pojawiają się przy odtworzeniu receptury przy użyciu jabłek innego gatunku. Wprawieni producenci dokonują analizy przydatności jabłek organoleptycznie (Reedy i in., 2009).

W krajach byłego Związku Radzieckiego do produkcji cydru używane są jabłka odmian takich jak: Antonówka, Słowianka oraz Reneta, charakteryzujące się wysoką zawartością cukrów. W Szwajcarii do produkcji cydrów używa się rodzimych odmian jabłek, tj. Weinapfel, Bohnapfel, Sauergrauch, Tobiasler (Bonin i in., 2008). W tabeli 10 przedstawiono tradycyjne odmiany jabłoni w Wielkiej Brytanii oraz ich współczesne odpowiedniki.

Tab. 10. Tradycyjne oraz współcześnie uprawiane cydrowe odmiany jabłoni w Wielkiej Brytanii

Odmiany tradycyjne *		Odmiany współcześnie uprawiane	
(wg Long Ashton Research Station lub Cider Makers)		(wg Reedy i in., 2009)	
Ashton Brown Jersey (1961)	Slack Ma Girdle	Ashton Bitter	Pig's Nose
Backwell Red (1964)	Stembridge Jersey	Ashton Brown Jersey	Porter's Perfection
Belle Norman	Stoke Red (1961)	Avrolles	Pig Yr Wydd
Breakwell's Seedling (1962)	Stawberry Norman	Ball's Bitter	Raglan Redstreak
Brown's Apple	Sweet Alford	Ball's Bittersweet	Redstreak
Brown Snout (1962)	Sweet Coppin (1961)	Ball's Seedling	Reinette O'bry
Brown Thorn	Tardive Forestière	Blakney Red	Roscanne Cooker
Bulmers Norman (1961)	Tremlett's Bitter (1961)	Blenheim	Russet Pippin
Cap of Liberty	Vilberie	Box Kernel	Slack Ma Girdle
Cherry Norman	White Close Pippin	Bramley	Somerset Redstreak
Cherry Pearmain	Woodbine	Breakwell's Seedling	Stoke Red
Chisel Jersey (1964)	White Jersey	Brown Snout	Strawberry Norman
Cider Lady's Finger	White Norman (1963)	Brown Thorn	Sweet Coppin
Court Royal (1961)	Yarlington Mill (1961)	Brown's	Tardive Forestière
Cowarne Red	Yellow Styre	Brown's Apple	Tom Pippin
Crimson King (1963)		Broxwood Foxwhelp	Tom Putt
Cummy Norman		Bulmer's Norman	Tremlett's Bitter
Dabinett (1961)		Cap of Liberty	Vilberie
Dove (1964)		Cherry Pearmain	White Beech
Duffin		Chisel Jersey	White Close Pippin
Ellis Bitter (1963)		Cissy Cox	White Jersey
Fair Maid of Devon		Cox's Orange Pippin	White Norman
Fillbarrel		Crab Seedling	Wootin Late
Foxwhelps		Crimson Blenheim	Worcester Pearmain
Frederick (1962)		Dabinett	Yarlington Mill
Fréquin Rouge		Devon Red	
Gatcomb		Doris Oxley	
Hangdown (1964)		Ellis Bitter	
Harry Master's Jersey (1964)		Foxwhelps	
Hareford Redstreak		Frederick	
Kingston Black (1961)		Fréquin Rouge	
Knotted Kernel (1962)		Golden Russet	
Lambrook Pippin		Goring	
Lavignée (1962)		Gravenstein	
Lebret		Hagloe Crab	
Major (1964)		Hang Down	
Médaille d'Or I		Harry Masters Jersey	
Michelin (1961)		Herefordshire Redstreak	
Morgan Sweet (1963)		Karen Red	
Néhou (1962)		Katy	
Northwood (1962)		King of the Pippins	
Pennard Bitter		Kingston Black	
Porter's Perfection (1962)		Knotted Kernel	
Red Jersey (1963)		Liberty	
Red Worthy		Major	
Reine des Pommes		Manchurian Crab	
Reinette Obry (1963)		Médaille d'Or	
Royal Wilding		Michelin	
Sandford Jersey		Monmouth Green	
Sherrington Norman (1962)		Morgan Sweet	
Skyrme's Kernel		Muscadet de Bernay	
		Muscadet de Dieppe	
		Muscadet de Lens	
		Néhou	
		Pen Caled	
		Perthyre	
		Pig Aderyn	

* daty wskazują rok publikacji pełnych opisów owoców przez autorów, na czerwono zaznaczono odmiany, które wskazane są w obu rubrykach

Źródło: Reedy i in., 2009; Williams i Child, 1965

Współcześnie w literaturze naukowej znaleźć można nieliczne publikacje opisujące przydatność konkretnych odmian jabłek do produkcji cydru. Iwaniuk i in. 2010 wskazali, że do produkcji cydru można wykorzystywać następujące odmiany: Cortland, Gloster, Idared, Janagold, oraz Sawa, natomiast z jabłek odmiany Szampion powstaje słodki cydr o zbyt niskiej kwasowości wg Le Quéré i in. (2006), dlatego też jabłka te nie są zalecane do produkcji cydru (Iwaniuk i in., 2010), szczególnie jednoodmianowego.

Cydry z jabłek Idared charakteryzowały się słodkim smakiem o intensywnej wyczuwalności nut smaku jabłkowego, uzyskały one najwyższą ocenę ogólną w analizie sensorycznej. Cydry z odmiany Cortland, Gloster oraz Sawa klasyfikowały się na drugim miejscu w ocenie ogólnej uzyskując ocenę 4 w ocenie pięciopunktowej. Cydr pozyskany z odmiany Janagold miał najwyższą oznaczoną kwasowość w przeliczeniu na kwas jabłkowy (7,1 g/l) oraz był najbardziej kwaśny spośród testowanych odmian w ocenie sensorycznej, a także posiadał najintensywniejszy aromat bananowy. Jabłecznik pozyskany z odmiany Gloster miał średni poziom kwasowości, z kolei z odmiany Sawa powstał trunek intensywnie kwaśny (Iwaniuk i in., 2010).

Jabłka Gloster są odmianą dużą, ich średnica wynosi od 63,3 do 88,6 mm, a waga waha się od 101 do 256 g (Dobrzański i in., 2001). Jabłka Gloster były najmniej słodkie ze wszystkich przebadanych odmian przez Dobrzańskiego i in (2001), co może klasyfikować tę odmianę jako cenną w cydrownictwie.

Czynczyk (2014) wskazał, że najodpowiedniejszymi odmianami cydrowymi w polskich warunkach są : Dabinett, Yarlinton Mill, Michelin, Major oraz Chisel Jersey. Odmiany te szczegółowo przedstawiono poniżej. Wymienione owoce dojrzewają od trzeciej dekady sierpnia do końca września. Na moszcz cydrowy najbardziej przydatne są jabłka pozyskiwane w okresie dojrzałości zbiorczej. Polskie sady z odmian moszczowych, ze względu na klimat, powinny być zakładane z drzewek wyprodukowanych na podkładkach półkarłowych lub silnie rosnących np. siewki Antonówki (Czynczyk, 2014). Również Pucci i Cavallo (2021) wskazują odmiany Dabinett i Yarlinton Mill jako najbardziej pożądane europejskie odmian cydrowe o charakterze słodko-gorzkiem. Z kolei Reedy i in., (2009) wskazali, że odmiany te są najbardziej rozpoznawalnymi odmianami jabłek wśród producentów cydrów w Wielkiej Brytanii i USA. Pucci i Cavallo (2021) do grona najlepszych odmian cydrowych zaliczają także odmianę Harry Masters Jersey. Garbnikowe właściwości wymienionych jabłek, a także ogólna wysoka odporność drzew sprawiają, że odmiany te są cenione przez sadowników i producentów cydru (Pucci i Cavallo, 2021).

Odmiana Dabinett jest jedną z najbardziej cenionych słodko-gorzkich jabłek cydrowych na świecie. Popularnie uprawiana jest w Wielkiej Brytanii oraz Irlandii - gdzie stanowi około 50% wszystkich zasadzonych tam jabłoni moszczowych (Jolicoeur, 2022). Jabłka te charakteryzują się pożądanym smakiem do produkcji cydru, wysoką zawartością soku oraz wysoką roczną wydajnością zbiorów (Reedy i in., 2009). Owoce są małe, o średniej masie 65 g, kształtu owalnego, silnie spłaszczonego. Ich skórka jest zielonkawa, pokryta intensywnie brudnoczerwonym rumieńcem (rysunek 19). Sok uzyskany z jabłek Dabinett ma średnią lub wysoką zawartość cukru, niską kwasowość i średni poziom tanin, idealny do produkcji cydru o delikatnej cierpkości (Czynczyk, 2014; Jolicoeur, 2022).



Rys. 19. Owoce odmiany Dabinett

Źródło: Czynczyk, 2014

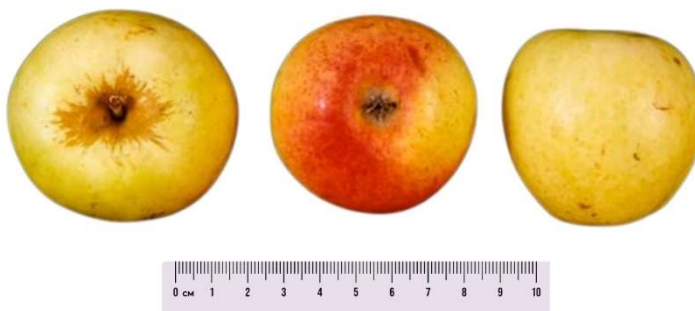
Yarlington Mill jest popularnie uprawianą odmianą wykorzystywaną w sadach przeznaczonych do pozyskiwania owoców do produkcji cydru. Jabłonie rozpoczynają owocowanie późno, około czwartego roku po posadzeniu (Czynczyk, 2014) i owocują obficie (Czynczyk, 2014, Reedy i in., 2009). Jabłka te mają pożądaną smak do wytwarzania cydru i dużą ilość soku (Reedy i in., 2009). Owoce, dojrzewające w drugiej dekadzie września, są średniej wielkości, o masie około 85 g, o niskiej kwasowości i średniej zawartości taniny. Ich kształt jest kulisto-spłaszczony (rysunek 20) z jasnozieloną skórą, niemal w całości pokrytą paskowatym marmurkowym rumieńcem (Czynczyk, 2014). Cydr pozyskany z odmiany Yarlington Mill nie jest „szorstki” w smaku (Jolicoeur, 2022), charakteryzuje się miękkimi i „eleganckimi” garbnikami, które bardzo różnią się charakterem od cierpkich, pikantnych tanin występujących w krabowych i dzikich jabłkach (Pucci i Cavallo, 2021).



Rys. 20. Owoce odmiany Yarlington Mill

Źródło: Czynczyk, 2014

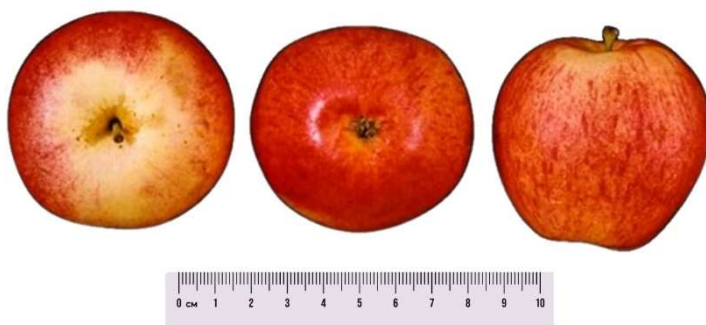
Michelin jest odmianą jabłek pochodzenia francuskiego, która została uzyskana przez M. Legranda w Normandii w 1870 roku. Obecnie uprawia się je głównie w West Country, gdzie zostały wprowadzone w 1884 roku wraz z wieloma innymi francuskimi odmianami. W drugiej połowie XX wieku była ona jedną z najczęściej sadzonych odmian, szczególnie cenioną za wysoką i niezawodną produktywność (Jolicoeur, 2022). Jabłonie odmiany Michelin owocują corocznie, począwszy od trzeciego lub czwartego roku od posadzenia, z tendencją do owocowania przemienne. Owoce osiągają dojrzałość zbiorczą w drugiej dekadzie września. Jabłko odmiany Michelin przedstawione na rysunku 21, jest zazwyczaj małe lub średniej wielkości (o średniej masie około 70 g), ma raczej stożkowaty kształt o zielonożółtej skórce, częściowo pokrytej jasnoczerwonym rumieńcem. Miąższ jabłka jest raczej miękki. (Jolicoeur, 2022). Uzyskany sok ma średnią zawartość cukru, umiarkowaną lub niską zawartość taniny (Czynczyk, 2014; Jolicoeur, 2022) i niską kwasowość (Jolicoeur, 2022).



Rys. 21. Owoce odmiany Michelin

Źródło: Czynczyk, 2014

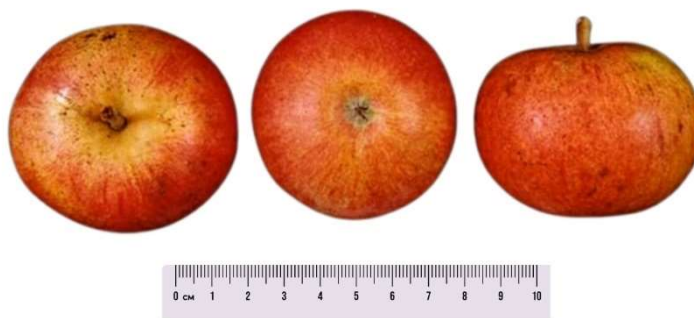
Major jest odmianą starą, dość często uprawianą w wielu sadach przemysłowych Wielkiej Brytanii (Czynczyk, 2014). Jest to odmiana popularna wśród producentów cydru tradycyjnego (Jolicoeur, 2022). Jabłonie odmiany Major owocują corocznie o umiarkowanym natężeniu począwszy od trzeciego lub czwartego roku od posadzenia. Owoce osiągają dojrzałość na przełomie sierpnia i września. Uzyskane jabłka są średniej wielkości (około 70 g) z zielonobiałą skórą w większości pokrytą marmurkowym czerwonym rumieńcem (rysunek 22). Major to jabłka o gorzko-słodkim soku o wysokiej zawartości taniny (Czynczyk, 2014).



Rys. 22. Owoce odmiany Major

Źródło: Czynczyk, 2014

Chisel Jersey jest jedną ze starych odmian, powszechnie spotykaną w sadach przemysłowych Wielkiej Brytanii (Jolicoeur, 2022). Jest ona niezwykle przydatna do produkcji jabłecznika, owocuje wcześnie i obficie. Jabłka tej odmiany dojrzewają zwykle w trzeciej dekadzie września. Owoce są małe, (około 65 g) o zielonkawożółtej skórze, prawie w całości pokryte marmurkowo-rozmytym czerwonym rumieńcem (rysunek 23). Nieliczne z owoców mogą być spękane. Sok uzyskany z jabłek Chisel Jersey jest gorzko-słodki i zawiera wysoką zawartość tanin. (Czynczyk, 2014; Jolicoeur, 2022)



Rys. 23. Owoce odmiany Chisel Jersey

Źródło: Czynczyk, 2014

Bardzo popularną odmianą do wytwarzania cydru na rodzimym rynku po 2014 roku stała się Antonówka. Jest to bardzo stara odmiana pochodząca z Rosji, uprawiana też w Białorusi i w Kanadzie. Jej owoce są średniej wielkości, bardzo zmienne w kształcie, ale zazwyczaj cylindryczne i nieco pofałdowane, o twardej, gładkiej skórce. Antonówki są zwykle jasnozielone, w miarę dojrzewania zielonożółte (rysunek 24), miąższ mają biały, gruboziarnisty i soczysty. Jest to jabłko bardzo aromatyczne i kwaśne, o wysokiej zawartości witaminy C i pektyn. Uważa się ją za jedną z najlepszych odmian na przetwory (Jańczak, 2010; Rejman (red.), 1994).



Rys. 24. Owoce odmiany Antonówka

Źródło: U.S. National Plant Germplasm System, <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/accessiondetail?id=1002440>

Ostatnio, uznanie zyskały cydry wytwarzane z jabłek o naturalnie wysokim poziomie taniny, jak Foxwhelp, Chisel Jersey i Bulmer's Norman. Opinie o produkcji cydrów z tych odmian są bardzo sprzeczne, z jednej strony jest to okazja do kreatywnej zabawy smakiem, z drugiej zaś zagrożenie stworzenia cydru niezrównoważonego i o nieakceptowanych cechach (Cook, 2018).

Produkcja cydru z odmian czerwonomięsowych staje się coraz bardziej popularna (Malec i in, 2014; Czechowicz, 2024). Opatentowano wiele nowych odmian do produkcji cydru o różowym zabarwieniu. Są to owoce o różnej charakterystyce, wysokiej przydatności przetwórczej oraz wysokim potencjale rynkowym. Przykładem jest odmiana Otterson, wykorzystywana w Stanach Zjednoczonych do produkcji cydrów na skalę przemysłową. Dostępne również w Polsce odmiany czerwono miąższowe są doskonałym dodatkiem do przetworów z tradycyjnych odmian jabłek (Mieszczakowska-Frać 2019), a ich wykorzystanie może być ekonomicznie uzasadnione (Płocharski i in., 2019). Odmiany

jabłek cydrowych różnią się w zależności od kraju produkcji. Główne odmiany cydrowe przedstawiono w tabeli 11.

Tab. 11. Główne odmiany jabłoni wykorzystywane do produkcji cydrów w zależności od kraju

Kraj	Odmiany
Wielka Brytania	Arbroath Pippin, Ashmead's Kernel, Bloody Ploughman, Bramley's Seedling, Brown's Apple, Bulmer's Pomona, Chisel Jersey, Cox Orange Pippin, Dabinett, East Lothian Pippin, Egremont Russet, Foxwhelp, Galloway Pippin, Harry Masters Jersey, Hawthornden, Herefordshire Pomona, James Grieve, Jonagold, Katy, Kennedy's Late, Kingston Black, Michelin, Orkney, Perthyre, Pig Aderyn, Pomona Herefordiensis, Porter's Perfection, Scots Dumpy, Scrog, Stoke Red, Tremlett's Bitter, Twyn y Sheriff, Vicky, Welsh, White Melrose, Yarlington Mill ($\Sigma=35$).
Francja	Avrolles, Bedan, Binet rouge, C'hwerv-brizh, C'hwerv-ruz-mod-kozh, Clos Renaux, Douce coët ligné, Douce moën, Fréquin rouge, Guillevec, Judor, Kermerrien, Marie Ménard, Marin Onfroy, Mettais, Petit jaune ($\Sigma=16$).
Hiszpania	Anisha, Carrió, Collaos, Durena de Tresali, Errezila (Reineta), Fuentes, Gezamiña, Goikoetxe, Limón Montés, Moko, Mozolua, Raxao, Regona, Txalaka, Urtebi Haundi, Urtebi Txiki, Verdialona ($\Sigma=17$).
Niemcy	Bittenfelder Sämling, Bohnapfel, Boskoop, Erbachhofer Mostapfel, Goldparmäne, Kaiser Wilhelm, Roter Trierscher Weinapfel, Sauergraeuch, Schafsnase, Waldhöfler, Weihrouge ($\Sigma=11$).
Australia i Nowa Zelandia	Blanchet, Braeburn, Cox Orange Pippin, Crémère, Envy, Fuji, Gala, Golden Delicious, Granny Smith, Jazz, Jonagold, Lady Williams, Newtown Pippin, Pink Lady, Red Delicious, Royal Gala, Smitten, Sonya, Sturmer Pippin, Sundowner ($\Sigma=20$).
USA i Kanada	odmiany stołowe: Cortland, Fuji, Gala, Golden Delicious, Goldrush, Granny Smith, Honeycrisp, Idared, Jonagold, McIntosh, Red Delicious; odmiany cydrowe: Baldwin, Bedan, Binet rouge, Bitter Burr, Bramtot, Brown Snout, Brown's Apple, Campfield, Chisel Jersey, Dabinett, Denniston Red, Douce de Charlevoix, Ellis Bitter, Esopus Spitzenburg, Franklin Cider, Fréquin rouge, Geneva Tremlett, Geneva, Gnarled Chapman, Golden Russet, Graniwinkle, Harrison, Harry Master's Jersey, Hewe's Virginia Crab, Kermerrien, Kingston Black, Médaille d'or, Michelin, Newtown Pippin, Northern Spy, Porter's Perfection, Pumpkin Sweet, Redfield, Somerset Redstreak, Tolman Sweet, Wickson, Yarlington Mill ($\Sigma=48$).
Polska	Alwa, Amanda, Antonówka, Bancroft, Black Dabinett, Brettacher, Camspur, Cesarz Wilhelm, Chopin, Cortland, Dabinett, Delbard, Douce Coet Ligne, Douce Moen, Egremont Russet, Gala, Gewürzluiken, Harry Masters, Idared, Jonathan, Kingston Black, Kronselska, Landsberska, Major, Malinówka, Malus Purpurea, McIntosh, Michelin, Pinova, Piros, Rubin, Spartan, St. Edmund Rassel (St. Edmunds Pippin), Szara Reneta, Yarlington Mill, Żłota Reneta ($\Sigma=36$).

Źródło: oferta <https://eko-ogrodnik.pl/tag-produktu/cydr/>; oferta <http://www.szkolki.com/drzewka-jablonie/>, etykiety cydrów, Czynczyk, 2014, Jolicoeur, 2022

Historyczne porady dotyczące przygotowania jabłek na cydr wskazywały, że należy: „gromadzić jabłka na kupę i od czasu do czasu okadzać wonnemi korzonkami, jak np. goździkami, żywicą mastyksową, listkami róży, itd.; jabłka trzymają się wtedy dłużej, tworzy się w nich więcej cukru, dojrzewanie jabłek przez ciepło się przyspiesza i wino staje się korzenniejszém” (Miarka (red), 1879)

Jabłka na jabłecznik pozostawia się na drzewach jak najdłużej, by wytworzyły więcej cukru i zmiękły. Spady z drzewa oraz owoce poobijane podczas otrząsania należy natychmiast wycisnąć w prasie i nie powinno się ich przechowywać w stosach. Otrzymany jabłecznik może być klarowny lub mętny, zawierać gaz lub być go pozbawiony. Może różnić się słodkością i kolorem przechodzącym od żółtego aż po zielonkawy. Istotny jest wybór jabłek kierowanych do produkcji moszczu. Jabłecznik zazwyczaj przyrządzany jest z szeregu odmian jabłek jednocześnie. We Francji i Wielkiej Brytanii uprawia się specjalne odmiany, które potocznie nazywane są cydrowymi, o stosunkowo wysokiej zawartości garbników, o smaku słodko-cierpkim i cierpko-kwaśnym (Bonin i in., 2008). Odmiany cydrowe charakteryzują się pożądanym stosunkiem zawartości cukrów do kwasów, w odróżnieniu do odmian deserowych, których owoce cechują się zazwyczaj niską kwasowością. Z nieodpowiednich jakościowo jabłek nie sposób uzyskać cydru o wysokiej jakości, nawet przy zastosowaniu nowoczesnych technologii produkcji, dlatego też jabłka używane do produkcji powinny być najwyższej jakości, w celu zapewnienia smakowitości produktu oraz czystości mikrobiologicznej (Schneider, 2015). Najlepsze wyniki uzyskuje się przy zastosowaniu mieszania odmian jabłek w celu uzyskania właściwego połączenia kwasowości, słodczy i taniny (Miłaszewska, 2007). Zawartość taniny w odmianach jabłek najczęściej uprawianych w Polsce jest niska i wynosi 100-120 mg/100g przecieru jabłkowego, natomiast najsmaczniejszy cydr uzyskuje się z owoców zawierających przynajmniej 200-400 mg taniny w 100g przecieru. Rodzime odmiany cydrowe pochodzące z Wielkiej Brytanii, Francji, Niemczech, Hiszpanii oraz Szwajcarii posiadają wyższe poziomy taniny, dlatego też produkcję polskiego cydru poszerza się o odmiany zagraniczne (Czynczyk, 2014). W bardzo nielicznych przypadkach produkowane są cydry z jednej odmiany jabłek (Schneider, 2015) np. od kilku lat na polskim rynku jest dostępny cydr, który powstaje z samych antonówek.

Według XIX wiecznego przepisu najwyborniejsze cydry otrzymywano przez zmieszanie jabłek słodkich, kwaśnych i „drętkich” - w proporcji 50% słodkich, 25% kwaśnych i 25% „drętkich” (Miarka (red), 1879).

Dla uzyskania najlepszych parametrów cydru miesza się jabłka bardzo dojrzałe z jabłkami we wczesnym stadium dojrzałości lub później kupażuje cydrami o różnej kwasowości i słodkości w zależności od potrzeb. Odmiana oraz cechy genetyczne mają najważniejszy wpływ na jakość owoców, każda z nich charakteryzuje się określonymi cechami sensorycznymi oraz odrębnym składem. (Płocharski, Lenartowicz, Zbroszczyk i in., 1990).

Na smakowitość cydrów wpływa także zawartość lotnych związków, przede wszystkim octanów. Ich zawartość jest niższa w moszczach w porównaniu do świeżych jabłek. W trakcie tłoczenia jabłek zachodzi znaczny wzrost zawartości 1-heksanolu, trans-2-heksanolu oraz estru trans-2-heksanolu. Jednak w czasie procesu fermentacji część związków lotnych ulega rozkładowi, głównie octany. Stężenie tych związków spada już na początku fermentacji, a pod koniec procesu pozostają już tylko śladowe ich ilości. Z kolei w procesie fermentacji powstają inne związki aromatyczne takie jak aldehydy alifatyczne, estry wyższych kwasów tłuszczowych oraz niekiedy niepożądany diacetyl, który powoduje powstanie w produkcie fermentowanym zapachu maślanego (Opolska i Drzazga, 1991).

Smak cydru jest bardzo różnorodny. Produkcja przemysłowa zazwyczaj skupia się wokół cydrów półsłodkich lub słodkich, które niekiedy przypominają słodki sok jabłkowy z niewielką ilością alkoholu, natomiast cydry wytwarzane w małych firmach często są bardziej wytrawne i bardziej cierpkie (Majda, 2013). Najlepszy cydr powstaje w wyniku długiej fermentacji. Jeśli jego wytwarzanie nie jest sztucznie przyspieszane, fermentacja powinno trwać trzy miesiące. Prawdziwy cydr im mętniejszy, tym jest lepszy. Jeżeli powstaje przy użyciu metody tradycyjnej, w 100% z moszczu i nie jest rozcieńczany wodą, powstaje mocniejszy i zawiera 6-8,5% alkoholu. Koncerny winiarskie, produkując cydr na masową skalę, przerywają fermentację i rozcieńczają moszcz lub dodają środki konserwujące, powstaje wtedy cydr o zawartości alkoholu na poziomie 3-4% (Mączka, 2014).

Produkcja cydru rozpoczyna się od sporządzenia matki drożdżowej oraz jednoczesnego przygotowania porcji moszczu jabłkowego. Najlepszy cydr powstaje z moszczu, w którym nie usuwa się gniazd nasiennych i skórki (Majda, 2013). Przyjmuje się, że sok do produkcji cydru powinien zawierać ok. 15% cukrów, 0,2% taniny i 0,3-0,5% kwasów. Do korekty kupażowej cydrów stosowane są jabłka zróżnicowane odmianowo.

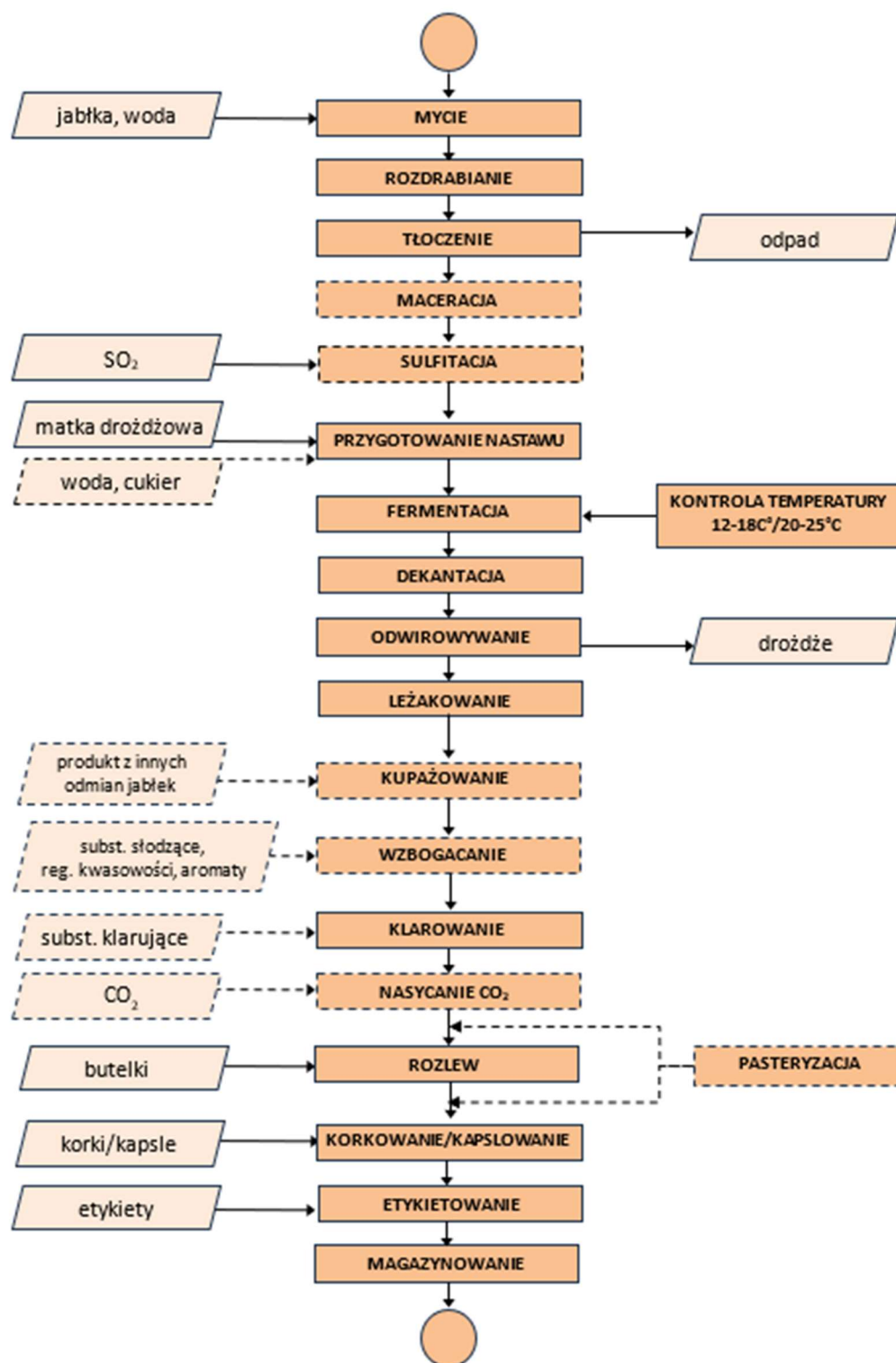
Przygotowany moszcz jabłkowy zostaje przetłoczony do zbiorników, gdzie odbywa się właściwa fermentacja. Zasadniczo temperatura fermentacji cydrów nie powinna przekraczać 25°C, przy jej przekroczeniu stosuje się chłodzenie (Bonin i in., 2008). W procesie

fermentacji alkoholowej powstaje alkohol oraz wydzielają się ciepło, które odprowadza się w systemie chłodniczym, aby uzyskać stabilny zakres temperatur w zakresie od 12 do 18°C (1–3 miesiące fermentacji), lub 20–25°C (1–4 tygodni fermentacji). Fermentację, a szczególnie jej szybkość, można sterować stosując odpowiednią temperaturę tego procesu, przy czym niższa temperatura pozytywnie wpływa na jakość sensoryczną cydru (Jarczyk i Płocharski, 2010).

Jednym z najbardziej istotnych czynników wpływających na jakość cydrów jest prawidłowo przeprowadzony proces fermentacji (rys. 14), gdzie zarówno temperatura, czas prowadzenia procesu jak i dobór drożdży i bakterii fermentacji mlekowej (LAB) mają bardzo istotne znaczenie w kształtowaniu smaku, zapachu i ogólnej oceny wyjściowego produktu (Ścibisz i in., 2014, Cz. I). Proces fermentacji soku rozpoczyna się już po kilkunastu godzinach (Majda, 2013). Cały proces fermentacji cydru trwa od tygodnia do 3 miesięcy w zależności od rodzaju użytego moszczu, stopnia jego rozcieńczenia oraz oczekiwanej końcowej zawartości alkoholu. Niekiedy fermentacja przerywana jest jeszcze przed przefermentowaniem całego cukru, otrzymuje się wtedy cydr o mniejszej zawartości alkoholu. Po przeprowadzonym procesie fermentacji napój stabilizuje się poprzez dekantację, a osad drożdżowy jest odwirowywany. Niekiedy na tym etapie wysyca się napój także ditlenkiem siarki (Frei, 1992; Schneider, 2015). Ditlenek siarki jest stosowany w cydrach ze względu na właściwości antyoksydacyjne i antybakteryjne. Skuteczność SO_2 jako środka antybakteryjnego zależy od pH moszczu - wraz ze wzrostem pH, niezbędne jest zwiększenie dodatku ditlenku siarki, w celu utrzymania odpowiedniej aktywności antybakteryjnej (Cider Handbook, 2018).

W przypadku jeżeli stwierdza się występowanie fermentacji jabłkowo-mlekowej (MLF) konieczna jest pasteryzacja cydru (Frei, 1992; Schneider, 2015). Czysty cydr pozbawiony osadu drożdżowego transportowany jest do zbiornika leżakowego. Młode cydry po fermentacji wykazują zazwyczaj typowy posmak drożdżowy, dlatego nie nadają się do konsumpcji i poddawane są leżakowaniu przez okres od 1 do 3 miesięcy w pomieszczeniu schłodzonym poniżej temperatury 10°C. Tanki z napojem powinny być całkowicie napełnione, aby przeciwdziałać powierzchniowemu zakażeniu drożdżami (Frei, 1992; Bonin i in., 2008). Po kilku dniach, w produkcji przemysłowej, lub nawet po 3 miesiącach w produkcji rzemieślniczej, cydr jest poddawany procesowi kupażowania i wzbogacania o dodatki takie jak cukier i regulator kwasowości. Kupażowanie jest najlepszą metodą korekty kwasowości cydrów przy użyciu odmian jabłek bardziej kwaśnych

z cydrami z odmian mniej kwaśnych (Bonin i in., 2008; Frei, 1992; Wzorek i Pogorzelski, 1998). Na rysunku 25 przedstawiono schemat procesu technologicznego produkcji cydru.



Rys. 25. Schemat procesu technologicznego produkcji cydru

Źródło: Opracowanie własne na podstawie *Cider Handbook*, 2018; Cousin i in., 2017; Paprocki, 2024; Shockey i Shockey, 2020

W celu uzyskania cydru klarownego przeprowadza się kupaż z użyciem klarownego soku jabłkowego (często odtworzonego z koncentratu), natomiast aby uzyskać cydr mętny dodaje się naturalnie mętny sok. W Szwajcarii do kupażowania cydrów stosuje się mętny sok jabłkowy w proporcji 1:2 do cydru (Frei, 1992).

Następnie przygotowany kupaż cydru jest poddawany procesowi filtracji. Proces ten może być wykonany przy użyciu ziemi okrzemkowej, żelatyny w proszku (E441), taniny (E181), bentonitu (E558), zolu kwasu krzemowego, żelazocyjanku potasu (E536), węgla aktywnego, czy płyt filtracyjnych. Specjalną grupę środków klarujących stanowią preparaty enzymatyczne. Najlepsze rezultaty osiąga się jednak poprzez naturalny proces filtracji, czyli stosowanie naturalnej sedymentacji (Frei, 1992). Proces długiego powolnego leżakowania może w sposób naturalny doprowadzić do pożądanego poziomu klarowności oraz utraty cierpkości cydru (Shockey i Shockey, 2020). Proces filtracji może być wykonywany dwukrotnie, drugi raz tuż przed rozlewem do butelek.

Następnie cydr poddawany jest pasteryzacji i ewentualnie procesowi nasycenia CO₂, często przy użyciu metody zbiornikowej. Końcowa pasteryzacja odbywa się często w pasteryzatorze tunelowym w temperaturze 65-72°C przez 20 minut (Frei, 1992). Następnie produkt trafia na linię rozlewniczą, gdzie jest butelkowany, etykietowany, banderolowany i pakowany w opakowania zbiorcze (Jarczyk i Płocharski 2010).

Większość producentów cydru, podobnie jak producenci wina, do produkcji cydrów wybiera specjalnie przygotowane (hodowlane) drożdże o znanych cechach (Cook, 2018; Nash, 2023), dzięki czemu możliwa jest kontrola procesu. Priorytetem dla producentów jest osiągnięcie stabilnej fermentacji (Cook, 2018). Dzikie drożdże, które znajdują się w wyciśniętym soku, zazwyczaj są neutralizowane i w ich miejsce dodawane są konkretne szczepy hodowlane (Nash, 2023). Producenci zabiegają o sfermentowanie całego cukru bez udziału żadnych obcych smaków i aromatów. Gwarancję takiej fermentacji daje zastosowanie drożdży hodowlanych, które będą konkurować z pozostałymi szczepami (Cook, 2018; Paprocki, 2024). Na smak cydru w dużej mierze wpływa szybkość fermentacji - im jest ona wolniejsza tym smakowość cydru rośnie. W domowych warunkach w celu spowolnienia fermentacji należy przede wszystkim nadzorować temperaturę procesu. Optymalna temperatura fermentacji, gwarantująca mniejszą aktywność drożdży to 13-18°C (Paprocki, 2024).

W produkcji cydru z zastosowaniem moszczu jabłkowego ze świeżych owoców możliwe jest wykorzystywanie naturalnej mikroflory bytującej na owocach lub drożdży „szlachetnych”, przede wszystkim z gatunku *Saccharomyces cerevisiae*. Produkcja cydrów

z wykorzystaniem zagęszczonego soku owocowego wymaga stosowania wspomnianych drożdży (Bonin i in., 2008). Większość producentów cydru używa właśnie tych sprawdzonych drożdży szampańskich. - *Saccharomyces cerevisiae*. (Cider Handbook, 2018; Cook, 2018). Klasyczne szczepy drożdży *Saccharomyces cerevisiae* działają najlepiej, gdy uwzględni się prawidłową temperaturę procesu i obecność składników odżywczych. Zawartość YAN (ang. *yeast assimilable (or available) nitrogen*) - azotu przyswajalnego przez drożdże, bezpośrednio wpływa na szybkość fermentacji. Prawidłowa fermentacja możliwa jest przy zachowaniu równowagi YAN, który składa się z alfa-aminokwasów (przyswajalny azot organiczny) i jonów amonowych (azot nieorganiczny). Azot przyswajalny obecny w moszczu ma pozytywny wpływ na biomasę drożdży na początku fermentacji oraz kinetykę transportu cukru podczas fermentacji. Pod koniec fermentacji moszcz posiada niski poziom azotu i nawet przy wysokiej zawartości cukru dochodzi do zmniejszenia syntezy białka i aktywności transportu cukru. Dodanie YAN pod koniec fazy wzrostu reaktywuje syntezę białek, podnosi prędkość transportu cukru i szybkość fermentacji. Niskie poziomy azotu przyswajalnego mogą powodować nadmierny stres komórek drożdży i znacznie utrudniać ich działanie. W niektórych przypadkach, drożdże mogą tworzyć nieprzyjemne smaki i/lub aromaty, a nawet zatrzymać fermentację (Cider Handbook, 2018).

Niektórzy producenci cydru wykorzystują również drożdże pierwotnie przeznaczone do aromatycznych białych win, aby wzmocnić i uchwycić naturalne estry jabłkowe. Potencjalną wadą stosowania drożdży hodowlanych jest jednak to, że smak cydru może okazać się jednowymiarowy, ponieważ tylko jedne drożdże brały udział w procesie fermentacji (Cook, 2018).

Drożdże dzikie są naturalnie występującymi drożdżami, które znajdują się na skórce jabłek. Jeśli sok jabłkowy nie zostanie zaszczipiony drożdżami hodowlanymi, zacznie on samoczynnie fermentować dzięki działaniu drożdży dzikich (rysunek 26).



Rys. 26. Dzikie drożdże na powierzchni cydru

Źródło: (Nash, 2023).

Jest to bardziej nieprzewidywalny sposób fermentacji, ponieważ nie wiadomo, jakie drożdże będą dominowały w procesie i jak wpłyną na smak oraz aromat cydru (Cook, 2018; Nash, 2023). Zwykle na początku fermentacji pojawiają się drożdże takie jak *Kloeckera*, które mogą rozpocząć fermentację, jednak są słabo odporne na alkohol, więc zwykle wymierają zanim ABV osiągnie 2-3%. Następnie fermentację rozpoczynają drożdże *Saccharomyces*, które są podobne do hodowlanych. Na końcu procesu mogą się pojawić inne rodzaje drożdży, takie jak *Brettanomyces*, które mogą nadać cydrowi charakterystyczny „dziki” smak. Fermentacja z udziałem drożdży *Brettanomyces* zachodzi z udziałem bakterii kwasu mlekowego (LAB), w tym *Lactobacillus*. Interakcja między tą mikroflorą, a polifenolami pozwala na uzyskanie niektórych aromatów, z których słynie na przykład cydr z West Country, w tym „starego konia”, „stodoły”, „farmy”, „skóry” i „goździka”. W świecie winiarskim aromaty „bretty” - pochodzące od *Brettanomyces* – są często mile widziane. Jednakże aromaty te nie mogą występować w zbyt dużej ilości, dlatego kluczowe jest znalezienie równowagi między owocowością, słodyczą i świeżością (Cook, 2018).

Przeprowadzenie fermentacji cydru z zastosowaniem dzikich drożdży jest ryzykowne, ponieważ proces ten często kończy się nieprzyjemnym profilem smakowym i zapachowym – np. towarzyszy mu zapach octanu etylu (przypominający zapach zmywacza do paznokci). Dzikie fermentacje są zazwyczaj powolne i trwają wiele miesięcy, a nawet rok. Wymagają też większej staranności i higieny ze strony producenta cydru. Niektórzy producenci cydru stosują metodę mieszania obu rodzajów drożdży, czyli dodają część drożdży hodowlanych do soku jabłkowego już fermentującego na dzikich drożdżach. W ten sposób mogą uzyskać

lepszą równowagę między czystością, a złożonością smaku (Cook, 2018). W fermentacji „dzikiej” działa wiele szczepów drożdży, co może zapewnić złożony i wielowymiarowy charakter trunku. W cydrach można spotkać drożdże *Candida sake*, *Pichia fermentans*, *Hanseniaspora spp.*, *Candida spp.*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Metschnikowia pulcherrima*, *Cryptococcus spp.* i psychrotroficzny *Cystofilobasidium infirmominiatum* (Cook, 2018; Graça i in., 2015; Nash, 2023).

W produkcji cydru zastosowanie ma ko-immobilizacja (Kourkoutas i in., 2004; Nedovic i in., 2000; Bonin, 2006), umożliwiająca przeprowadzenie dwóch rodzajów fermentacji w jednym zintegrowanym systemie.

W typowej technologii fermentacja zachodzi dzięki obecności mikroorganizmów obecnych na skórkach jabłek. Początkowo zachodzi proces fermentacji alkoholowej trwający od 2-3 tygodni, następnie dochodzi do przekształcenia kwasu jabłkowego w mlekowy, czyli procesu dojrzewania trwającego do 8 tygodni. (Kourkoutas i in., 2004; Nedovic i in., 2000).

W produkcji win, jak i cydru dobre rezultaty przynosi fermentacja jabłkowo-mlekowa przy użyciu *Oenococcus oeni* (Nieminen i in., 2014). Fermentacja ta umożliwia poprawę stabilności mikrobiologicznej i cech organoleptycznych cydru (Sánchez i in., 2012). W jej wyniku dochodzi do zmniejszenia kwasowości trunku, a smak cydru staje łagodniejszy i bardziej złożony (Shockey i Shockey, 2020).

Fermentacja spontaniczna jest ryzykowana ze względu na możliwe uzyskanie produktu o zróżnicowanej jakości, i tu rozwiązaniem może być zastosowanie ko-immobilizacji, która pozwala na znaczne skrócenie czasu produkcji cydru i otrzymywanie napoju o jednorodnych cechach sensorycznych (Kourkoutas i in., 2004; Nedovic i in., 2000).

W tabeli 12 przedstawiono bakterie i drożdże występujące w produktach na bazie soku jabłkowego.

Tab. 12. Bakterie i drożdże występujące w produktach na bazie soku jabłkowego

Rodzina	pochodzenie	rodzaj/gatunek	źródło
Lactobacillaceae	kwiat jabłoni świeżo ścięte jabłko cydr	<i>Lactobacillus brevis</i> <i>Lactobacillus</i> <i>(para)collinoides</i> ** <i>Lactobacillus casei</i> <i>Lactobacillus diolivorans</i> <i>Lactobacillus hilgardii</i> <i>Lactobacillus sicerae</i> <i>Lactobacillus suebicus</i> <i>Pediococcus etanolidurans</i> <i>Pediococcus parvulus</i>	Claisse i Lonvaud-Funel, 2001; Coton i in., 2011 Garai i in., 2007; Graça i in., 2015; Puertas i in., 2014; Sánchez i in., 2012.
Acetobacteraceae	kwiat jabłoni cydr ocet	<i>Acetobacter sp</i> <i>Komagataeibacter sp.</i> <i>Gluconobacter sp</i>	Shade i in., 2013; Trček i in., 2016.
Leuconostocaceae	cydr	<i>Oenococcus oeni</i> <i>Leuconostoc mesenteroides</i>	El Khoury i in., 2017; Salih i in., 1988; Sánchez i in., 2012.
Sfingomonadowate	cydr	<i>Zymomonas mobilis</i> **	Bauduin i in., 2006; Swings i De Ley, 1977.
Sporolactobacillaceae	cydr	<i>Sporolactobacillus sp.</i>	Coton i in., 2010
Enterobakterie	powierzchnia jabłka kwiat jabłoni	Bakterie z grupy coli** <i>Enterobacteriaceae</i> *	Alonso i in., 2015; Graça i in., 2015; Shade i in., 2013
Saccharomycetaceae	cydr	<i>Brettanomyces/Dekkera sp.</i> **	Misery i in., 2021

*rodzaj nieokreślony

** niezalecane dla cydrów

Źródło: opracowanie własne na podstawie Alonso i in., 2015; Bauduin i in., 2006; Claisse i Lonvaud-Funel, 2001; Coton i in., 2010; Coton i in., 2011; El Khoury i in., 2017; Garai i in., 2007; Graça i in., 2015; Puertas i in., 2014; Salih i in., 1988; Sánchez i in., 2012; Shade i in., 2013; Swings i De Ley, 1977; Trček i in., 2016.

Dłuższy proces dojrzewania cydru prowadzi do wzrostu populacji *Dekkera* / *Brettanomyces*, drożdży, które są odpowiedzialne za tworzenie się niepożądanego smaku cydru. Cydr może też ulec zepsuciu między innymi pod wpływem *Zymomonas mobilis*, *Lactobacillus collinoides* lub *Brettanomyces* / *Dekkera sp.* (Misery i in., 2021).

Dane z tabeli 12 potwierdzają występowanie bakterii z grupy coli i innych bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* na powierzchni jabłek i kwiatach jabłoni, natomiast bezpieczeństwo mikrobiologiczne cydru potwierdziły badania Ozen i in. (2022), które wykazały brak powyższych bakterii w badanych cydrach pasteryzowanych.

W fermentacji przeprowadzonej metodą ko-immobilizacji można zastosować unieruchomione drożdże z gatunku *Saccharomyces cerevisiae*, a następnie bakterie *Lactobacillus plantarum*. Jakość otrzymanego produktu może być zależna od czasu rozpoczęcia fermentacji, w którym zastosowano dodatek bakterii. Dzięki zastosowaniu powyższego schematu ko-immobilizacji produkcja cydru łącznie z dojrzewaniem jest krótsza (4 tygodnie), a uzyskany napój odznacza się wysoką jakością sensoryczną oraz zawiera więcej etanolu w porównaniu z fermentacją klasyczną (Scott i O'Reilly, 1996).

Proces produkcji cydru w sposób ciągły, wykorzystujący ko-immobilizowane drożdże i bakterie, stanowi alternatywę dla tradycyjnych metod fermentacji (Bonin, 2006). Bonin (2006) za Nedovic i in. (2000) wskazują, że zastosowanie drożdży *Saccharomyces bayanus* oraz bakterii *Leuconostoc oenos* umożliwia szybką fermentację w ciągu kilku godzin. W tej metodzie w zależności od szybkości przepływu moszczu przez kolumnę z bakteriami można uzyskać cydr o wysokim stężeniu cukru lub wytrawny o zadowalającym smaku. W produkcie otrzymywanym metodą ciągłą następuje zmniejszenie zawartości octanu izoamylu i alkoholi wyższych, a także zwiększenie zawartości diacetylu i aldehydu octowego w porównaniu z fermentacją tradycyjną (Bonin, 2006; Nedovic i in., 2000). Herrero i in. (2001) wykorzystali ko-immobilizowane drożdże i bakterie *Oenococcus oeni* unieruchomione w kulkach alginianu do kontrolowanej fermentacji jabłkowo-mlekowej cydru. Szybkości fermentacji była podobna do konwencjonalnej, jednak unieruchomienie komórek bakterii umożliwiło uzyskanie niższej zawartości kwasu octowego i wyższego stężenia alkoholu. Uważa się, że te cechy mają korzystny wpływ na właściwości sensoryczne cydru (Herrero i in. 2001).

3.4. Wady cydru

Cydr jako produkt naturalny może mieć różne wady, mogące wpływać na jego jakość i smak, dlatego też proces produkcji cydru wymaga starannej kontroli i higieny, w celu zapewnienia wysokiej jakości produktu końcowego. Poniżej przedstawiono najczęstsze problemy, z którymi można się spotkać podczas produkcji cydru.

- Zakwaszenie - polega na przemianie alkoholu etylowego w kwas octowy przez bakterie octowe z rodzaju *Acetobacter*. Jest to niepożądana cecha w większości cydrów, ponieważ nadaje im ostry i octowy smak. Zakwaszenie może być spowodowane przez zbyt dużą ekspozycję cydru na tlen lub zbyt wysoką

temperaturę przechowywania. Aby zapobiec zakwaszeniu, należy ograniczyć kontakt cydru z powietrzem i przechowywać go w chłodnym miejscu. Wada ta może być konsekwencją fermentacji „dzikiej”, w której proces nie przebiegł prawidłowo (Cook, 2018).

- Obecność siarczynów - wynika z niedoboru składników odżywczych dla drożdży, takich jak azot i witaminy z grupy B. W takich warunkach drożdże produkują siarkowodór (H_2S) o nieprzyjemnym zapachu zgniłych jaj (Cook, 2018; Shockey i Shockey, 2020). Siarka może znajdować się na powierzchni owoców ze względu na stosowanie środków grzybobójczych stosowanych w sadownictwie. Również na owocach pochodzących z upraw ekologicznych możliwa jest jej obecność ze względu na dopuszczenie do upraw ekologicznych fungicydów ją zawierających. Siarkowodór może powstać, gdy nie dostarczono drożdżom wystarczającej ilości składników odżywczych i cukrów lub jeśli fermentacja odbywała się w zbyt wysokiej temperaturze (Shockey i Shockey, 2020). Jeśli siarkowodór nie zostanie usunięty, może reagować z innymi związkami i tworzyć disiarczki, które mają jeszcze intensywniejszy zapach i smak, przypominający zepsutą kapustę. Aby uniknąć obecności siarczynów (IV), należy zapewnić drożdżom odpowiednie odżywianie i wentylację (Cook, 2018).
- „Choroba cydrowa” (znana również jako *La Tournay* lub *Framboise*), charakteryzuje się głównie dużą produkcją etanolu (150–1000 mg/l), co prowadzi do powstania nieprzyjemnego zapachu i smaku oraz zmętnienia (Bauduin, Le Quere, Coton i Primault, 2003). Cydr staje się mętny lub mleczno-nieprzezroczysty z aromatem przypominającym skórkę cytryny lub banana. Francuska nazwa *framboise* (franc. malinowy) sugeruje możliwość powstania również aromatu malinowego. „Chorobę cydrową” wywołują bakterie *Zymomonas mobilis*, lub *Z. anaerobia* var. *Pomaceae*. żywiące się cukrami fermentacyjnymi i wytwarzającymi aldehyd octowy. *Z. mobilis* może wzrastać w słodkim nastawie o niskiej kwasowości (pH powyżej 3,8) i jest odporny na działanie ditlenku siarki, nawet w bardzo wysokich dawkach (Shockey Ch. i Shockey K., 2020). Wykazano silną korelację między poziomem aminokwasów (szczególnie asparaginy) oraz przyswajalnego azotu drożdżowego (YAN ang. *yeast assimilable (or available) nitrogen*) w cydrze a rozwojem „choroby cydrowej” (Bauduin i in., 2003; Shockey i Shockey, 2020).

- Aromat myszy - spowodowany jest przez niektóre bakterie mlekowe z rodzaju *Lactobacillus*, które mogą rozwijać się w cydrze o wysokim pH. Te bakterie wytwarzają związki zwane tetrahydropirydynami (THP), które mają charakterystyczny cierpki i stęchły smak i zapach, porównywany do mysiej klatki lub moczu. Początkowo podczas degustacji aromat myszy jest niewyczuwalny - pojawia się dopiero po kilku sekundach. Można wtedy wykryć stęchły, cierpki smak utrzymujący się w tylnej części gardła. W celu zapobiegnięcia tej wadzie należy kontrolować pH cydru i stosować odpowiednie środki konserwujące (Cook, 2018).
- Aromat kwasu izowalerianowego - kwas izowalerianowy jest organicznym kwasem tłuszczowym, który powstaje podczas fermentacji lub dojrzewania cydru. Jest on produkowany przez drożdże z kwasów tłuszczowych pochodzących z jabłek lub przez dzikie drożdże obecne w soku. W niskich stężeniach kwas izowalerianowy może dodawać cydrowi złożoności i nuty owocowe, ale w wysokich stężeniach może nadawać mu nieprzyjemny zapach czerstwego sera lub spoconych skarpet. Aby ograniczyć aromat kwasu izowalerianowego, należy dbać o higienę sprzętu i surowców (Cook, 2018).
- Aromat masłowy - W procesie fermentacji powstają związki aromatyczne - niekiedy niepożądany diacetyl, który zaburza aromat nadając produktowi fermentowanemu zapach maślany (Opolska, Drzazga 1991). Aromat masłowy w produktach fermentowanych wiąże się z nieprzyjemnym zapachem i smakiem, przypominającym zjełczałe masło lub wymiociny niemowląt. Kwas mlekowy odpowiedzialny za te cechy powstaje na skutek interakcji bakterii z naturalnie występującymi kwasami jabłkowymi. Bakterie te mogą się rozwijać w warunkach niedostatecznej higieny, niskiego poziomu kwasowości lub wysokiej temperatury fermentacji. Aby zapobiec powstawaniu aromatu masłowego, należy używać świeżych i zdrowych owoców, dokładnie je myć, sterylizować sprzęt i naczynia do produkcji cydru oraz unikać nadmiernego napowietrzania soku (Cook, 2018).

Pomimo tego, że cydr, jako napój zawierający alkohol, wytwarzany z zachowaniem dostatecznych zabiegów sanitarnych, jest uważany za produkt o niskim zagrożeniu zepsuciem i zakażeniem mykotoksynami, może w nim pozostać mykotoksyna – patulina (PAT), mogąca stanowić poważne zagrożenie dla producentów cydru (Wang i in., 2024).

Patulina jest jedną z najlepiej poznanych oraz najczęściej izolowanych mikotoksyn z jabłek i produktów jabłkowych (Dzwolak, 2011; Morales i in., 2007; Welke i in., 2009). Jest ona wytwarzana głównie przez różne gatunki grzybów z rodzaju: *Penicillium*,

Aspergillus oraz *Byssoschlamys* (Code of Practice for the Prevention and Reduction of Patulin Contamination in Apple Juice and Apple Juice Ingredients in other Beverages - CAC/RCP 50-2003), a najważniejszym z grzybów jest *Penicillium expansum* (Code of Practice for the Prevention and Reduction of Patulin Contamination in Apple Juice and Apple Juice Ingredients in other Beverages - CAC/RCP 50-2003; Postupolski i in., 2003). PAT może pochodzić także od odpornego na wysokie temperatury grzyba *P. niveus*, który pierwotnie został wyizolowany z alkoholu przez Brown i Smith (1957). Badania dowodzą, że może on przetrwać proces fermentacji i w sposób ciągły wytwarzać patulinę i zanieczyszczać gotowy cydr. Patulina jest często wykrywana w produktach wytwarzanych z udziałem spleśniałych owoców i warzyw (Zhang i in., 2019), zaś za główne źródła patuliny uważane są jabłka i produkty jabłkowe (CAC/RCP 50-2003). Patulina syntetyzowana jest w zakresie temperatur 0-42°C (Stępień i in., 2007) oraz zakresie pH od 3,5 do 6,5, a stabilność wykazuje w środowisku kwaśnym (Drusch i in., 2007; Stępień i in., 2007).

PAT stanowi zagrożenie dla zdrowia konsumenta (Mahfoud i in., 2002; Zhang i in., 2019), wpływa negatywnie na funkcjonowanie błon plazmatycznych, hamuje syntezę białek i RNA (Stępień i in., 2007). Międzynarodowa Agencja Badań nad Rakiem klasyfikuje patulinę do 3 grupy produktów kancerogennych, co oznacza, że jest niemożliwa do zaklasyfikowania jako substancja rakotwórcza dla ludzi (Claeys i in., 2020).

Problem zanieczyszczenia mykotoksynami, w tym patuliną, soków jabłkowych i cydrów był wielokrotnie zgłaszany na arenie międzynarodowej (Codex Alimentarius, 2003; Food and Drug Administration, 2005; Commission Regulation (EC) No 1881/2006, 2006). Patulinę wykryto w różnych produktach owocowych (Spadaro i in., 2007; Zouaoui i in., 2015 oraz Biango-Daniels i in., 2019), jednak nie uważa się, że ta mikotoksyna stanowi problem w przypadku spożywania produktów sfermentowanych. Co potwierdzają badania Erdoğan i in. (2018) oraz Zhang i in. (2019), które wykazały, że fermentacja znacznie zmniejsza poziom patuliny w produkcie końcowym. Jednakże szczegółowy mechanizm adsorpcji fizycznej między patuliną a drożdżami podczas fermentacji jest nadal niejasny (Zhang i in., 2019). Z kolei Kodeks postępowania w celu zapobiegania i ograniczania skażenia patuliną w jabłkach (CAC/RCP 50-2003) wskazuje, że fermentacja alkoholowa soków owocowych niszczy patulinę, dlatego też fermentowane produkty, takie jak cydr i perry, nie zawierają patuliny. Jednakże powyższy kodeks informuje również, że patulinę zaobserwowano w cydrach, do których dodano sok jabłkowy już po procesie fermentacji (Code of practice for the prevention and reduction of patulin

contamination in apple juice and apple juice ingredients in other beverages CAC/RCP 50-2003).

W celu zmniejszenia ryzyka skażenia mykotoksynami istotne jest zrozumienie, w jaki sposób etapy produkcji cydru wpływają na rozwój grzybów oraz patuliny (Dzwolak, 2011; Wang i in., 2024). Badania Dobek i Polak-Śliwińskiej (2016) pozwalają stwierdzić, że czas przechowywania zanieczyszczonego soku wpływa na wzrost redukcji patuliny na przykładzie roztworów modelowych. Najnowsze wyniki badań González i in. (2024), wskazały, że cydr jest produktem bezpiecznym dla konsumentów ze względu na niskie stężenia mykotoksyn oraz brak patuliny w badanych cydrach hiszpańskich.

3.5. Autentyczność i potrzeba identyfikacji cydru

Według Ustawy o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 roku zafałszowanie żywności może nastąpić w szczególności jeżeli:

- dodano do niego substancje zmieniające jego skład lub obniżające jego wartość odżywczą,
- odjęto składnik lub zmniejszono zawartość jednego lub kilku składników decydujących o wartości odżywczej lub innej właściwości środka spożywczego,
- dokonano zabiegów, które ukryły jego rzeczywisty skład lub nadały mu wygląd środka spożywczego o należytej jakości,
- niezgodnie z prawdą podano jego nazwę, skład, datę lub miejsce produkcji, termin przydatności do spożycia lub datę minimalnej trwałości albo w inny sposób nieprawidłowo go oznakowano, wpływając przez to na bezpieczeństwo środka spożywczego (Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 roku).

Produkt autentyczny to taki, który spełnia wymagania standardu i jest zgodny z oryginałem. Autentyczność rozumiana może być jako „tradycyjność”, czyli zgodność produktu ze standardem zakodowanym w umyśle, np. zapamiętanym z dzieciństwa (Śmiechowska, 2014). Każde odstępstwo od tego standardu powoduje, że produkt staje się nieautentyczny. Jednym z elementów, powodujących, że produkt nie może zostać uznany za autentyczny, jest jego zafałszowanie (Śmiechowska, 2013). Zapewnienie ochrony przed zafałszowaniem produktu, w tym cydru, powinno mieć miejsce na każdym etapie wytwarzania. Spink J. i Moyer D.C definiują zafałszowanie żywności jako zbiorczy termin

obejmujący świadome i celowe zastępowanie, dodawanie, manipulowanie lub wprowadzanie w błąd w odniesieniu do żywności, składników żywności lub opakowań żywności: fałszywe lub wprowadzające w błąd oświadczenia dotyczące produktu, w celu osiągnięcia korzyści ekonomicznych (Spink i Moyer, 2011). Zafałszowanie produktów jest poważnym problemem, który może przybierać różne formy, może nim być modyfikacja składu lub właściwości produktu bez informowania o tym konsumenta. Innym przykładem naruszenia autentyczności jest podawanie nieprawdziwych informacji na opakowaniu, dotyczących składu czy pochodzenia produktu oraz nieprawidłowe oznakowanie produktu. Szczególnie trudne w wychwyceniu autentyczności są podrobione produkty, które naśladują produkty oryginalne, ale różnią się od nich składem, czy właściwościami. Rynek produktów podrabianych jest napędzany chęcią zwiększenia zysków poprzez obniżenie kosztów produkcji i oferowanie niższych cen. Niekiedy celem fałszowania jest także ukrycie niskiej jakości produktu lub błędów produkcyjnych (Śmiechowska, 2013). Jak podkreślają Everstine, Spink i Kennedy, celem stosowania umyślnego fałszowania żywności jest uzyskanie korzyści finansowych (Everstine i in., 2013; Wilkes, 2021).

Pierwszą i najłatwiejszą wskazówką do identyfikacji oryginalnego cydru jest banderola akcyzowa. Cydry, jako napoje winiarskie są opatrywane znakami akcyzy umieszczonymi na zamknięciu butelek, takimi samymi jakie są aplikowane na opakowaniach wina (Anonim, 2019a).

Producenci branży browarniczej, wykorzystując możliwości reklamy i niską świadomość konsumentów na temat cydrów, wprowadzają na rynek produkty „cydropodobne”. Taka strategia pozwoliła im zająć znaczącą część rynku, co negatywnie wpłynęło na rozwój sektora cydrowego w Polsce. Kolejnym problemem są przepisy dotyczące definicji cydru, które ograniczają producentów do wytwarzania wyłącznie cydrów „jabłkowych”, które nie stanowią zróżnicowanej i atrakcyjnej oferty (Anonim, 2019a).

3.6. Znakowanie i etykietowanie

Etykieta jest nośnikiem informacji o produkcie, jest tym, na co konsument w pierwszej chwili zwraca uwagę, to ona przyciąga jego wzrok (Bonin S., 2021), pełni ona kluczową rolę w informowaniu o właściwościach produktów i umożliwia dokonanie świadomego wyboru przy zakupie (Wojciechowski, 2017), pełni więc przede wszystkim funkcję czysto informacyjną (Wojciechowski, 2021). Etykietowanie to wszelkie napisy, dane szczegółowe,

znaki towarowe, znaki firmowe, elementy graficzne lub symbole umieszczone na wszelkich opakowaniach, dokumentach, ulotkach, etykietach, obwódkach lub pierścieniach towarzyszących takiemu produktowi lub odnoszących się do niego (Rozporządzenie 1308/2013, Art. 117; Rozporządzenie 1169/2011, Art. 2, ust. 2, pkt. J; Bonin S., 2021).

Obowiązujące Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 grudnia 2014 r. w sprawie znakowania poszczególnych rodzajów środków spożywczych wskazuje, że oznakowanie „cydr” może być używane wyłącznie dla fermentowanego napoju winiarskiego zdefiniowanego w uchylonej ustawie z 2011 roku (Dz. U. 2011 Nr 120 poz. 690). Niespójny zapis dopuszczający znakowanie na podstawie uchylonej ustawy może uniemożliwić zapewnienie autentyczności cydrów na polskim rynku i wprowadzić producentów oraz konsumentów w błąd.

Zgodnie z rozporządzeniem Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/2117 z dnia 2 grudnia 2021 r. zmieniające rozporządzenia (UE) nr 1308/2013 ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych, (UE) nr 1151/2012 w sprawie systemów jakości produktów rolnych i środków spożywczych, (UE) nr 251/2014 w sprawie definicji, opisu, prezentacji, etykietowania i ochrony oznaczeń geograficznych aromatyzowanych produktów sektora wina i (UE) nr 228/2013 ustanawiające szczególne środki w dziedzinie rolnictwa na rzecz regionów najbardziej oddalonych w Unii Europejskiej od 8 grudnia 2023 roku, producenci są zobowiązani do umieszczania na etykietach informacji o wartości odżywczej oraz wykazu składników. Nowe regulacje pozwalają producentom w bardziej elastyczny sposób udostępniać informacje o produkcie. Na opakowaniu bądź dołączonej etykiecie obligatoryjne jest umieszczenie wartości energetycznej, a na środkach elektronicznych/platformach elektronicznych (zwanym również e-etykietami) pełnej informacji o wartości odżywczej oraz wykazu składników, przy założeniu, że wytwórcy będą unikali gromadzenia lub śledzenia danych użytkownika i nie będą dostarczali informacji służących celom marketingowym. Stosowanie e-etykiety, nie zwalnia producentów z obowiązującego wymogu dotyczącego umieszczenia informacji o substancjach powodujących alergie lub reakcje nietolerancji (Dz.U.U.E.L.2021.435.262; Zawiadomienie Komisji C/2023/1190). Etykietowanie elektroniczne powinno zapewniać czytelność, stabilność wiarygodność, trwałość i dokładność informacji przez cały cykl życia produktu (Zawiadomienie Komisji C/2023/1190).

Informacje zawarte na etykiecie fermentowanych wyrobów winiarskich, do których należy cydr, wynikają z ogólnych założeń dotyczących etykietowania produktów żywnościowych, które są umieszczone w Rozporządzeniu 1169/2011 w sprawie

przekazywania konsumentom informacji na temat żywności oraz wytycznych Komisji Europejskiej z dnia 31 stycznia 2013 roku (Pytania i odpowiedzi dotyczące stosowania rozporządzenia (UE) nr 1169/2011). Wspomniane rozporządzenie wskazuje, jako obligatoryjne, następujące informacje umieszczone na opakowaniu:

- 1) nazwa wyrobu,
- 2) wykaz składników,
- 3) wszelkie składniki lub substancje pomocnicze powodujące alergie lub reakcje nietolerancji,
- 4) ilość netto żywności – podana w ml,
- 5) data minimalnej trwałości lub termin przydatności do spożycia,
- 6) wszelkie specjalne warunki przechowywania lub warunki użycia,
- 7) dane producenta: nazwa, adres,
- 8) rzeczywista zawartość alkoholu w procentach objętościowych, z dokładnością nie większą niż do jednego miejsca po przecinku,
- 9) informacja o wartości odżywczej,
- 10) oznaczenie, czy cydr zawiera siarczyny IV (można użyć zapisu – ditlenek siarki), który jest alergenem.

Maksymalna ilość ditlenku siarki została przedstawiona w tabeli 9 wynika z Rozporządzenia 1333/2008.

Wspomnianą rzeczywistą zawartość alkoholu w procentach objętościowych należy podać z dokładnością nie większą niż do jednego miejsca po przecinku. Następuje po niej symbol „% obj.” i może ona być poprzedzona wyrazem „alkohol” lub skrótem „alk.”. Załącznik XII Rozporządzenia 1169/2011 dopuszcza podanie zawartości alkoholu różniące się o +/- 1% objętościowych (Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylecia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004).

Jedyną pewną metodą zapewnienia, że produkt jest zgodny z informacjami na etykiecie, są przepisy lub określone zasady nadawania znaków certyfikacji. Przepisy i regulacje różnią się znacznie w poszczególnych krajach. Poniżej przedstawiono przykładowe różnice w certyfikacji w zależności od kraju:

- Australia - nie ma minimalnej zawartości soku jabłkowego wymaganej do nazwania produktu cydrem. W związku z tym legalne jest sprzedawanie napoju jako cydru, do którego dodano tylko trochę aromatu jabłkowego, a do jego produkcji nie użyto soku jabłkowego.
- Wielka Brytania - nastaw używany do produkcji cydru lub perry musi zawierać co najmniej 35% soku jabłkowego lub gruszkowego o ciężarze właściwym (SG) 1,033 stopnia lub wyższym. Ta zawartość jabłek/gruszek może być w pełni zapewniona przez sok odtworzony z koncentratu (często importowany). Dozwolone jest również intensywne dosładzanie w celu wyprodukowania cydru, który zawiera około 14 % alkoholu, aby następnie rozcieńczyć go do około 5 % alkoholu, co jest procesem typowym dla cydrów przemysłowych.
- Francja - cydr musi składać się w 100% z soku jabłkowego. Dozwolone jest jednak, aby połowa tego soku została odtworzona z lokalnego koncentratu.
- Quebec (Kanada) - aby produkt mógł być oznaczony jako cydr, musi składać się w 100% ze świeżego soku jabłkowego. Nie zezwala się na poddawanie fermentacji na cydr soku odtworzonego z koncentratu i rozcieńczonego wodą. Ponadto 80% jabłek musi być uprawianych w Quebecu. Dozwolone jest jednak silne dosładzanie, ponieważ cydr może zawierać do 15% alkoholu. Produkt, który zawiera koncentrat lub więcej niż 20% importowanych jabłek, lub który został rozcieńczony wodą, byłby nazywany koktajlem cydrowym (Jolicoeur, 2022).

W części państw członkowskich Unii Europejskiej obowiązują podstawowe normy handlowe dotyczące cydru (np. w Danii, Finlandii, Słowacji, Szwecji). Przykładowo w Szwecji cydr powinien zawierać co najmniej 15 % soku jabłkowego. W Niemczech obowiązują wytyczne dotyczące produkcji cydru, które uzupełniają przepisy dotyczące etykietowania w ramach ustawodawstwa krajowego. W Belgii, Bułgarii, Niemczech, Irlandii i Niderlandach, nie obowiązują żadne normy handlowe dotyczące cydru. Ze względu na brak jednolitych przepisów dotyczących cydrów w Unii Europejskiej istnieje ryzyko nieuczciwej konkurencji oraz asymetrii w komunikacji z konsumentami (Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady COM(2023) 200 final).

Łatwo zauważyć, że przy takiej różnorodności przepisów nierealne staje się dostosowanie przepisów w celu uzyskania wspólnej międzynarodowej definicji cydru. Inną sprawą są znaki certyfikacji i jakości. Przykładowo, we wrześniu 2018 r. w Exeter (Wielka Brytania) stowarzyszenie *Small Independent Cidermakers Association* zorganizowało spotkanie o nazwie Cider „X”, na którym uzgodniono, że cydr, który ma uzyskać znak

jakości stowarzyszenia powinien składać się w 90% ze świeżego soku jabłkowego. Z kolei w Australii trwa podobny proces z organizacją *Cider Australia* w celu opracowania znaku zaufania do identyfikacji cydrów wyprodukowanych w 100% z owoców uprawianych w Australii (Jolicoeur, 2022).

Głównym celem stosowania certyfikacji jest poświadczenie, że produkt rolno-spożywczy jest zgodny z określonymi specyfikacjami dotyczącymi jego pochodzenia, składu lub przetwarzania.

Jednym z pierwszych znaków w przemyśle winiarskim był francuski znak AOC oznaczający *Appellation d'origine contrôlée* (kontrolowane oznaczenie pochodzenia). Jest to znak zwykle widziany na francuskich winach. Wiele innych europejskich krajów posiada równoważną etykietę. Te krajowe oznaczenia są obecnie zastępowane przez oznaczenia definiowane przez Unię Europejską o bardziej międzynarodowym zakresie.

W niektórych państwach członkowskich Unii Europejskiej obowiązują odrębne normy dotyczące cydru oraz przepisy dotyczące etykietowania, które opisują jakość produktu i umożliwiają określenie jego pochodzenia, takie jak chroniona nazwa pochodzenia i chronione oznaczenie geograficzne (Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady COM(2023) 200 final). Przepisy Unii Europejskiej ustanowiły oznaczenie geograficzne (OG), które ustanawia prawa własności intelektualnej do konkretnych produktów, których cechy jakości są ściśle związane z obszarem ich produkcji:

- ChNP – chroniona nazwa pochodzenia (produkty spożywcze i wino), europejski znak, który jest odpowiednikiem AOC. Jest to skrót od Chronionej Nazwy Pochodzenia, franc. *Appellation d'origine protégée* (AOP); hiszp. *Denominación de origen protegida* (DOP);
- ChOG – chronione oznaczenie geograficzne (produkty spożywcze i wino), to znak oznaczający chronione oznaczenie geograficzne, franc. *Indication géographique protégée* (IGP) Zazwyczaj specyfikacje dla ChOG nie są tak rygorystyczne jak dla ChNP.

Oznaczenia unijne chroniona nazwa pochodzenia lub chronione oznaczenie geograficzne można umieszczać na etykietach po opublikowaniu decyzji o objęciu ochroną danej nazwy pochodzenia lub danego oznaczenia geograficznego. Na etykietach można umieścić określenia „chroniona nazwa pochodzenia” lub „chronione oznaczenie geograficzne” lub odpowiednie skróty: „ChNP” lub „ChOG” (Dz.U.U.E.L.2013.347.671).

Oznaczenie GTS (gwarantowana tradycyjna specjalność) jest stosowane na terenie UE i podkreślają tradycyjne aspekty produktu, takie jak sposób jego wytwarzania i skład, bez powiązania z określonym obszarem geograficznym. Zarejestrowanie nazwy produktu jako GTS chroni ją przed fałszowaniem i nadużywaniem. (Rozporządzenie Rady (WE) NR 510/2006 z dnia 20 marca 2006 r.; Rozporządzenie Rady (WE) NR 509/2006 z dnia 20 marca 2006 r. w sprawie produktów rolnych i środków spożywczych będących gwarantowanymi tradycyjnymi specjalnościami; Jolicoeur, 2022).

Wyszczególnione oznaczenia mają również na celu ochronę nazwy produktu, często poprzez skojarzenie nazwy z regionem jego produkcji. Na przykład cydr opatrzony etykietą ChNP „Sidra de Asturias” jest natychmiast kojarzony z tym regionem Hiszpanii i jest pewne, że pochodzi z jabłek uprawianych we Wspólnocie Autonomicznej Księstwa Asturii (Dz.U. L 179 z 19.6.2014). Certyfikaty te są zwykle reprezentowane przez logo wydrukowane na butelce lub etykiecie. Niektóre oznaczenia są bardziej rygorystyczne niż inne i mogą wymagać wysokich standardów jakości, a także degustacji produktu przez radę ekspertów. Szczegółowe specyfikacje zawierają bardzo przydatne informacje na temat wymaganych odmian owoców i procesu produkcji. Oznaczenia certyfikacji mogą być również związane z rolnictwem ekologicznym lub biodynamicznym lub dla niektórych rodzajów żywności - na przykład istnieją etykiety poświadczające, że produkt jest zgodny z wegańskim stylem życia (Jolicoeur, 2022).

Dwa polskie cydry zostały wpisane na listę produktów tradycyjnych:

- jablecznik trzebnicki (w kategorii napoje w województwie dolnośląskim),
- cydr sadownika z Mikołajówki (w kategorii napoje w województwie lubelskim).

Cydr trzebnicki sporządzany jest z dojrzałych, winnych jabłek, pochodzących z sadów położonych na Wzgórzach Trzebnickich. Do jego produkcji wykorzystywane są jabłka takich odmian jak: idared, lobo, mekintosh, champion, reneta, cortland, jonatan (<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/jablecznik-trzebnicki-cydr>, dostęp 12.09.2024), z kolei jabłka do wytwarzania cydru sadownika z Mikołajówki pochodzą z sadów lubelskich (<https://www.gov.pl/web/rolnictwo/cydr-sadownika-z-mikolajowki>, dostęp 12.09.2024).

4. Cel, hipotezy i zakres pracy

4.1. Cel pracy

Celem głównym pracy było określenie jakości cydrów dostępnych na rynku trójmiejskim.

Cele szczegółowe:

1. Oznaczenie fizykochemicznych wyróżników jakościowych cydrów dostępnych na rynku trójmiejskim.
2. Określenie właściwości antyoksydacyjnych cydrów (zawartość polifenoli i witaminy C).
3. Określenie właściwości antyodżywczych cydrów (zawartość rozpuszczalnego kwasu szczawiowego).
4. Dokonanie analizy sensorycznej cydrów metodą profilowania.

Celem użytkowym pracy jest rozszerzenie wiedzy na temat jakości cydrów i ich właściwości.

Hipotezy badawcze:

1. Cydrylic produkowane w Polsce mają zróżnicowaną jakość, nie zawsze odpowiadającą definicji tego napoju.
2. Cydrylic dostępne na trójmiejskim rynku (polskie i zagraniczne) różnią się między sobą istotnie składem oraz właściwościami antyoksydacyjnymi.
3. Cydrylic polskich producentów zawierają większe ilości składników o właściwościach antyoksydacyjnych niż cydrylic zagraniczne.
4. Kraj pochodzenia cydrów wpływa na ich walory sensoryczne.

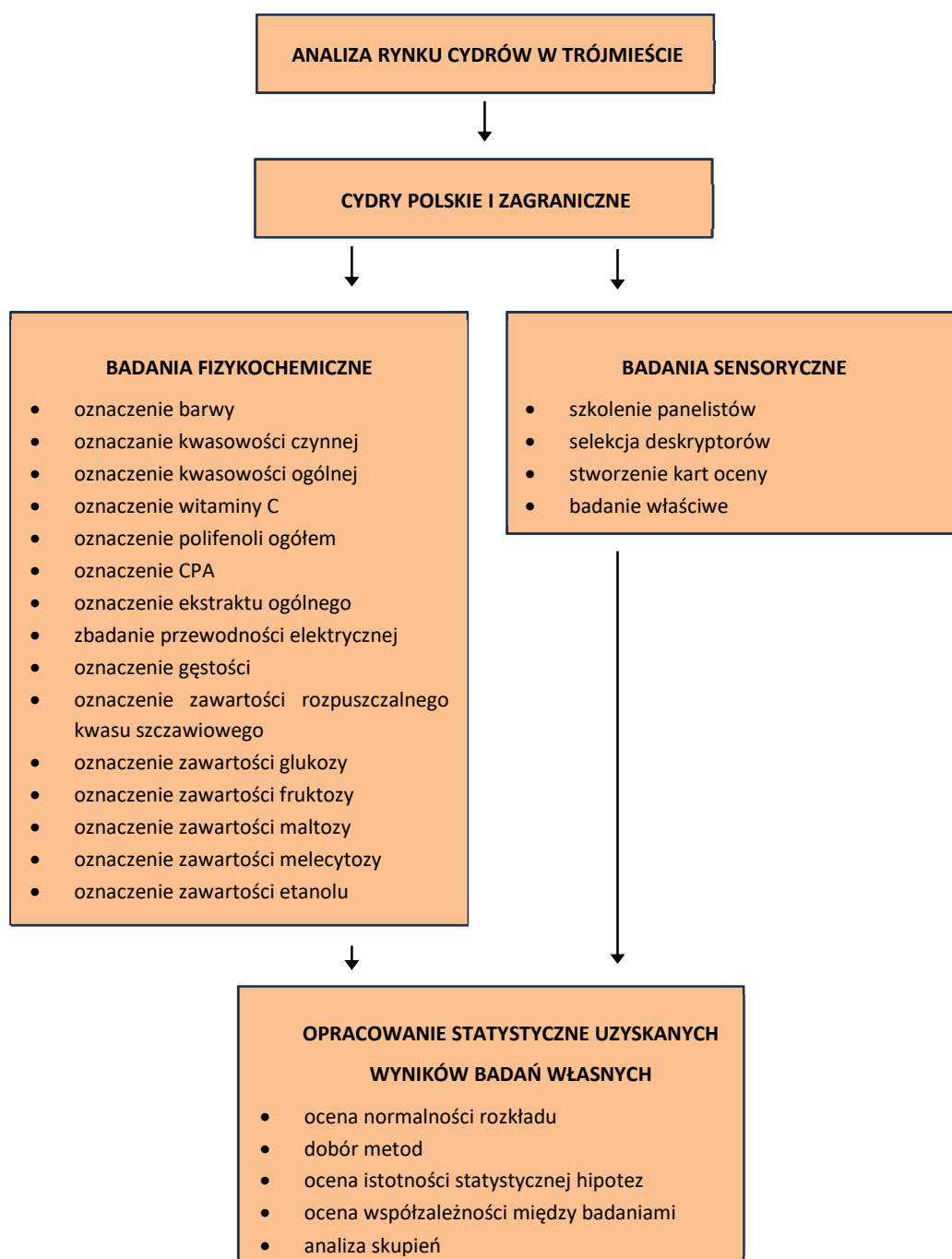
4.2. Zakres pracy

Zakres badań obejmował następujące etapy:

- 1) badania literaturowe:
 - analiza rynku cydrów w Trójmieście w latach 2013-2023;

- badania przeprowadzone z wykorzystaniem danych wtórnych (GUS, OEC, AICV).
- 2) badania fizykochemiczne:
- oznaczenie barwy cydrów z wykorzystaniem kolorymetru Konica Minolta CR-400;
 - oznaczenie kwasowości ogólnej;
 - pomiar pH;
 - oznaczenie zawartości witaminy C metodą spektrofotometryczną;
 - oznaczenie całkowitej zawartości polifenoli metodą *Folina-Ciocalteu*
 - oznaczenie całkowitego potencjału antyoksydacyjnego z wykorzystaniem odczynnika DPPH;
 - badanie zawartości ekstraktu ogółem;
 - pomiar przewodności;
 - oznaczenie gęstości;
 - oznaczenie zawartości rozpuszczalnego kwasu szczawowego metodą manganometryczną;
 - pomiar chromatograficzny zawartości cukrów i alkoholu etylowego;
- 3) analiza sensoryczna cydrów zakupionych na rynku Trójmiasta metodą profilowania;
- 4) analiza statystyczna uzyskanych wyników badań własnych.

4.3. Schemat ideowy pracy



Rys. 29. Schemat ideowy pracy

Źródło: Opracowanie własne

5. Materiał badawczy i metodyka

5.1. Charakterystyka materiału badawczego

Badaniu poddano cydry naturalne, bez dodatków, dostępne na trójmiejskim rynku. Zebrano 41 cydrów polskich producentów, dla których grupę odniesienia stanowiło 10 cydrów producentów zagranicznych, cydry te stanowiły wszystkie dostępne cydry na rynku trójmiejskim w 2018 roku.

Na podstawie badań własnych próbki sklasyfikowano według zawartości cukrów. Badane cydry stanowiły 35 cydrów słodkich, 12 półsłodkich, 2 półwytrawne i 2 wytrawne.

Ceny badanych cydrów były bardzo zróżnicowane, kształtowały się na poziomie od 7,03zł/l do 49,00zł/l, średnio 15,47 zł/l. Różnica pomiędzy ceną minimalną a maksymalną była znaczna i wynosiła 41,97 zł/l. Produkty polskie kosztowały średnio 14,96 zł/l, zaś zagraniczne były droższe – kosztowały średnio 17,54 zł/l.

W tabeli 13 przedstawiono charakterystykę materiału badanego obejmującą cenę, zawartość alkoholu, wytrawność deklarowaną przez producenta, wykorzystanie polskich jabłek, stopień musowania i gazowanie oraz zastosowanie procesu pasteryzacji. Na 20 produktów z badanych 51 brakowało informacji dowodzącej zawartości % alkoholu, jedynie na 10 był podany stopień wytrawności, na 5 produktach nie wskazano miejsca produkcji. Na 17 etykietach polskich cydrów nie było informacji o kraju pochodzenia jabłek użytych do produkcji cydru. Na 19 produktach była informacja o tym, że są pasteryzowane, a na 5 niepasteryzowane, pozostałe etykiety nie posiadały informacji o pasteryzacji. Etykiety 20 cydrów wskazywały, że są one gazowane, a w 23 wskazano stopień musowania cydru.

Tab. 13. Charakterystyka materiału badawczego wg informacji podanych przez producenta

Lp.	cena [zł/l]	alkohol	wytrawność (wg producenta)	produkcja	polskie jabłka	musowanie	gazowany	pasteryzacja
PL-01	9,45	4,5	-	Warka	-	półmusujący	-	pasteryzowany
PL-02	13,38	4,5	-	Poznań	-	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-03	15,12	4,5	-	Dobroń	tak	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-04	10,38	4,5	półsłodki	Miłosław	tak	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-05	10,06	4,5	-	Chociszew	tak	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-06	13,99	4,5	półsłodki	Bielsko-Biała	tak	półmusujący	gazowany	niepasteryzowany
PL-07	21,92	4,5	półsłodki	Bielsko-Biała	tak	półmusujący	gazowany	niepasteryzowany
PL-08	10,99	4,5	-	Warszawa	-	musujący	gazowany	pasteryzowany
PL-09	9,33	4,5	-	Paproc	-	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-10	17,00	4,5	-	Chociszew	tak	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-11	8,45	4,5	-	Toruń	-	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-12	9,99	-	-	Warszawa	tak	-	-	-
PL-13	16,12	-	-	Dąbrowa	-	-	-	-
PL-14	22,09	-	-	Kraków	tak	-	-	-
PL-15	22,33	4,4	wytrawny	Warszawa	tak	musujący	gazowany	niepasteryzowany
PL-16	13,00	-	-	Kielce	-	-	-	-
PL-17	10,06	4,5	-	Warka	tak	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-18	13,00	4,5	-	Kielce	-	musujący	-	pasteryzowany
PL-19	12,96	-	-	-	-	-	-	-
PL-20	11,88	-	-	Warszawa	-	-	-	-
PL-21	12,45	4,5	półsłodki	Kwidzyn	-	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-22	10,05	-	-	Dobroń	tak	-	-	-
PL-23	22,33	4,5	-	Warszawa	tak	musujący	gazowany	niepasteryzowany
PL-24	21,27	7	-	Warszawa	tak	musujący	gazowany	niepasteryzowany
PL-25	12,23	-	-	Miłosław	tak	-	-	-
PL-26	8,99	4,5	-	Dobroń	tak	-	-	pasteryzowany
PL-27	11,99	-	-	Dąbrowa	-	-	-	-
PL-28	10,06	-	-	Warka	tak	-	-	-
PL-29	16,12	-	-	Warka	tak	-	-	-
PL-30	49,00	-	-	Ignaców	tak	-	-	-
PL-31	28,60	-	-	Ignaców	tak	-	-	-
PL-32	30,33	-	-	Chyliczki	-	-	-	-
PL-33	19,60	-	-	Wrocław	tak	-	-	-
PL-34	15,65	4,5	półsłodki	Toruń	tak	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-35	12,99	4,5	półwytrawny	Warka	tak	musujący	gazowany	pasteryzowany
PL-36	11,99	4,5	-	Warszawa	tak	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
PL-37	10,06	-	-	-	-	-	-	-
PL-38	10,06	-	-	-	-	-	-	-
PL-39	13,99	4,5	półsłodki	Warszawa	-	-	-	-
PL-40	7,03	-	-	-	-	-	-	-
PL-41	7,03	-	-	-	-	-	-	-
Z-01	12,79	4,5	-	Wielka Brytania	nie	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
Z-02	14,32	-	-	Francja	nie	-	-	-
Z-03	14,32	4,5	-	Francja	nie	-	-	-
Z-04	16,99	5,4	półsłodki	Belgia	nie	półmusujący	gazowany	pasteryzowany
Z-05	27,53	4,1	półsłodki	Hiszpania	nie	musujący	-	pasteryzowany
Z-06	18,52	4,5	-	Irlandia	nie	-	-	-
Z-07	21,21	4,5	-	Irlandia	nie	-	-	-
Z-08	14,32	5,5	-	Litwa	nie	-	-	-
Z-09	14,64	4,5	-	Finlandia	nie	-	-	-
Z-10	20,80	4,5	-	Wielka Brytania	nie	-	-	-

Źródło: Opracowanie własne.

Tabela 14 przybliży szczegółowe informacje o składzie badanych cydrów, czy został wykonany z soku zagęszczonego, czy świeżo wyciśniętego. Jedne producent podał informacje o odmianach jabłek wykorzystanych do produkcji cydru, kolejny poinformował o miejscu zebrania jabłek. Etykieta 4 produktów informowała o trunku wytworzonym w 100% z moszczu jabłkowego. Na dwóch produktach wskazano dodatek substancje dodatkowych, takich jak syrop glukozowy i glukozowo-fruktozowy, karmel, kwas jabłkowy, pirosiarczyn potasu i aromat.

Tab. 14. Szczegółowy opis znajdujący się na etykiecie

Lp.	Opis
PL-02	sok jabłkowy z zagęszczonego soku, drożdże cydrowe
PL-04	wyłącznie z naturalnych składników
PL-07	2kg jabłek: Gala, Malus Purpurea, Jonathan, McIntosh, Spartan, Idared, Antonówka
PL-08	nie jest wytwarzany z koncentratu, wytworzony ze świeżo wyciśniętego soku
PL-11	cydr ze 100% moszczu jabłkowego
PL-15	cydr ze 100% moszczu jabłkowego
PL-18	niskoalkoholowy napój musujący na bazie fermentacji soku jabłkowego
PL-23	cydr ze 100% moszczu jabłkowego
PL-34	moszcz z polskich jabłek bez użycia koncentratów
PL-35	ze świeżego soku z polskich jabłek z warneńskich sadów
PL-36	100% ze świeżo wyciskanego soku wraz z miąższem, naturalna fermentacja w niskiej temp. woda, sok jabłkowy z koncentratu (25%), syrop glukozowy, syrop glukozowo-fruktozowy,
Z-01	barwnik (karmel), regulator kwasowości (kwas jabłkowy), ditlenek węgla, przeciwutleniacz (pirosiarczyn potasu), naturalny aromat.
Z-04	100% ze sfermentowanego soku jabłkowego

Źródło: Opracowanie własne.

W pracy zaproponowano autorski podział cydrów ze względu na oznaczoną w nich zawartość cukrów ogółem, (szczegółowe wyjaśnienia umieszczono w tabeli 15) i dokonano oceny kształtowania się pozostałych badanych cech ze względu na ten parametr.

Tab. 15. Przyjęte w pracy kategorie badanych cydrów

kategoria	opis	zawartość cukrów	n	produkty polskie	produkty zagraniczne
I	o niskiej zawartości cukrów	0 - 49 g/l	10	PL- NZC	Z- NZC
II	o średniej zawartości cukrów	50 - 69 g/l	10	PL- ŚZC	Z- ŚZC
III	o wysokiej zawartości cukrów	70 - 89 g/l	17	PL- WZC	Z- WZC
IV	o bardzo wysokiej zawartości cukrów	90 - 110 g/l	14	PL- BWZC	Z- BWZC

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

5.2. Metodyka badań

Na potrzeby zaprojektowanych badań w pracy wykorzystano powszechnie znane i dostępne metody badawcze. Badania przeprowadzono w trzech równoległych oznaczeniach.

5.2.1. Oznaczenie barwy

W celu określenia barwy poszczególnych cydrów wykorzystano metodę kolorymetrii trójkromatycznej. Parametry barwy oznaczono w systemie międzynarodowym CIE za pomocą kolorymetru Konica Minolta CR-400. Zmierzono trzy składowe trójkromatyczne L^* , a^* , b^* , gdzie: L^* określała jasność (jaskrawość) i przyjmowała wartości od 0- kolor czarny do 100 kolor biały. Parametry a^* i b^* wyrażały chromatyczność barwy. Zmiany udziału postrzeganej ludzkim okiem barwy zielonej wartości ujemne do czerwonej - dodatnie wartości dla parametru a^* , natomiast barwy niebieskiej - wartości ujemne i żółtej - wartości dodatnie reprezentuje parametr b^* (Biller, 2005).

Różnica pomiędzy dwiema barwami w przestrzeni CIELab jest zwykłą odległością euklidesową pomiędzy dwoma punktami w przestrzeni trójwymiarowej. Do określenia całkowitej różnicy barw pomiędzy cydrami obliczono względny współczynnik zmiany barwy korzystając z równania:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Źródło: CIE Draft Standard 014-4.3/E:2007

Można przyjąć, że standardowy obserwator zauważa różnicę barw następująco:

- $0 < \Delta E < 1$ – nie zauważa różnicy,
- $1 < \Delta E < 2$ – zauważa różnicę jedynie doświadczony obserwator,
- $2 < \Delta E < 3,5$ – zauważa różnicę również niedoświadczony obserwator,
- $3,5 < \Delta E < 5$ – zauważa wyraźną różnicę barw,
- $5 < \Delta E$ – obserwator odnosi wrażenie dwóch różnych barw.

Powyższe dane są danymi statystycznymi, sprawdzonymi doświadczalnie. Ze względu na faktyczną nierównomierność przestrzeni CIELab, zalecaną ostatnio przez ISO, jest ΔE_{2000} .

Przy opracowywaniu wyników zastosowano kryterium, gdzie bezwzględne różnice barw (ΔE *) określono jako:

- $0 < \Delta E < 1$ nierozpoznawalne (odchylenie niewidoczne),
- $1 < \Delta E < 2$ rozpoznawalne jedynie przez doświadczoną osobę, która potrafi odróżnić niuanse barw (niewielkie odchylenie),
- $2 < \Delta E < 3,5$ średnie odchylenie rozpoznawane przez osobę postronną,
- odchylenie wyraźne o parametrach $3,5 < \Delta E < 5$,
- duże odchylenie barwy ΔE powyżej 5 (CIE Draft Standard 014-4.3/E:2007).

5.2.2. Oznaczenie kwasowości czynnej

Oznaczenie kwasowości wyrażono jako pH. Badanie wykonano za pomocą pehametru Hanna Instruments 9321j.

5.2.3. Oznaczenie kwasowości ogólnej

Oznaczenia kwasowości ogólnej dokonano według PN-90/A-75101/04 Przetwory owocowe i warzywne - Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych - Oznaczanie kwasowości ogólnej.

5.2.4. Oznaczenie zawartości witaminy C

Zawartość witaminy C w badanych próbkach oznaczono metodą spektrofotometryczną według normy Przetwory owocowe i warzywne. Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych. Oznaczanie zawartości witaminy C (PN-90/A-75101/11).

Zawartość kwasu l-askorbinowego wyrażoną w miligramach na 100 cm³ produktu obliczono wg wzoru:

$$Z = (V_0 - V_1) \cdot m' \cdot 100 / m_0$$

w którym:

V_0 – objętość roztworu 2,6-dichloroindofenolu dodana do oznaczania badanej próbki, ml,

V_1 - objętość nadmiaru roztworu barwnika, odpowiadająca zmierzonej absorbancji próbki, odczytana z krzywej kalibracyjnej, ml,

m' – masa 2,6-dichloroindofenolu względem kwasu l-askorbinowego, g,

m_0 – masa próbki wzięta do oznaczenia, g.

Za wynik końcowy przyjęto średnią arytmetyczną wyników dwóch równoległych oznaczeń.

5.2.5. Oznaczenie całkowitej zawartości polifenoli

Całkowitą zawartość polifenoli (TPC) oznaczono kolorymetryczną metodą *Folina-Ciocalteu* z modyfikacjami (Amin i in., 2006). Odczynnik *Folina-Ciocalteu* jest mieszaniną kwasu fosforowolframowego i kwasu fosforomolibdenowego, które w reakcji z fenolami dają niebieskie zabarwienie, umożliwiające wykonanie oznaczenia spektrofotometrycznego (Emmons i in., 1999).

Całkowitą zawartość polifenoli określono jako ilość równoważników kwasu galusowego (mg GAE/l cydru).

5.2.6. Oznaczenie całkowitego potencjału antyoksydacyjnego

Całkowity potencjał antyoksydacyjny (CPA) oznaczono jako siłę zmiatania wolnych rodników DPPH (2,2-difenylo-1-pikrylohydrazyl). Spadek absorbancji mierzono spektrofotometrycznie przy długości fali $\lambda=517\text{nm}$, co odpowiada maksymalnej absorbancji dla wyjściowego roztworu rodnika DPPH.

Zdolność zmiatania wolnych rodników DPPH przedstawiono jako % inhibicji wolnych rodników (CPA) wykorzystując zależność:

$$CPA[\%] = ((AA * AB) * 100) / AB$$

gdzie:

AA - absorbanca badanej próbki,

AB - absorbanca próby kontrolnej (Wilczyńska, 2009).

5.2.7. Oznaczenie zawartości ekstraktu całkowitego

Zawartość ekstraktu całkowitego oznaczono zgodnie z normą PN-66/A-79120 Wina i miody pitne. Metody badań.

5.2.8. Oznaczenie przewodności elektrycznej

Pomiar przewodnictwa elektrycznego wykonano w warunkach laboratoryjnych przy użyciu miernika przewodności Hanna Instruments DIST 5 z napięciem zmiennym o częstotliwości nie przekraczającej 103 Hz. Przeprowadzono trzy równoległe oznaczenia.

5.2.9. Oznaczenie gęstości

Oznaczenie gęstości wykonano za pomocą areometrycznego pomiaru gęstości wodnego roztworu sacharozy w cydrze pozbawionym alkoholu z wykorzystaniem aerometru Brix/Ballinga.

5.2.10. Oznaczenie zawartości rozpuszczalnego kwasu szczawiowego

Oznaczenie zawartości rozpuszczalnego kwasu szczawiowego w badanych cydrach wykonano metodą manganometryczną zgodnie z metodyką przedstawioną przez Wierzbicką (Wierzbicka; 2004).

5.2.11. Oznaczenie zawartości cukrów i etanolu

Oznaczenia zawartości analitów wykonano wykorzystując zestaw do wysokosprawnej chromatografii cieczowej (HPLC) Agilent 1200 Series sprzężony z detektorem z matrycą fotodiodową (DAD) i detektorem refraktometrycznym (RID). Rozdzielanie analitów przeprowadzone zostało w układzie faz odwróconych. Warunki rozdzielania związków zostały wyznaczone eksperymentalnie. Zbadano następujące związki: maltozę, glukozę, fruktozę, melecytozę oraz etanol.

Zastosowana metodyka była sugerowana przez producenta kolumny, zaś optymalizacja i dopasowanie jej do potrzeb analizy została wybrana przez osobę wykonującą badania.

Tab. 15. Charakterystyka parametrów oznaczania składników cydrów techniką HPLC-RP-RID (chromatograf cieczowy Agilent 1200 series)

Parametr	Charakterystyka
Kolumna – faza stacjonarna	
Rodzaj, producent	Aminex HPX-87H Ion Exclusion Kolumn, BIO-RAD
Długość kolumny	L = 300 mm
Średnica kolumny	D _{wewn.} = 7,8 mm
Średnica ziaren fazy stacjonarnej	d _{ziarna} = 9µm
Temperatura kolumny	T = 60 °C
Ciśnienie w kolumnie	P = 75 Ba
Przedkolumna	Cation H Cartrige, BIO-RAD
Faza ruchoma	
Skład fazy	0,005 M H ₂ SO ₄
Natężenie przepływu	V _{przepływu} = 0,6 ml/min
Profil elucji	izokratyczna
Detektor refraktometryczny (RID) refractive index detector	
Temperatura jednostki optycznej	40°C
Polaryzacja światła	dodatnia
Czas odpowiedzi	>0,2 min (4s, standard)
Czas analizy	25 min
Objętość natryku próbki	20 µl

Źródło: Parametry analizy chromatograficznej opracowanie Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Katedra Technologii Leków i Biochemii.

W celu wykonania oznaczenia jakościowego, jak i ilościowego składników próbki, niezbędne było przygotowanie roztworów wzorcowych analitów, których obecności można

oczekiwać w próbce po fermentacji, np: glukoza (5%), fruktoza (5%), alkohol etylowy (5%), maltoza (0,5%), melecytoza (0,5%) w stężeniu zbliżonym do wartości oczekiwanej lub/i obliczonej.

W związku ze specyfiką wykonywanych doświadczeń, czyli możliwością przewidzenia oczekiwanego zakresu stężeń oznaczanych związków (na podstawie przeglądu literatury), zastosowano typ kalibracji jednopunktowej. Polega ona na wykonaniu dwóch pomiarów: dla mieszaniny wzorcowej i dla próbki rzeczywistej, z jak najdokładniej dopasowanym poziomem stężeń analitu w każdej z serii doświadczeń. Roztwory wzorcowe poszczególnych analitów przygotowano poprzez rozpuszczenie odpowiedniej ilości związku w wodzie dejonizowanej. Zawartość analitu w próbce obliczono wg wzoru:

$$C_x = C_w S_x/S_w$$

gdzie:

C_x -zawartość analitu w próbce;

C_w - zawartość analitu we wzorcu;

S_x -intensywność sygnału detektora dla próbki;

S_w -intensywność sygnału detektora dla wzorca.

5.2.12. Analiza sensoryczna

Ocenę sensoryczną przeprowadził zespół oceniający składający się z 10 osób. Wybrani oceniający mieli sprawdzone zmysły i zostali przeszkoleni z zasad analizy sensorycznej, sposobu przeprowadzania analizy sensorycznej według wymagań normy [PN-ISO-8586-2:1996 Analiza sensoryczna - ogólne wytyczne wyboru, szkolenia i monitorowania oceniających – sprawdzeni oceniający]. Jakość sensoryczną cydrów oceniono metodą profilowania zgodnie z normą Analiza sensoryczna - Metodologia - Metody określania profilu smakowego ISO 6564. Wyróżniki określające jakość sensoryczną były wybierane w wyniku procedury przygotowawczej. Przeszkolony panel ekspertów spotykał się na sesji dyskusyjnej, podczas której odbyła się ocena badanych produktów w której określono cechy różnicujące badane cydry. Dobór cech produktu poddawanych analizie odbył się na zasadzie konsensusu. Ostateczna terminologię dobrano na podstawie dyskusji oraz zebranych danych literaturowych. Określenia zostały precyzyjnie zdefiniowane w sposób, zrozumiały

dla wszystkich członków panelu (tabela 16). Karta wykorzystana do analizy sensorycznej została przedstawiona, jako Załącznik 42. niniejszej pracy (Babicz-Zielińska i in., 2008; Matuszewska i in., 1998).

Badane próbki schłodzono do temperatury około 4°C, a następnie umieszczono w przezroczystych jednorazowych plastikowych kieliszkach o pojemności 100 cm³. Zakodowane 3-cyfrowymi numerami próbki podawano oceniającym w losowej kolejności.

W metodzie profilowania do określenia natężenia poszczególnych wrażeń wykorzystano oznaczenia brzegowe zastosowanej skali punktowej: 0 – niewyczuwalne, 1- ledwie wyczuwalne, 2 – słabo zdecydowane, 3 – średnio intensywne, 4 – intensywne, 5 – bardzo intensywne. Deskryptory wybrane do analizy profilowania przedstawiono w tabeli 16.

Tab. 16. Deskryptory zastosowane do analizy profilowania

Deskryptor	Definicja
Deskryptory dotyczące smakowości	
jabłkowy (aldehydu octowego)	nuta smakowości utożsamiana z zielonymi jabłkami
cytrusowy	nuta smakowości utożsamiana ze skórką owoców cytrusowych
miodowy	nuta smakowości utożsamiana z miodem
alkoholowy	nuta smakowości utożsamiana z alkoholem etylowym
octowy	nuta smakowości utożsamiana z octem winnym
drożdżowy	nuta smakowości utożsamiana ze świeżym chlebem albo ciastem drożdżowym
obcy/sztuczny (fenolowy)	nuta smakowości utożsamiana z zapachem lekarstw i środków dezynfekujących
ziemisty	nuta smakowości utożsamiana z zapachem ziemistym lub mokrych gałęzi
Deskryptory dotyczące smaku	
kwaśny	wrażenie smakowe związane z obecnością substancji wywołujących wrażenie smaku kwaśnego
słodki	wrażenie smakowe związane z obecnością substancji wywołujących wrażenie smaku słodkiego
Deskryptory opisujące wrażenia czuciowe	
pełny	wrażenie odczuwane na języku związane z gęstością i lepkością cydru
ściągający (garbnikowy)	uczucie suszenia na języku i ścianach jamy ustnej, w czasie gdy próbka znajduje się w ustach (taniny)
nasycony CO ₂	odczucie obecności bąbelków ditlenku węgla na języku i w jamie ustnej, podczas gdy próbka znajduje się w ustach
Deskryptory ogólne	
ocena ogólna	ocena próbki

Źródło: opracowanie własne na podstawie literatury (Babicz-Zielińska i in., 2008; Matuszewska i in., 1998).

5.2.13. Opracowanie statystyczne wyników badań

Zebrane w trakcie eksperymentu wyniki poddano analizie statystycznej, z wykorzystaniem pakietu *Statistica 13.3* firmy StatSoft (StatSoft Inc.) oraz programu Microsoft Excel 2016.

Analizę statystyczną podzielono na następujące etapy:

- obliczenie wartości podstawowych miar statystycznych:
 - położenia (miejsca skupienia): średniej arytmetycznej ($\bar{X}$),
 - rozproszenia (dyspersji): odchylenia standardowego (SD) oraz wartości ekstremalnych ($X_{\min}$, $X_{\max}$);
- sprawdzenie zgodności rozkładów empirycznych zmiennych z rozkładem normalnym – testem zgodności chi-kwadrat. Rezultat tego testowania decyduje bowiem o wyborze metod dalszej analizy. Zdecydowana większość obliczonych wartości chi-kwadrat wykazała, że nie ma statystycznie istotnej (przy poziomie $\alpha = 0,05$) zbieżności zaobserwowanych rozkładów wyników a rozkładem normalnym. Z tego względu w dalszej analizie zastosowano testy nieparametryczne;
- weryfikacja hipotezy o zróżnicowaniu poziomu zmierzonych parametrów jakości fizyko-chemicznej oraz analizy intensywności nut smakowitości cydru w zależności od kraju produkcji i od przyjętych kategorii zawartości cukrów (Tab. 30.). Zastosowano nieparametryczne testy Manna-Whitney’a (zależność od kraju produkcji) i Kruskala-Wallisa (zależność od kategorii zawartości cukrów). Analizę post-hoc (w przypadku testowania metodą Kruskala-Wallisa) wykonywano testem Dunna z poprawką Bonferroniego (Stanisz, 2006).

Weryfikację tych hipotez prowadzono przy przyjętym poziomie istotności $\alpha = 0,05$. Decyzję o odrzuceniu hipotezy zerowej podejmowano w oparciu o wartość poziomu prawdopodobieństwa testowego (p). Hipotezę zerową odrzucano, gdy poziom prawdopodobieństwa testowego był niższy bądź równy 0,05. Kierunek zróżnicowania oceniano na podstawie wartości mediany [Me].

W celu dokonania podziału badanych produktów w jednorodne grupy pod względem jakości fizyko-chemicznej oraz profilu sensorycznego zastosowano analizę skupień, metodę pozwalającą grupować zmierzone dane w określone struktury drogą analizy podobieństw. Podobieństwa oceniane były na podstawie wielowymiarowego układu parametrów (cech). Jest to komponowanie zespołów (skupień) takich elementów, które są do siebie najbardziej podobne i równocześnie maksymalnie różne od elementów zakwalifikowanych

do pozostałych grup. W obliczeniach zastosowano metodę aglomeracji Warda. Podstawą aglomeracji były odległości euklidesowe. Wyniki analizy interpretowano na dendrogramie, na którym wyznaczano skupienia w oparciu o wykres odległości wiązania względem etapów wiązania (wykres przebiegu aglomeracji) (Stanisz, 2007).

Analizę skupień wykonano dla dwóch wielowymiarowych układów parametrów:

- trzynastu parametrów jakości fizyko-chemicznej: kwasowości ogólnej, kwasowości czynnej, przewodności elektrycznej, gęstości, zawartości ekstraktu, zawartości kwasu szczawiowego, zawartości polifenoli, CPA, zawartości witaminy C, zawartości etanolu, zawartości trzech cukrów – maltozy, glukozy, fruktozy
- trzynastu nut profilu smakowości: jabłkowa, cytrusowa, miodowa, alkoholowa, octowa, drożdżowa, obca, ziemista, kwaśna, słodka, pełna, garbnikowa, nasycenia CO₂.

Przeprowadzono analizę korelacji liniowej, polegającą na wyznaczeniu wartości współczynnika korelacji R Spearmana i zbadaniu, czy jest ona różna od wartości 0 (testem t-Studenta, przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$) (Stanisz, 2006). Metodę tę zastosowano do zbadania współzależności pomiędzy ceną, cechami fizyko-chemicznymi i wynikami analizy sensorycznej.

6. Wyniki badań i dyskusja

Poniżej przedstawiono zestawienie wyników uzyskanych badań własnych w odniesieniu do opublikowanych badań naukowych innych autorów.

Zgodnie z przyjętym harmonogramem badań pierwszy etap badań objął wstępną analizę wyników, poprzez wyznaczenie wartości podstawowych miar statystycznych połączone z weryfikacją postawionych hipotez badawczych. Następnym etapem była analiza współzależności występujących między poszczególnymi parametrami i analizą sensoryczną badanych próbek.

Ze względu na nieznajomość wykorzystanych w cydrach odmian jabłek, nie można na ich podstawie wnioskować i ocenić wpływu odmiany na zawartość badanych wyróżników fizykochemicznych.

Uzyskane wyniki badań przedstawiono z uwzględnieniem kraju pochodzenia cydru (krajowe i zagraniczne) oraz oznaczonej zawartości cukrów (kategorie I-IV o niskiej, średniej, wysokiej i bardzo wysokiej zawartości cukrów).

6.1. Cechy fizykochemiczne badanych cydrów

Oznaczenie barwy cydrów

Barwa jest bardzo ważnym elementem wizerunku produktu i może mieć decydujący wpływ na opinie o wyrobie lub na decyzje zakupowe (Śmiechowska i Wawszczak, 2011). Jest to jeden z najistotniejszych czynników konsumenckiej oceny sensorycznej produktów. Produkt może mieć barwę własną lub też może być zabarwiony barwnikiem naturalnym lub syntetycznym (Śmiechowska i Dmowski, 2014), co w przypadku cydrów może stanowić pierwszy identyfikator naturalnego pochodzenia moszczu.

Badane cydry bardzo różniły się barwą, pomimo tego, iż żaden z producentów nie umieścił na etykiecie informacji o dodatku barwników, jedynie producent napoju PL-18 wykazał w składzie produktu dodatek syropu karmelowego, co może stanowić dowód barwienia napoju.

W tabeli 17 przedstawiono wartości parametrów L^* , a^* i b^* w cydrach ogółem oraz w zależności od kraju pochodzenia.

Tab. 17. Wartości parametrów L*, a* i b* w cydrach w zależności od kraju pochodzenia

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
parametr L*			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	39,42±4,28	39,62±4,65	38,59±2,21
X_{min}-X_{max}	31,94-57,12	31,94-57,12	34,97-41,71
Me	39,14	39,44	38,97
p=0,593			
parametr a*			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	-1,30±0,89	-1,31±0,81	-1,28±1,23
X_{min}-X_{max}	-2,89-2,18	-2,54-2,18	-2,89-1,36
Me	-1,48	-1,39	-1,64
p=0,349			
parametr b*			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	8,38±4,35	7,85±4,20	10,55±4,53
X_{min}-X_{max}	1,23-18,86	1,23-16,70	4,19-18,86
Me	7,83	7,09	9,73*
p=0,043*			

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.imi

Wartość L* składowej trójkromatycznej kształtowała się w wąskim zakresie wynosząc średnio 39,42±4,28, wynik wskazuje na wysoką przejrzystość badanych cydrów. Pomiar potwierdził, że napoje PL-32 (L*=31,94±1,01) i PL-31 (L*=32,78±0,79) charakteryzowały się najniższą wartością parametru L* i były najciemniejsze, z kolei próbka PL-09 była zdecydowanie najjaśniejszym cydrem o wartość parametru L*=57,12±0,72. Parametr ten był niższy o 17,70 pkt. od wartości średniej. Wyniki przeprowadzonych badań odbiegały od badania moszczy z francuskich jabłek cydrowych przeprowadzonych przez Le Deun i in, według których badane próbki posiadały szczególnie wysokie wartości jasności L* wahając się od 84,9 do 97,3 (Le Deun i in. 2015).

Parametry a* i b* badanych cydrów wynosiły odpowiednio -1,30±0,89 oraz 8,38±4,35. Większość cydrów charakteryzowało się niższymi wartościami parametru a*, czyli mniejszym udziałem barwy czerwonej, a większym barwy zielonej. Jednie 4 próbki posiadały parametr a* powyżej zera (PL-07, PL-32, Z-04, Z-07), co wskazuje na większy w ich barwie udział barwy czerwonej niż w pozostałych cydrach. Największy udział barwy zielonej miał cydrylic Z-06 (-2,89±0,21) oraz PL-09 (-2,54±0,17).

Średnia wartość parametru b^* dla produktów polskich producentów wynosiła $7,85 \pm 4,20$ a produktów zagranicznych $10,55 \pm 4,53$.

Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdziła istotną statystycznie różnicę między wartością parametru b^* w produktach polskich i zagranicznych (tabela 17). Podobne zależności odnośnie wartości parametru a^* cydrów z odmiany Fuji uzyskały badania Benvenuti i in., (2022) $a^* = -1,83$, dla parametru L^* i b^* uzyskali oni wyniki wyższe, $L^* = 96,50$ i $b^* = 17,00$ W badaniach własnych wynosiły one odpowiednio 39,42 oraz 8,38.

W tabeli 18 przedstawiono wartości parametrów L^* , a^* i b^* w badanych cydrach w zależności od zawartości w nich cukrów ogółem.

Tab. 18. Wartości parametrów L^* , a^* i b^* w cydrach w zależności od zawartości cukrów ogółem

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
parametr L^*	37,94	3,75	38,14	41,28	6,50	39,28	40,09	3,89	39,83	38,21	2,39	39,09	0,458
parametr a^*	-0,980	1,108	-1,342	-1,551	0,923	-1,662	-1,398	0,949	-1,543	-1,230	0,553	-1,390	0,307
parametr b^*	8,543	3,847	8,592b	11,515	4,675	12,095c	8,227	3,795	7,125b	6,063	4,127	5,273a	0,044*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Najciemniejsze cydry należały do kategorii II, posiadającej średnią zawartość cukru, parametr L^* kształtował się na poziomie $41,28 \pm 6,50$. Najniższą wartość parametru a^* miały cydry należące do kategorii II, zaś najwyższą wartość z kategorii I. Parametry L^* i a^* nie wykazały istotnych różnic statystycznych między kategoriami I-IV.

Wartości parametru b^* przyjmowały najwyższy poziom w kategorii II ($11,515 \pm 4,675$), zaś najniższe w kategorii IV ($6,063 \pm 4,127$). Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdziła istotną statystycznie różnicę między wartością parametru b^* między kategoriami różnicującymi się ze względu na zawartość cukrów (tabela 18).

Barwa produktów może być wypadkową naturalnej charakterystyki materiału użytego do fermentacji. Kolor soku jabłkowego rozwija się w już pierwszych etapach przetwarzania owoców przez reakcje brązowienia enzymatycznego, które zachodzą przy udziale oksydazy polifenolowej utleniając związki fenolowe do kolorowych o-chinonów (Le Deun i in. 2015). Najczęściej oznaczanymi polifenolami w jabłkach cydrowych są florydzyne i ksyloglukozyd floretyny, które są związkami barwnymi (Le Deun i in. 2015). Kolejną

grupą związków barwnych (o odcieniu czerwonym, aż do fioletowego) są antocyjany, które występują wyłącznie w skórce jabłka, z wyjątkiem jabłek o czerwonym miąższu (Sadilova i in., 2006). Z kolei za żółty kolor skórki jabłka odpowiedzialne są flawonole. Le Deun i in. (2015) wykazał, że utlenione soki posiadały różne parametry barwy w zależności od odmiany jabłek oraz wyjściowego składu fenolowego. Z kolei He i in., (2022) udowodnił, że kolor cydru może być zależny od zawartości związków fenolowych bogato występujących w jabłkach. Benvenuti i in. (2022) zaobserwowali, że dodatek bogatego w polifenole ekstraktu odzyskanego z wyłoków jabłkowych, oprócz oczekiwanego wzrostu zawartości polifenoli i aktywności antyoksydacyjnej nastąpiło nasilenie koloru cydru.

Żółto-pomarańczowy kolor jest pozytywnie odbierany w przypadku soku jabłkowego i cydru. Le Deun i in. (2015) w sokach jabłkowych zidentyfikowali żółty pigment floretyny odpowiedzialny za barwę żółtą moszczu (Le Deun i in. 2015). Dużą różnicę zauważono przy pomiarze wartości b^* , gdzie $+b$ odpowiada barwie żółtej, a z kolei $-b$ barwie niebieskiej ($X_{\min}-X_{\max}$ 1,23-18,86). Najbardziej oddalona od barwy żółtej była próbka PL-16 ($1,23\pm0,06$), natomiast najwyższy parametr b^* miał cydr Z-04. Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ kraju pochodzenia cydrów ($p<0,05$) na wartość parametru b^* (tabela 17).

Benvenuti i in., (2022) wykazali, że moszcze jabłkowe wykazywały żółtą tonację, a próbka z dodatkiem wyłoków jabłkowych wykazywała niższe wartości dla L^* i wyższe wartości a^* , b^* w porównaniu do cydru bez dodatków, co mogło być związane z wyższym stężeniem fenoli. Ponadto część związków fenolowych obecnych w wyłokach jabłkowych została utleniona z powodu reakcji katalizowanych przez oksydazę polifenolową, co skutkowało powstaniem kolorowych związków (Le Deun i in. 2015). Mogło to mieć znaczący wpływ na intensywność koloru próbki z dodatkiem wyłoków jabłkowych. (Benvenuti i in., 2022).

Można zauważyć, że wartości brzegowe parametrów w pomiarach barwy posiadają dwa cydru. Napój Z-04 posiadał jeden z najwyższych udziałów barwy czerwonej (parametr a^*) oraz najintensywniejszą barwę żółtą (parametr b^*). Natomiast próbka PL-09 była najjaśniejszym cydrem (wysoka wartość L^*) o największym udziale barwy zielonej (niska wartość parametru a^*). Wyjątkowym napojem pod względem barwy był cydr PL-16, który posiadał najniższy pomiar parametru b^* , zbliżający się do barwy niebieskiej, ocena barwy okiem nieuzbrojonym klasyfikowała barwę tego napoju jako nienaturalnie zieloną, lekko seledynową. Wysoka wartość parametru a^* koreluje z zawartością antocyjanów zawartych w skórkach jabłek, a wysoka wartość parametru b^* odpowiada większemu udziałowi barwy zielonej, co odpowiada zawartości chlorofilu w miąższu ale także skórce

jabłek. Różnice te mogą wskazywać na stosowanie moszczu pochodzącego z mieszanek różnych odmian jabłek, które znacząco różnią się od siebie barwą miąższu oraz skórki.

Za pomocą wzoru na różnicę pomiędzy dwiema barwami w przestrzeni CIELab obliczono różnicę barw pomiędzy dwiema próbkami dla wszystkich badanych próbek cydru.

Wielkość parametru ΔE przedstawiono w tabeli 19. Obliczenie ΔE pozwala na sformułowanie następujących wniosków dla obliczonych przedziałów tego parametru:

- $0 < \Delta E < 1$ – obserwator nie zauważa różnicy; $1 < \Delta E < 2$ – różnicę zauważa jedynie doświadczony obserwator; $2 < \Delta E < 3,5$ – różnicę zauważa również niedoświadczony obserwator; $3,5 < \Delta E < 5$ – obserwator zauważa wyraźną różnicę barw; $5 < \Delta E$ – obserwator odnosi wrażenie dwóch różnych barw.

Przy porównaniu różnicy barwy pomiędzy dwiema barwami przebadanych cydrów 1,57% zbadanych porównań wykazały kolor, w którym nie można zauważyć różnicy barw, a 4,47% porównań stanowiło różnice barw, którą może zauważyć jedynie doświadczony obserwator. Różnice barw zauważalną także dla niedoświadczonego obserwatora odnotowano u 11,15% spośród wszystkich porównań. Współczynnik ΔE mieszczący się w przedziale 3,5 do 5 wskazujący na zauważalną różnicę pomiędzy dwiema barwami w przestrzeni CIE Lab wystąpił w przypadku 15,70% kombinacji porównań, natomiast u 67,11% porównań wskazywał, że obserwator odnosi wrażenie dwóch różnych barw. Cydru PL-09 i PL-23 znacznie odbiegały od barwy pozostałych próbek, gdyż oznaczony parametr ΔE wskazywał, iż obserwator odnosił wrażenie dwóch różnych barw w stosunku do wszystkich pozostałych napojów (tabela 19).

Tab. 19. Parametry barwy cydrów i różnic barw między dwiema próbkami

	PL01	PL02	PL03	PL04	PL05	PL06	PL07	PL08	PL09	PL10	PL11	PL12	PL13	PL14	PL15	PL16	PL17	PL18	PL19	PL20	PL21	PL22	PL23	PL24	PL25	PL26	PL27	PL28	PL29	PL30	PL31	PL32	PL33	PL34	PL35	PL36	PL37	PL38	PL39	PL40	PL41	Z01	Z02	Z03	Z04	Z05	Z06	Z07	Z08	Z09	Z10
PL-01																																																			
PL-02	13																																																		
PL-03	13	7																																																	
PL-04	9	5	6																																																
PL-05	12	5	3	3																																															
PL-06	17	8	4	9	5																																														
PL-07	15	6	5	7	5	4																																													
PL-08	13	8	1	6	3	4	5																																												
PL-09	7	20	20	16	19	24	22	20																																											
PL-10	14	1	8	6	6	8	6	8	21																																										
PL-11	14	6	2	5	2	3	4	3	21	6																																									
PL-12	9	13	8	8	8	11	11	7	16	14	9																																								
PL-13	14	13	6	10	8	8	9	5	21	13	7	6																																							
PL-14	16	11	4	9	7	5	7	3	23	11	5	8	3																																						
PL-15	8	7	5	2	3	8	7	5	16	8	5	6	8	8																																					
PL-16	17	12	6	11	8	6	8	5	25	13	7	9	4	2	10																																				
PL-17	18	9	5	10	6	1	5	5	25	9	4	12	8	5	9	5																																			
PL-18	15	4	5	7	4	4	4	6	22	4	3	13	11	8	7	9	5																																		
PL-19	18	12	6	11	8	4	7	5	26	12	6	11	6	3	10	2	3	8																																	
PL-20	19	10	6	11	7	2	6	6	26	10	5	13	8	5	10	5	1	6	3																																
PL-21	10	4	9	4	6	11	8	9	16	5	8	12	14	13	6	14	12	7	14	13																															
PL-22	20	12	7	12	9	5	8	7	27	12	7	12	7	4	12	4	3	9	1	3	15																														
PL-23	5	8	9	4	7	12	11	9	12	9	9	9	12	12	4	14	13	10	15	14	5	16																													
PL-24	12	7	1	5	2	4	5	1	20	8	2	7	6	5	4	6	5	5	6	6	8	8	8																												
PL-25	13	6	2	5	2	4	5	3	20	6	1	9	7	6	5	7	5	4	7	6	8	8	9	2																											
PL-26	14	9	2	7	5	4	6	2	22	10	3	8	4	2	6	4	4	7	4	5	11	5	11	3	4																										
PL-27	15	8	2	7	4	2	5	3	23	8	2	10	7	4	7	5	2	5	4	3	10	5	11	3	3	2																									
PL-28	12	2	5	4	2	6	5	6	19	3	4	11	11	9	5	10	7	3	10	8	5	10	7	5	3	7	6																								
PL-29	16	4	6	7	5	4	4	6	23	4	4	13	11	8	8	9	5	1	8	6	8	8	11	6	4	7	5	4																							
PL-30	11	4	10	5	7	11	9	10	17	4	9	13	15	14	7	15	12	7	15	13	2	15	6	9	8	12	11	5	8																						
PL-31	18	6	7	10	7	4	5	8	26	6	5	15	12	9	10	10	5	3	8	5	10	8	13	7	6	8	5	6	3	10																					
PL-32	19	8	8	11	8	4	5	8	27	7	6	15	12	9	11	9	5	5	8	5	12	7	14	8	7	8	6	8	4	11	2																				
PL-33	14	7	1	6	3	3	5	2	22	8	2	9	6	4	6	5	4	5	5	5	9	6	10	2	2	2	1	5	5	10	6	7																			
PL-34	14	10	3	8	5	5	6	2	21	10	4	7	3	2	6	4	5	8	4	6	11	6	11	3	4	1	3	7	8	12	9	9	3	3																	
PL-35	13	10	3	7	5	6	7	2	21	10	4	6	3	2	6	4	6	8	5	7	11	7	10	3	4	2	4	7	8	12	9	10	3	1																	
PL-36	11	7	2	5	3	6	5	2	19	8	3	6	5	3	7	6	6	7	8	8	8	8	1	3	3	4	5	7	9	8	9	3	3	3																	
PL-37	10	11	5	7	7	9	9	5	18	12	7	2	4	6	5	7	10	11	9	11	11	10	9	5	7	5	8	9	11	12	13	13	7	5	4	4															
PL-38	9	5	8	3	6	11	9	9	15	6	8	11	13	12	5	14	12	8	14	13	2	15	3	8	7	10	10	5	8	3	11	12	9	10	10	7	10														
PL-39	14	9	1	7	4	4	6	1	21	9	3	7	5	3	6	5	5	6	5	6	10	6	10	2	3	1	2	6	6	11	8	8	2	1	2	3	5	9													
PL-40	14	9	2	7	5	5	6	2	21	10	4	7	4	2	6	4	5	7	5	6	11	6	10	3	4	1	3	7	7	12	8	9	2	0	1	3	5	10													
PL-41	11	8	2	5	3	6	6	2	18	9	4	6	5	5	3	7	7	7	7	8	9	9	8	2	3	3	5	6	7	10	9	10	3	3	2	1	4	8	3	3											
Z-01	12	3	5	3	2	6	5	5	19	4	3	10	10	8	4	10	7	4	10	8	5	10	7	4	3	7	6	1	4	5	7	8	5	7	7	4	9	4	6	7	5										
Z-02	16	6	5	8	5	2	4	5	24	6	3	12	10	7	8	8	3	2	7	4	9	7	11	5	4	6	3	5	2	9	2	4	4	7	7	6	10	9	5	6	7	5									
Z-03	14	5	3	5	2	3	4	3	21	5	1	10	8	6	5	8	5	3	7	6	7	8	9	3	2	4	3	3	3	8	5	6	3	5	5	4	8	7	4	5	4	3	3								
Z-04	17	6	13	10	11	13	11	14	22	5	12	18	19	17	12	18	14	9	17	15	7	17	12	13	12	15	13	8	9	5	10	11	13	16	16	13	17	8	14	15	14	9	11	9							
Z-05	11	5	11	6	8	13	11	12	16	6	10	14	16	15	8	17	14	9																																	

Oznaczenie kwasowości czynnej cydrów

Kwasy organiczne w napojach alkoholowych są niezmiernie istotnymi związkami wpływającymi na jakość produktu końcowego. Decydują o odczuwaniu smaku kwaśnego oraz wpływają na odczucie cierpkości i goryczy. Zawartość kwasów organicznych w cydrach zależy przede wszystkim od wykorzystanego surowca i procesu technologicznego. W jabłkach dominuje kwas jabłkowy i występują także kwas chinowy, szikimowy i cytrynowy (Ścibisz i in. 2014).

W tabeli 20 i 21 przedstawiono uzyskane wyniki badań kwasowości czynnej w zależności od kraju pochodzenia i zawartości cukru badanych próbek cydru. Kwasowość czynną wyrażano się jako ujemny logarytm dziesiętny ze stężenia jonów hydroniowych czyli poprzez wartość pH.

Wartość kwasowości wyrażonej jako pH w badanych próbkach cydru wynosiła średnio $3,63 \pm 0,25$, przybierając wartość minimalną na poziomie 3,22 i maksymalną na poziomie 4,28. Produkty polskie miały niższy poziom kwasowości wynoszący $3,61 \pm 0,23$ w porównaniu z produktami zagranicznymi o wartości $3,71 \pm 0,33$.

Tab. 20. Kwasowość czynna cydrów

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
kwasowość czynna [pH]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	$3,63 \pm 0,25$	$3,61 \pm 0,23$	$3,71 \pm 0,33$
$X_{min}-X_{max}$	3,22-4,28	3,28-4,28	3,22-4,14
Me	3,58	3,56	3,75
		p=0,499	

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Tab. 21. Zróżnicowanie kwasowości czynnej w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallis)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{x}$	SD	Me	$\bar{x}$	SD	Me	$\bar{x}$	SD	Me	$\bar{x}$	SD	Me	
kwasowość czynna [pH]	3,910	0,230	3,883c	3,635	0,249	3,533b	3,628	0,193	3,603b	3,424	0,099	3,400a	<0,001*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Najwyższą kwasowość czynną, charakteryzowały się próbki cydrów z kategorii I ($\text{pH}=3,910\pm0,230$), zaś najniższe wartości pH oznaczono w w próbkach cydrów z kategorii IV ($\text{pH}=3,424\pm0,099$). Przeprowadzona analiza statystyczna potwierdziła istotną statystycznie różnicę między wartością kwasowości czynnej między kategoriami różniącymi się ze względu na zawartość cukrów ($p<0,001$) (tabela 21).

Badania pH badanych cydrów były podobne do wyników uzyskanych przez-Han i in. (2023), gdzie pH wynosiło od 3,58-3,65 dla trunku z odmiany Fuji i 3,36-3,47 dla cydru z odmiany Ralls Genet.

Wartości pH cydrów zagranicznych średnio wyniosła $3,71\pm0,33$, co uzyskało potwierdzenie w wynikach badań cydrów wykonanych przez Benvenuti i in. (2022): pH 3,83 oraz wynikach badań Cioch i in. (2018), gdzie pH oznaczonych win wynosiło od 3,60 do 4,01, natomiast w badaniach Jamir i in. (2020) badane cydry miały trochę niższe pH od 3,332 do 3,925.

Oznaczenie kwasowości ogólnej cydrów

Kwasowość ogólna wyrażona jako g/l kw. jabłkowego badanych cydrów wyniosła średnio $4,24\pm1,07$ g/l kw. jabłkowego. Kwasowość ogólna analizowanych próbek była zróżnicowana, zależna od kraju pochodzenia, przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotny wpływ kraju pochodzenia na ten parametr (tabela 22).

Tab. 22. Kwasowość ogólna cydrów

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
kwasowość ogólna [g/l kw. jabłkowego]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	4,24±1,07	4,46±1,07	3,37±0,49
Xmin-Xmax	1,94-6,62	1,94-6,62	2,63-4,17
Me	4,12	4,34	3,25
		p=0,001	

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

W tabeli 23 przedstawiono uzyskane wyniki kwasowości ogólnej w zależności od zawartości cukrów.

Tab. 23. Zróżnicowanie kwasowości ogólnej w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
kwasowość ogólna [g/l kw. jabłkowego]	3,66	1,32	3,28a	4,09	0,97	3,89ab	4,61	0,80	4,17c	4,33	1,14	4,47bc	0,032*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Kwasowość ogólna w przeliczeniu na kwas jabłkowy w podziale na kategorie w zależności od zawartości cukrów była najwyższa (4,61±0,80 g/l) w kategorii III (wysoka zawartość cukrów), z kolei wartości najniższe przybierały cydry z kategorii I (3,66±1,32 g/l). Przeprowadzona analiza statystyczna wykazała istotny wpływ zawartości cukrów na ten parametr (tabela 23).

Uzyskana kwasowość ogólna w przeliczeniu na kwas jabłkowy badanych cydrów na średnim poziomie 4,24±1,07 g/l, była podobna do wyników uzyskanych przez Han i in., (2023), gdzie cydr wyprodukowany z jabłek odmiany Fuji miał średnią kwasowość ogólną wynoszącą 3,91g/l, a trunek z odmiany Ralls Genet 5,27g/l. Wartość ta jest bardzo zbliżona do średniej kwasowości ogólnej dla badanych cydrów polskich producentów 4,46 g/l.

Uzyskane wyniki przeprowadzonych badań własnych są zgodne z badaniami cydrów zagranicznych przeprowadzonymi przez Benvenuti i in. (2022), według których badane

cydru charakteryzowały się kwasowością ogólną 4,0 g/l. Wyniki autorki uzyskane dla cydrów zagranicznych są niższe niż te wskazane przez Benvenuti i in. (2022) i wynoszą $3,37 \pm 0,49$ g/l kw. jabłkowego. Dla wina kwasowość ogólna kształtuje się na poziomie 5,12 -6,08 g/l (Cioch i in., 2018).

Zawartość witaminy C w badanych cydrach

W jabłkach stwierdza się zróżnicowaną zawartość witaminy C. W polskich odmianach jabłek stwierdzono zawartość witaminy C w zakresie 7,00 – 17,80 mg/100 g owoców (Podsędek, Wilska-Jeszka, Anders et al. 2000). Zbliżone wyniki uzyskali Lee i wsp., którzy w 6. odmianach jabłek stwierdzili zawartość witaminy C w zakresie 9,00 – 16,60 mg/100 g owoców (Lee, Kim, Kim et al. 2003). Zawartość witaminy C w surowcu wyjściowym przekłada się na jej zawartość w produkcie końcowym.

Zawartość witaminy C w badanych cydrach wynosiła średnio $0,93 \pm 0,89$ mg/100ml, w produktach polskich była niższa i wynosiła $0,76 \pm 0,78$, z kolei w zagranicznych kształtowała się na poziomie $1,50 \pm 1,10$ mg/100ml cydru (tabela 24).

Analiza statystyczna uzyskanych wyników wykazała istotny wpływ kraju pochodzenia na zawartość witaminy C w badanych cydrach ($p < 0,05$).

Tab. 24. Zawartość witaminy C w cydrach

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
witamina C [mg/100ml]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	$0,93 \pm 0,89$	$0,76 \pm 0,78$	$1,50 \pm 1,10$
$X_{min}-X_{max}$	0,06-2,86	0,06-2,86	0,13-2,55
Me	0,43	0,41	2,14
		$p=0,029^*$	

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Tab. 25. Zróznicowanie zawartość witaminy C w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallis)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{x}$	SD	Me	$\bar{x}$	SD	Me	$\bar{x}$	SD	Me	$\bar{x}$	SD	Me	
wit. C [mg/100ml]	1,486	1,004	1,775c	0,847	0,907	0,367a	0,647	0,689	0,352a	0,846	0,928	0,427a	0,012*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Zawartość witaminy C, przy podziale badanych produktów na cztery kategorie w zależności od zawartości cukrów, była najwyższa w kategorii I (o niskiej zawartości cukrów) i wynosiła średnio $1,486 \pm 1,004$ mg/100ml, w kategorii III była najniższa i wynosiła średnio $0,647 \pm 0,689$ mg/100ml cydru (tabela 25). Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ zawartości cukrów na zawartość witaminy C w badanych cydrach ($p < 0,05$).

Badania innych autorów wykazują wyższe zawartości witaminy C w cydrach zagranicznych, w cydrach niepasteryzowanych 5.11 ± 0.03 do 3.55 ± 0.03 po 12 tygodniach przechowywania, zaś w cydrach pasteryzowanych w 63°C od 4.43 ± 0.04 do 2.12 ± 0.07 i w cydrach pasteryzowanych w 71°C zawartość od 4.54 ± 0.09 do 1.43 ± 0.06 po 12 tygodniach przechowywania. Zaobserwowano silny spadek zawartości witaminy C w czasie przechowywania cydru (Techakanon i Venkatachalam, 2021).

Całkowita zawartość polifenoli w badanych cydrach

Dane literaturowe dostarczają wiele informacji na temat właściwości przeciwutleniających napojów alkoholowych, takich jak wino, czy piwo (De Gaetano i in., 2016; Gawlik i in., 2008; Gutiérrez-Escobar, 2021; Śledziński i in., 2013; Tekos, 2023), natomiast dane dotyczące polskich cydrów bardzo nieliczne.

Wina czerwone charakteryzują się wysokim stężeniem polifenoli w przeliczeniu na kwas galusowy (1390-1600 mg/l). Winogrona Cabernet Sauvignon posiadają 1412 mgGAE/kg owoców, a w winogronach białych odmiany Chardonnay jest prawie trzykrotnie mniej polifenoli - 575 mg/kg (Szajdek i Borowska, 2004; Ock-Sook i in., 1997). Cydrysą źródłem związków fenolowych, jednakże w porównaniu do innych napojów alkoholowych, np. wina wykazują słabsze właściwości antyoksydacyjne (Kwaśniewska

i Wieczorek, 2016). Z kolei w piwie sumaryczna zawartość związków fenolowych kształtuje się na poziomie 150-300 mgGAE/l (Śledziński i in., 2013), co jest wartością zbliżoną do zawartości polifenoli w cydrach badanych w niniejszej pracy.

Całkowitą zawartość polifenoli w badanych cydrach w przeliczeniu na mg GAE/l przedstawiono w tabeli 26.

Tab. 26. Całkowita zawartość polifenoli w cydrach

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
polifenole ogółem [mg GAE/l]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	272,24±207,63	250,2±188,30	362,7±265,70
Xmin-Xmax	60,39-1017,26	70,33-1017,26	60,39-841,48
Me	208,85	199,80	276,50
		p=0,048*	

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Zawartość polifenoli ogółem w badanych próbkach cydrów polskich wyniosła średnio 272,24±207,63 mg GAE/l, cydroy zagranicznych producentów charakteryzowały się wyższą zawartość polifenoli, która wynosiła 362,7±265,70 mg GAE/l.

Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ kraju pochodzenia na zawartość polifenoli ogółem w badanych cydrach ($p < 0,05$).

Tab. 27. Zróżnicowanie całkowitej zawartości polifenoli w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallis)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
polifenole ogółem [mg GAE/l]	504,14	350,11	385,70 ^c	279,89	90,40	245,91 ^b	217,60	100,42	196,71 ^{ab}	163,73	72,11	171,53 ^a	0,003*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Przedstawione w tabeli 27 zróżnicowanie całkowitej zawartości polifenoli w zależności od zawartości cukrów pokazuje, że wartości najwyższe występowały w kategorii I (o niskiej zawartości cukrów) przybierając wartość średnią 504,14 mg GAE/l, z kolei najniższe

wartości polifenoli ogółem występowały w kategorii IV o najwyższej zawartości cukrów ($163,73 \pm 72,11$ GAE/l). Wykazano istotny wpływ zawartości cukrów na zawartość polifenoli ogółem w badanych cydrach ($p < 0,05$).

Badania innych autorów potwierdzają obecność tych związków na podobnym poziomie. Całkowita zawartość w sokach z odmian cydrowych dla odmiany Pink Lady mieściła się w zakresie od 148 do 564 mgGAE/l, dla odmiany Red Delicious, w zakresie od 215 do 586 mgGAE/l. Natomiast odmiana Norman (od 1257 do 3105 mgGAE/l) była znacznie wyższa od pozostałych wyników (Way i in., 2019).

Wyniki autorki są zbliżone do wyniku badań Śledziński i in. (2013), gdzie sumaryczna zawartość związków fenolowych w piwie kształtowała się na poziomie 150-300 mgGAE/l.

Podobne zależności dotyczące zawartości polifenoli w cydrach krajowych uzyskały badania przeprowadzone przez Kwaśniewską i Wieczorek (2016), według których próbki posiadały od 239,54 do 582,44 mgGAE/l, jednakże uzyskane wyniki badań dla cydrów badanych w niniejszej pracy wykazują większe rozproszenie wyników (60,39-1017,26). Jest to naturalna dysproporcja, gdyż na zawartość polifenoli w cydrach wpływa wiele czynników. Całkowitą zawartość polifenoli polskich cydrów w badaniach zaobserwowano w badaniach Króla i Małeckiej (2015), gdzie polifenole wynosiły od $59 \pm 1,0$ do $192 \pm 2,0$ mgGAE/l.

Alonso-Salces i in. (2006) wykazali, że zawartość polifenoli jest bardzo zróżnicowana, zależna od regionu wytwarzania i wykorzystanych do produkcji odmian jabłek. Zawartości te wahały się od 0,28 do 512 mgGAE/l. Z kolei według analizy zawartości polifenoli cydrów baskijskich i francuskich oznaczonych metodą chromatograficzną (Alonso-Salces i in., 2004) zawartość wynosiła kolejno od 24 do 331 mg/l oraz od 143 do 2488 mg/l. Przy czym należy tu pokreślić, że metoda Folina-Ciocalteu'a zawyża dane w stosunku do wyników uzyskanych metodami chromatograficznymi (Kwaśniewska i Wieczorek, 2016; Zardo i in., 2013).

Zawartość polifenoli ogółem w zagranicznych cydrach niepasteryzowanych wynosiły od $81,33 \pm 0,08$ mgGAE/l do $64,84 \pm 0,01$ mgGAE/l po 12 tygodniach przechowywania. Zaś w cydrach pasteryzowanych w temperaturze 63°C od $75,38 \pm 1,75$ mgGAE/l do $58,98 \pm 1,20$ mgGAE/l po przechowywaniu, a w przypadku pasteryzacji temperaturą 71°C od $63,87 \pm 0,39$ mgGAE/l do $46,23 \pm 0,11$ mgGAE/l po 12 tygodniowym przechowywaniu (Techakanon i Venkatachalam, 2021).

Całkowity potencjał antyoksydacyjny badanych cydrów

Jabłka cydrowe są szczególnie bogate w szeroką gamę związków fenolowych (Le Deun i in. 2015), które jak się przypuszcza chronią przed chorobami (Serrano i in., 2009). Cydr zależnie od odmiany jabłek nadaje może mieć różny poziom składników odżywczych i bioaktywnych (Moran i in., 2021; Tsoupras i in., 2021). Florydzyzna i ksyloglukozyd floretyny są najczęściej oznaczanymi polifenolami w jabłkach cydrowych (Le Deun i in. 2015). He i in. (2022) wykazali, że cydrylic zawierały mniej związków fenolowych niż odpowiadające im soki jabłkowe. Benvenuti i in. (2022) zaobserwowali, że dodatek bogatego w polifenole ekstraktu odzyskanego z wytlóków jabłkowych wpłynął na wzrost zawartości polifenoli i aktywności antyoksydacyjnej.

Całkowity potencjał antyoksydacyjny zbadany z wykorzystaniem odczynnika DPPH w badanych cydrach by zróżnicowany i wyniósł 63,72% ±21,25, cydrylic polskie posiadały zdolność wymiatania wolnych rodników na poziomie 61,80%, zagraniczne z kolei na poziomie 71,59% (tabela 28). Analiza statystyczna wykazała istotny wpływ kraju pochodzenia na zawartość całkowitego potencjału antyoksydacyjnego w badanych cydrach ($p < 0,05$).

Tab. 28. Całkowity potencjał antyoksydacyjny w cydrach

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
całkowity potencjał antyoksydacyjny [%]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	63,72±21,25	61,80±20,58	71,59±23,26
X_{min}-X_{max}	15,68-97,29	15,68-97,29	15,68-97,29
Me	62,85	60,85	71,67
		$p=0,038^*$	

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Tab. 29. Zróźnicowanie całkowitego potencjału antyoksydacyjnego w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{x}$	SD	Me	$\bar{x}$	SD	Me	$\bar{x}$	SD	Me	$\bar{x}$	SD	Me	
CPA [%]	78,65b	20,63	86,33b	64,07	18,87	59,14a	58,41	20,07	58,49a	59,32	21,81	65,11a	0,041*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Całkowity potencjał antyoksydacyjny w badanych cydrach przy podziale cydrów w zależności od zawartości cukrów był najwyższy w kategorii I $78,65\pm 20,63$, najniższy w kategorii III (o wysokiej zawartości cukrów) przyjmując wartości na poziomie wynoszącym $58,41\pm 20,07$ (tabela 28).

Analiza statystyczna wykazała istotność wpływu zawartości cukrów na całkowity potencjał antyoksydacyjny w badanych cydrach ($p=0,041$).

Podobne zależności dotyczące całkowitego potencjału antyoksydacyjnego w badanych cydrach krajowych uzyskali Techakanon i Venkatachalam (2021). W ich pracy cydry niepasteryzowane posiadały $81.35\pm 0.45\%$ cukru do $71.69\pm 0.90\%$ po 12 tygodniach przechowywania, zaś pasteryzowane w temperaturze 63°C $75.16\pm 0.59\%$ do $59.60\pm 0.14\%$ po 12 tygodniach przechowywania i w temperaturze 71°C kolejno $64.33\pm 0.47\%$ do $50.63\pm 0.14\%$ dla cydrów przechowywanych.

Ekstrakt w badanych cydrach

Określenie ekstraktu jest istotnym parametrem, dzięki któremu można określić stopień rzeczywistego odfermentowania napoju, oszacować zawartość cukrów, czy końcową moc trunku. Zawartość ekstraktu, w pewnym stopniu determinuje również walory aromatyczno-smakowe, tak więc jego określenie jest istotnym parametrem w analizie jakości gotowego cydru.

Zawartość ekstraktu w badanych próbkach cydru była zróźnicowana, wynosiła średnio 86,20. Przeciętnie wyniki pomiaru tej cechy odchylają się od wartości średniej o 21,30, co świadczy o typowym rozproszeniu wewnątrzgrupowym dla tego rodzaju badań (badanie jakości produktów rynkowych). Różnica pomiędzy wartościami maksymalną i minimalną

jest bardzo duża i wynosi 87,6g/l. Ekstrakt w produktach polskich wynosił średnio 87,54 g/l (SD=20,32), w zagranicznych 80,73 g/l (SD=25,40).

Tab. 30. Ekstrakt w cydrach

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
ekstrakt [g/l]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	61,57±21,99	62,59±21,49	57,37±24,68
X_{min}-X_{max}	12,90-105,43	12,90-95,03	33,60-105,43
Me	67,30	69,90	48,23
		p=0,393	

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Zawartość ekstraktu obrazuje zawartość sacharydów w roztworze. W produktach zagranicznych parametr ten przyjmował niższe wartości, co oznacza, że cydry zagraniczne były bardziej wytrawne.

Tab. 31. Zróżnicowanie ekstraktu w cydrach w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
ekstrakt [g/l]	29,54	10,56	33,60a	54,06	16,27	49,97b	68,12	11,04	67,30c	82,91	10,02	80,30d	0,044*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Zawartość ekstraktu ogółem przy podziale cydrów w zależności od zawartości cukrów była istotna statystycznie ($p < 0,05$) przyjmując wartości najniższe w kategorii I ($29,54 \pm 10,56$ g/l), zaś najwyższe w kategorii IV ($82,91 \pm 10,02$ g/l) – tabela 31.

Wyniki ekstraktu ogółem wynosiły średnio 61,57 g/l co było wartością zdecydowanie wyższą niż badania Han i in., (2023), gdzie cydry miały od 19,21 do 22,05 g/l. Wśród przebadanych cydrów znalazły się takie o wartości minimalnej 12,90 g/l, jednakże były i takie, które posiadały 105,43 g/l ekstraktu ogółem.

Z kolei uzyskane wartości ekstraktu ogólnego w cydrach krajowych ($62,59 \pm 21,49$) były zdecydowanie wyższe niż wyniki uzyskane dla krajowych win przez Cioch i in., 2018, gdzie poziom ekstraktu ogólnego wynosił od 23,2 do 41,3g/l. Należy przy tym podkreślić, że wino może posiadać inną zawartość ekstraktu także ze względu na odmienną zawartość alkoholu w porównaniu do cydrów.

Przewodność elektryczna cydrów

Przewodność elektryczna wina może być uważana za wskaźnik do monitorowania jakości wina podczas obróbki ultradźwiękowej (Yan i in., 2017). Z kolei Colombié i in. (2008) podają, iż pomiar przewodności można wykorzystywać do monitorowania procesu fermentacji, zaobserwowali oni także, że przewodnictwo elektryczne spada na początkowym etapie fermentacji, a pod koniec fermentacji nieznacznie wzrasta. Także Karbowniczek (2007) podaje, że przewodność elektryczna może być ekonomicznie uzasadniona w przypadku monitorowania procesu fermentacji piwa, gdyż drożdże w roztworze wykazują inne przewodnictwo elektryczne, niż czyste piwo i dzięki pomiarom konduktometrii istnieje możliwość ponownego użytkowania drożdży. Zależność tę można zastosować także do procesu fermentacji cydru. Za spadek przewodności odpowiada głównie wytrącanie soli, takich jak sole potasu i kwasu winowego, co może obniżyć stężenie jonów potasu i winianu (Colombié i in., 2008). Z kolei Paquet i in. (2000) wykorzystali przewodnictwo elektryczne do monitorowania kwasu mlekowego w procesie fermentacji i odkryli, że przewodnictwo elektryczne może być stosowane jako alternatywa dla pomiaru pH w monitorowaniu aktywności zaczynów serowych w trakcie produkcji ze względu na podobne zmiany parametrów pH.

Przewodność elektryczna badanych próbek cydrów była bardzo zróżnicowana, przybierała wartości minimalne na poziomie 0,87 mS oraz maksymalne 2,78 mS. wyniosła około 1,81mS, w zagranicznych cydrach była niższa i wyniosła $1,74 \pm 0,68$ mS.

Tab. 32. Przewodność elektryczna cydrów

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
przewodność [mS]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	1,81±0,47	1,82±0,42	1,74±0,68
Xmin-Xmax	0,87-2,78	1,00-2,76	0,87-2,78
Me	1,71	1,77	1,56
	p=0,477		

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu kraju pochodzenia na przewodność elektryczną badanych cydrów. W tabeli 33 przedstawiono uzyskane dla badanych cydrów wyniki przewodności elektrycznej cydrów w zależności od zawartych w nich cukrów.

Tab. 33. Zróżnicowanie przewodności elektrycznej cydrów w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
przewodność [mS]	2,245	0,467	2,363c	1,943	0,503	1,880b	1,782	0,244	1,793b	1,393	0,361	1,495a	0,001*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Badania Techakanon i Venkatachalam, (2021) wykazały wyższą przewodność elektryczną cydrów zagranicznych niż uzyskane przez autorkę wyniki badań, analizowane cydry posiadały przewodność od 2,900 do 3,175 mS.

Gęstość badanych cydrów

Parametrem potwierdzającym zawartość sacharydów w cydrze jest gęstość. Jest to parametr niezmiennie często wykorzystywany w winiarstwie i piwowarstwie do pomiaru zawartości cukrów w moszczu przy pomocy refraktometru lub areometru. Gęstość cydrów pośrednio obrazuje poziom cukrów, który podczas procesu fermentacji pozwala określić, jaką zawartość alkoholu można uzyskać. Co jest kluczowe, aby upewnić się, czy nie będzie niezbędne zastosowanie procesu wzbogacania, czyli dodatku sacharozy (Bonin, 2021).

Tab. 34. Gęstość cydru

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
gęstość [g/cm³]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	1,024±0,008	1,024±0,008	1,022±0,010
X_{min}-X_{max}	1,005-1,041	1,005-1,037	1,013-1,041
Me	1,026	1,027	1,019
	p=0,413		

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Pomiar gęstości średnio wynosił 1,024 g/cm³ dla próbek ogółem, przy wartości minimalnej wynoszącej 1,005 g/cm³ i maksymalnej 1,041 g/cm³. Cydry polskie przybierały wartości od 1,005 g/cm³ do 1,037 g/cm³, średnio 1,024±0,008 g/cm³. Natomiast próbki zagraniczne miały rozstęp od 1,013 g/cm³ do 1,041 g/cm³ ze średnią na poziomie 1,022±0,010 g/cm³ (tabela 34). Analiza statystyczna nie wykazała statystycznie istotnego wpływu kraju pochodzenia na gęstość badanych cydrów.

Tab. 35. Zróznicowanie gęstości w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
gęstość [g/cm ³]	1,011	0,004	1,013a	1,021	0,006	1,020b	1,026	0,004	1,026bc	1,032	0,004	1,031c	<0,001*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Analiza gęstości badanych cydrów w zależności od zawartości cukrów wykazała statystycznie istotne różnice ($p < 0,05$). Cydrys kategorii I o najniższej zawartości cukrów posiadają najniższą gęstość na średnim poziomie $1,011 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$, zaś najwyższą cydrys kategorii IV $1,032 \pm 0,004 \text{ g/cm}^3$ (tabela 35).

Gęstość badanych próbek cydru potwierdzają badania zagraniczne Travis i in., (2019), gdzie badane cydrys posiadały bardziej gęstość o większym zakresie od wartości minimalnej na poziomie $0,999 \pm 0 \text{ g/cm}^3$ do wartości maksymalnej na poziomie $1,059 \pm 0,001 \text{ g/cm}^3$.

Zawartość rozpuszczalnego kwasu szczawiowego w cydrach

Kwas szczawiowy jest kwasem organicznym, wykorzystywanym w przechowywaniu i konserwacji produktów spożywczych, powoduje opóźnianie dojrzewania, zapobiega zakażeniom bakteryjnym oraz hamuje brązowienia enzymatyczne owoców (Li i in., 2022). Kwas szczawiowy ma również pozytywny wpływ na jakość przechowywania świeżo zerwanych jabłek (Wang i in. 2024).

Kwas szczawiowy występuje w żywności w formie nierozpuszczalnej (jako szczawian wapnia, magnezu i żelaza) oraz rozpuszczalnej (jako szczawian potasu, sodu, amonu i litu). Ma on działanie antyżywniowe na organizm człowieka ze względu na obecność form rozpuszczalnych, które są wchłaniane z przewodu pokarmowego i tworzą z jonami wapnia nierozpuszczalne kompleksy – szczawiany wapnia. Proces ten powoduje zmniejszenie dostępności jonów wapnia w osoczu krwi, co prowadzi do zaburzeń w gospodarce wapniowo-fosforanowej i jest odpowiedzialny między innymi za zwiększone ryzyko rozwoju kamicy nerkowej (Goluch-Koniuszy i Salmanowicz 2017).

Zawartość rozpuszczalnego kwasu szczawiowego dla próbek ogółem i próbek polskich wynosił odpowiednio $14,48 \pm 6,17$ i $14,11 \pm 6,49 \text{ mg/l}$, zaś dla próbek pochodzących od zagranicznych producentów zawartość kwasu była wyższa i wynosiła $15,98 \text{ mg/l}$. przeciętnie wyniki pomiaru tej cechy odchylają się od wartości średniej o $4,66 \text{ mg/l}$.

Tab. 36. Zawartość rozpuszczalnego kwasu szczawiowego

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
kwas szczawiowy [mg/l]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	14,48±6,17	14,11±6,49	15,98±4,66
Xmin-Xmax	1,80-28,35	1,80-28,35	10,13-24,53
Me	14,85	13,50	15,30
		p=0,380	

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Analiza statystyczna przeprowadzona z zastosowaniem testu Manna-Whitney'a nie wykazała istotnego wpływu kraju pochodzenia na zawartość szczawianów w badanych próbkach cydru.

Tab. 37. Zróżnicowanie zawartości rozpuszczalnego kwasu szczawiowego w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
kwas szczawiowy [mg/l]	11,97	5,12	10,58	11,95	5,11	12,71	16,24	7,54	16,99	15,91	4,65	15,53	0,112

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Zawartość rozpuszczalnego kwasu szczawiowego była najniższa w II kategorii cydrów i wносиła 11,95±5,11 mg/l, zaś najwyższy poziom zaobserwowano w kategorii III (16,24±7,54 mg/l). Analiza statystyczna z zastosowaniem testu Kruskala-Wallisa nie wykazała istotnego wpływu kraju pochodzenia na zawartość szczawianów w badanych cydrach ze względu na zawartość w nich cukru (tabela 37).

Zawartość cukrów w badanych cydrach

Cukry odgrywają kluczową rolę w produkcji napojów fermentowanych, takich jak cydr, wpływając na ich smak, aromat oraz wartość energetyczną. Zróżnicowany skład cukrów w jabłkach, będących głównym surowcem do produkcji cydru, jest wynikiem wielu czynników, w tym odmiany jabłek, ich dojrzałości, a także warunków klimatycznych i przechowywania. Procesy takie jak zagęszczanie soku jabłkowego i pasteryzacja gotowego produktu mogą dodatkowo wpływać na profil cukrowy cydru, co jest istotne dla ostatecznej jakości jabłecznika.

W badanych cydrach oznaczono zawartość cukrów, uzyskane wyniki były bardzo zróżnicowane. W tabeli 38 przedstawiono średnią, minimalne i maksymalne zawartości tj. maltozy, glukozy, fruktozy, melecytozy i sumy oznaczonych cukrów. Średni poziom zawartości maltozy wynosi $2,31 \pm 2,51$ g/l, glukozy $39,81 \pm 17,77$ g/l, fruktozy $31,90 \pm 10,68$ g/l, zaś melecytozy $1,14 \pm 0,34$ g/l.

Wyniki testu Manna-Whitney'a wykazały statystycznie istotny wpływ kraju pochodzenia (przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$) na zawartość fruktozy w badanych cydrach. Zawartość fruktozy była istotnie wyższa w napojach krajowych producentów i wynosiła $33,32 \pm 10,44$ g/l, zaś w zagranicznych $26,20 \pm 10,16$ g/l. Nie wykazano istotnych statystycznie różnic w przypadku pozostałych cukrów z uwzględnieniem ich kraju produkcji (tabela 38).

Tab. 38. Zawartość cukrów w badanych próbkach cydrów

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
maltoza [g/l]			
n	27	21	6
$\bar{X} \pm SD$	2,31±2,51	1,87±1,04	3,85±4,98
Xmin-Xmax	0,56-13,89	0,56-5,08	1,00-13,89
Me	1,65	1,55	1,71
p=0,398			
glukoza [g/l]			
n	49	39	10
$\bar{X} \pm SD$	39,81±17,77	41,31±17,11	33,96±20,00
Xmin-Xmax	4,70-68,24	11,18-68,24	4,70-67,80
Me	39,47	40,62	34,36
p=0,281			
fruktoza [g/l]			
n	50	40	10
$\bar{X} \pm SD$	31,90±10,68	33,32±10,44	26,20±10,16
Xmin-Xmax	5,65-51,50	5,65-51,50	11,23-38,05
Me	33,78	34,32	23,39
p=0,034*			
melecytoza [g/l] %			
n	8	6	2
$\bar{X} \pm SD$	1,14±0,34	1,12±0,40	1,20±0,08
Xmin-Xmax	0,55-1,57	0,55-1,57	1,14-1,25
Me	1,20	1,15	1,20
p=0,868			
suma oznaczonych cukrów [g/l]			
n	50	40	10
$\bar{X} \pm SD$	70,9±27,3	72,93±26,5	62,71±30,2
Xmin-Xmax	5,65-108,95	5,65-106,87	21,08-108,95
Me	77,20	81,41	52,17
p=0,302			

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Oznaczone zawartości cukrów w badanych cydrach potwierdzają wyniki uzyskane przez Ścibisz i in., (2015), gdzie zaobserwowano, że dominującymi cukrami w większości badanych cydrów były fruktoza lub glukoza. Wyjątek stanowiły trzy polskie cydry, w których dominowała sacharoza (40- 84% składników cukrowych ogółem). Zawartość glukozy, fruktozy i sacharozy w polskich cydrach półsłodkich kształtowała się na poziomie od 30,2 do 37,7 g/l (Ścibisz i in., 2015).

Wyniki przeprowadzonych badań nie uzyskały potwierdzenia w badaniach cydrów zagranicznych przeprowadzonych przez Benvenuti i in. (2022), według których w badanych próbkach cydru nie oznaczono glukozy i fruktozy, przy czym w moszczu jabłkowym było 27,9 g/l glukozy i 75,00 g/l fruktozy. Z kolei uzyskane wartości cydrów krajowych (glukoza $41,31 \pm 17,11$; fruktoza $33,32 \pm 10,44$) były zdecydowanie wyższe niż uzyskane wyniki oznaczone w krajowych winach przez Cioch i in., 2018, gdzie poziom glukozy wynosił od 0,29 do 1,98 g/l, a fruktozy od 0,3 do 20,3 g/l.

Odnotowano istotny wpływ odmiany na zawartość cukrów ogółem, w zależności od odmiany, wahała się ona od 10,5% do 12,6% (odmiany Zimnieye Limonnoye/ Warta). Z kolei zawartość cukrów redukujących kształtowała się na poziomie od 7,1% do 8,80% - odmiany Zimnieye Limonnoye/ Rubinovoye Duk (Płocharski, Lenartowicz, Zbroszczyk i in., 1990).

Należy zauważyć, że w trakcie analizy składu niektórych próbek zaobserwowano koelucję fruktozy z niezidentyfikowanym analitem.

W tabeli 39 zestawiono informacje, zawarte na etykietach badanych cydrów, dotyczące zawartości cukru z zawartością oznaczoną w poszczególnych próbach.

Tab. 39. Zestawienie informacji na etykiecie w stosunku do oznaczonej zawartości cukrów

Lp.	wytrawność wg producenta	suma oznaczonych cukrów [g/l]	wytrawność (oznaczona)
PL-30	–	0,00	wytrawny
PL-32	–	5,65	wytrawny
Z-02	–	21,08	półwytrawny
Z-03	–	25,38	półwytrawny
PL-02	–	59,42	półsłodki
PL-10	–	57,41	półsłodki
PL-13	–	32,91	półsłodki
PL-15	wytrawny	32,95	półsłodki
PL-25	–	36,50	półsłodki
PL-31	–	34,12	półsłodki
PL-35	półwytrawny	31,13	półsłodki
PL-38	–	56,21	półsłodki
Z-04	półsłodki	52,01	półsłodki
Z-06	–	52,12	półsłodki
Z-07	–	45,61	półsłodki
Z-10	–	52,22	półsłodki
PL-01	–	80,91	słodki
PL-03	–	98,43	słodki
PL-04	półsłodki	81,44	słodki
PL-05	–	64,50	słodki
PL-06	półsłodki	72,65	słodki
PL-07	półsłodki	82,55	słodki
PL-08	–	88,23	słodki
PL-09	–	61,23	słodki
PL-11	–	86,87	słodki
PL-12	–	66,04	słodki
PL-14	–	92,13	słodki
PL-16	–	100,03	słodki
PL-17	–	81,44	słodki
PL-18	–	106,87	słodki
PL-19	–	101,54	słodki
PL-20	–	102,88	słodki
PL-21	półsłodki	91,44	słodki
PL-22	–	99,80	słodki
PL-23	–	77,47	słodki
PL-24	–	71,90	słodki
PL-26	–	102,55	słodki
PL-27	–	66,83	słodki
PL-28	–	83,81	słodki
PL-29	–	76,40	słodki
PL-33	–	88,84	słodki
PL-34	półsłodki	73,28	słodki
PL-36	–	72,53	słodki
PL-37	–	88,64	słodki
PL-39	półsłodki	103,19	słodki
PL-40	–	81,41	słodki
PL-41	–	97,82	słodki
Z-01	–	91,68	słodki
Z-05	półsłodki	83,26	słodki
Z-08	–	94,81	słodki
Z-09	–	108,95	słodki

Źródło: Opracowanie własne

Zawartość etanolu w badanych cydrach

Według ustawy z dnia 2 grudnia 2021 roku o wyrobach winiarskich (Dz. U. 2022 poz. 24) cydru powinny posiadać rzeczywistą zawartość alkoholu na poziomie od 1,2%, do 8,5% objętościowych. Zawartość etanolu w badanych próbkach cydru była zróżnicowana. Dwie analizowane próbki (PL-29 i PL-32) posiadały zawartość etanolu wyższą niż wymagana w w.w. ustawie.

Średni poziom zawartości etanolu badanych cydrów wynosił 5,08 % v/v. Przeciętnie wyniki pomiaru tej cechy odchylają się od wartości średniej o 1,05. Różnica pomiędzy wartościami maksymalną i minimalną jest znaczna i wynosi 5,07 % v/v.

Produkty polskie posiadały średnio $5,15 \pm 1,14\%$ v/v, wartości cydrów zagranicznych były niższe i wynosiły średnio 4,81 % v/v o odchyleniu standardowym równym 0,52.

Analiza statystyczna nie wykazała istotnego wpływu kraju pochodzenia na zawartość etanolu (% v/v) w badanych cydrach ($p > 0,05$).

Tab. 40. Zawartość etanolu

	wyniki ogółem	produkty polskie	produkty zagraniczne
etanol [% v/v]			
n	51	41	10
$\bar{X} \pm SD$	$5,08 \pm 1,05$	$5,15 \pm 1,14$	$4,81 \pm 0,52$
X_{min}-X_{max}	3,96-9,03	3,96-9,03	4,29-5,74
Me	4,72	4,72	4,60
		$p=0,374$	

* różnica istotna przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ na podstawie testu Manna-Whitney'a

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Tab. 41. Zróżnicowanie etanolu w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
etanol [% v/v]	5,617	1,498	5,166c	4,997	0,615	4,755b	5,215	1,197	4,791b	4,542	0,217	4,582a	0,036*

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

Różne symbole literowe przy wartościach mediany wskazują na istotne różnice w teście Dunna

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Badania Han i in. (2023) potwierdziły, że zawartość alkoholu w cydrze (autorzy badany trunek nazywają winem jabłkowym jednak w rozumieniu polskiej ustawy o wyrobach winiarskich (2022) mowa o cydrze) może być zróżnicowana od 5,51- 7,61 % v/v.

Badaniem nad produkcją cydru, z dodatkiem bogatego w polifenole ekstraktu odzyskanego z wyłoków jabłkowych, potwierdzono, iż cydr z ekstraktem charakteryzował się wyższą zawartością cukru, co skutkowało wyższym poziomem alkoholu (Benvenuti i in., 2022).

Wyższe zawartości alkoholu wykazali w swoich badania Benvenuti i in., 2022, poziom etanolu wynosił w badanych przez nich próbkach cydru średnio 7,18 % v/v.

W tabeli 43 przedstawiono deklarowane przez producenta wartości etanolu w stosunku do wartości oznaczonego etanolu w badanych cydrach, różniły się one od tych oznaczonych w badaniach własnych. Na 20 etykietach producent nie umieścił informacji o zawartości etanolu, co jest niezgodne z obowiązującymi wymaganiami zawartymi w Rozporządzeniu 1169/2011 w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności. Wspomniane rozporządzenie wskazuje, jako obligatoryjne umieszczenie na opakowaniu informacji o rzeczywistej zawartości alkoholu w procentach objętościowych, z dokładnością nie większą niż do jednego miejsca po przecinku.

Różnica między wartością alkoholu deklarowaną przez producenta a wartością oznaczoną była znaczna i w wielkości przypadków przybierała wartości wyższe niż deklaracja (wartość minimalna 0,05, a maksymalna 1,17, z kolei wartości niższe odbiegały od deklaracji od minimalnie 0,04 do maksymalnie 0,54 poniżej wskazań producenta (tabela 42).

Tab. 42. Zestawienie informacji na etykiecie vs. wartości oznaczonego etanolu w badanych cydrach

Lp.	etanol [% v/v] wg producenta	etanol [% v/v] (oznaczony)	różnica (oznaczony a producent)
PL-01	4,5	5,25	0,75
PL-02	4,5	4,28	-0,22
PL-03	4,5	4,56	0,06
PL-04	4,5	4,65	0,15
PL-05	4,5	5,67	1,17
PL-06	4,5	4,66	0,16
PL-07	4,5	5,02	0,51
PL-08	4,5	3,96	-0,54
PL-09	4,5	4,65	0,15
PL-10	4,5	4,72	0,22
PL-11	4,5	5,58	1,08
PL-12	-	4,31	-
PL-13	-	5,11	-
PL-14	-	4,74	-
PL-15	4,4	4,72	0,32
PL-16	-	4,69	-
PL-17	4,5	4,68	0,18
PL-18	4,5	4,58	0,08
PL-19	-	4,58	-
PL-20	-	4,04	-
PL-21	4,5	4,68	0,18
PL-22	-	4,23	-
PL-23	4,5	4,70	0,17
PL-24	7	7,15	0,17
PL-25	-	4,58	-
PL-26	4,5	4,72	0,22
PL-27	-	5,42	-
PL-28	-	4,80	-
PL-29	-	9,03	-
PL-30	-	8,11	-
PL-31	-	5,50	-
PL-32	-	8,58	-
PL-33	-	5,05	-
PL-34	4,5	4,59	0,09
PL-35	4,5	5,50	1,01
PL-36	4,5	4,78	0,28
PL-37	-	5,70	-
PL-38	-	6,02	-
PL-39	4,5	4,37	-0,11
PL-40	-	4,24	-
PL-41	-	4,77	-
Z-01	4,5	4,46	-0,04
Z-02	-	5,22	-
Z-03	4,5	4,30	-0,20
Z-04	5,4	5,54	0,15
Z-05	4,1	4,29	0,19
Z-06	4,5	4,57	0,07
Z-07	4,5	4,55	0,05
Z-08	5,5	5,74	0,24
Z-09	4,5	4,63	0,14
Z-10	4,5	4,79	0,29

Źródło: Opracowanie własne

6.2. Wyniki analizy sensorycznej badanych próbek cydru

Jakość organoleptyczna żywności według ustawy z dnia 25 sierpnia 2006 roku o bezpieczeństwie żywności i żywienia (Dz. U. nr 171, poz. 1225 z późn. zm.) stanowi zespół cech obejmujących smak, zapach, wygląd, barwę i konsystencję, które można wyodrębnić i ocenić przy pomocy zmysłów człowieka.

Jakość organoleptyczną cydrów przeprowadzono przy pomocy 6-stopniowej skali werbalnej. Na potrzeby analizy skala ta została przekształcona w skalę liczbową, gdzie liczba 0 oznaczało najniższy poziom badanej cechy (intensywności), a liczba 5 najwyższy poziom badanej cechy. Skala 6 punktowa powstała przez modyfikację skali 5 punktowej, do której wprowadzono wartość „0” dla szczegółowego zaznaczenia braku występowania danej cechy.

Badania Jamir i in. (2020) przybliżające opisową analizę profilowania wskazały, że paneliści z Chin i USA wskazali na podobne z zaproponowanymi w niniejszej pracy wyróżniki: kwaśny, gorzki, słodki, cierpki, poziomem nasycenia ditlenkiem węgla, miodowy, jabłkowy, ziemisty, owocowy oraz ocena koloru. Z racji tego, że zastosowano metodę opisową paneliści w indywidualny sposób opisywali wyszczególnione powyżej wyróżniki.

Analizując uzyskane wyniki badań intensywności deskryptorów nut smakowości w zależności od kraju pochodzenia cydru stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy średnim pomiarem oceny nut: kwaśnej, cytrusowej i miodowej. Wartości mediany (potwierdzają to wartości średniej) pozwalają stwierdzić, że cydry zagraniczne można uznać za bardziej kwaśne, mniej cytrusowe i miodowe. W przypadku pozostałych nut smakowości nie stwierdzono istotnych statystycznie różnic ($p > 0,05$).

Tab. 44. Wyniki analizy intensywności nut smakowitości (miary statystyczne)

deskryptor	$\bar{X}$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	SD
jabłkowy	2,83	1,80	4,30	0,57
cytrusowy	0,28	0,00	1,60	0,34
miodowy	0,31	0,00	2,00	0,42
alkoholowy	1,36	0,60	2,20	0,39
octowy	0,66	0,00	2,50	0,58
drożdżowy	0,14	0,00	1,50	0,25
obcy	0,18	0,00	1,10	0,27
ziemisty	0,21	0,00	2,20	0,43
kwaśny	3,11	1,30	4,90	0,91
słodki	3,13	0,50	4,70	1,09
pełny	2,57	1,60	4,80	0,61
garbnikowy	0,98	0,00	3,80	1,02
nasycony CO ₂	3,29	1,70	4,70	0,60
ogólna ocena	2,88	1,70	3,90	0,58

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wśród deskryptorów opisujące smakowitość najwyższe noty uzyskała nuta jabłkowa (2,83±0,57 pkt.) rozumiana jako nuta smakowitości utożsamiana z zielonymi jabłkami oraz nuta alkoholowa (1,36±0,39 pkt.) utożsamiana z alkoholem etylowym. Natomiast najniższe wartości uzyskały deskryptory utożsamiane z niską jakością cydru, takie jak: drożdżowy (0,14±0,25 pkt.), obcy/sztuczny - fenolowy (0,18±0,27 pkt.) oraz ziemisty (0,21±0,43 pkt.). Szczegółowy opis deskryptorów przedstawiono w tabeli 14.

Deskryptory dotyczące smaku uzyskały następujące noty: kwaśny 3,11±0,91pkt., z kolei smak słodki 3,13±1,09 pkt.

Deskryptory opisujące wrażenia czuciowe pełny, garbnikowy i nasycenie ditlenkiem węgla uzyskały kolejno 2,57±0,61 pkt., 0,98±1,02 pkt., 3,29±0,60pkt. We wszystkich badanych próbkach zaobserwowano niskie noty odczuwania dla odczucia suszenia na języku i ścianach jamy ustnej, w czasie gdy próbka znajduje się w ustach (taniny) oraz wysokie dla nasycenia CO₂, co jest charakterystyczne dla cydrów krajowych.

Ocena ogólna badanych cydrów przyjmowała średnią wartość 2,88. Przeciętnie wyniki analizy odchylają się od wartości średniej o 0,58 pkt. ($x_{\min}=1,70$; $x_{\max}=3,90$).

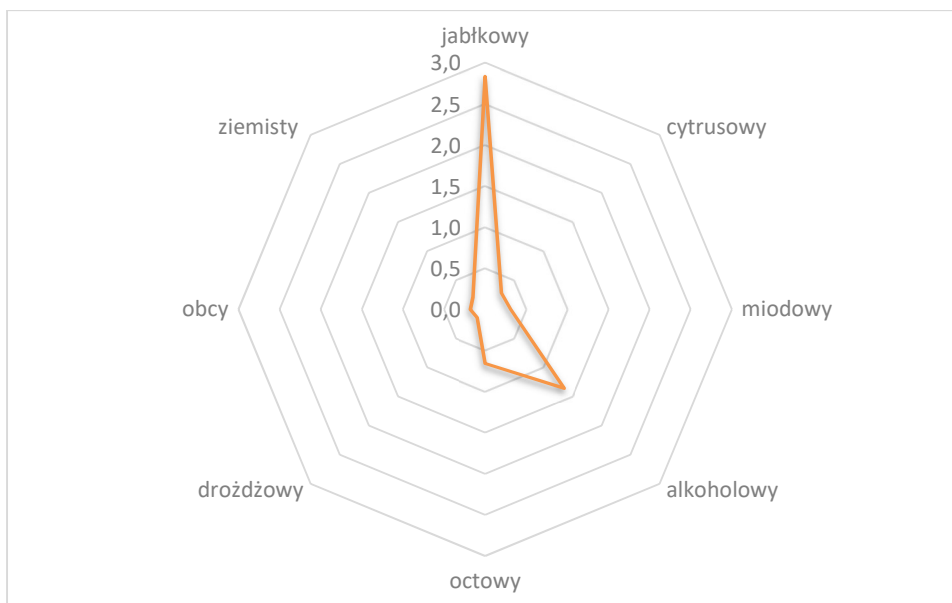
Tab. 45. Zróżnicowanie analizy intensywności deskryptorów smaku w zależności od kraju produkcji cydru (wyniki testu Manna-Whitney'a)

Cecha	Produkty polskie			Produkty zagraniczne			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
jabłkowy	2,83	0,61	2,80	2,83	0,40	2,80	0,840
cytrusowy	0,34	0,36	0,20	0,06	0,07	0,05	0,007*
miodowy	0,36	0,46	0,20	0,11	0,14	0,05	0,032*
alkoholowy	1,38	0,42	1,30	1,26	0,23	1,30	0,602
octowy	0,66	0,55	0,50	0,64	0,72	0,35	0,387
drożdżowy	0,16	0,27	0,10	0,05	0,08	0,00	0,188
obcy	0,20	0,28	0,00	0,09	0,20	0,00	0,200
ziemisty	0,22	0,46	0,00	0,16	0,32	0,00	0,514
kwaśny	3,01	0,94	2,80	3,49	0,70	3,35	0,034*
słodki	3,20	1,03	3,40	2,82	1,30	3,10	0,387
pełny	2,51	0,62	2,50	2,80	0,55	2,80	0,132
garbnikowy	0,92	0,96	0,60	1,21	1,24	0,70	0,455
nasycony CO ₂	3,33	0,65	3,30	3,14	0,34	3,05	0,236
ogólna ocena	2,90	0,55	2,90	2,83	0,70	2,85	0,803

Symbol * przy wartościach „p” wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

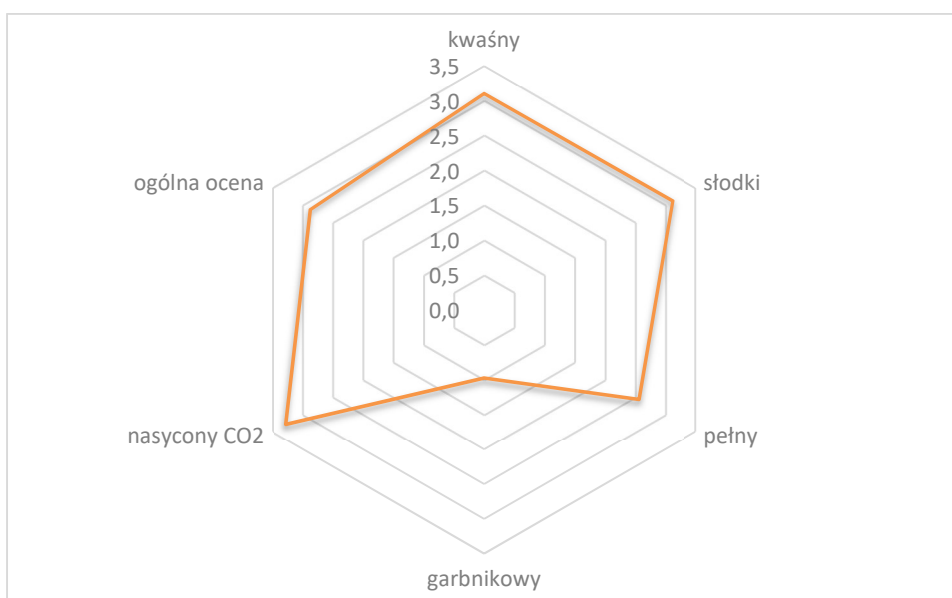
Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Na rysunku 30 przedstawiono wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości, zaś na rysunku 31 wyniki analizy deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych dla wszystkich analizowanych próbek cydru.



Rys.30. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.



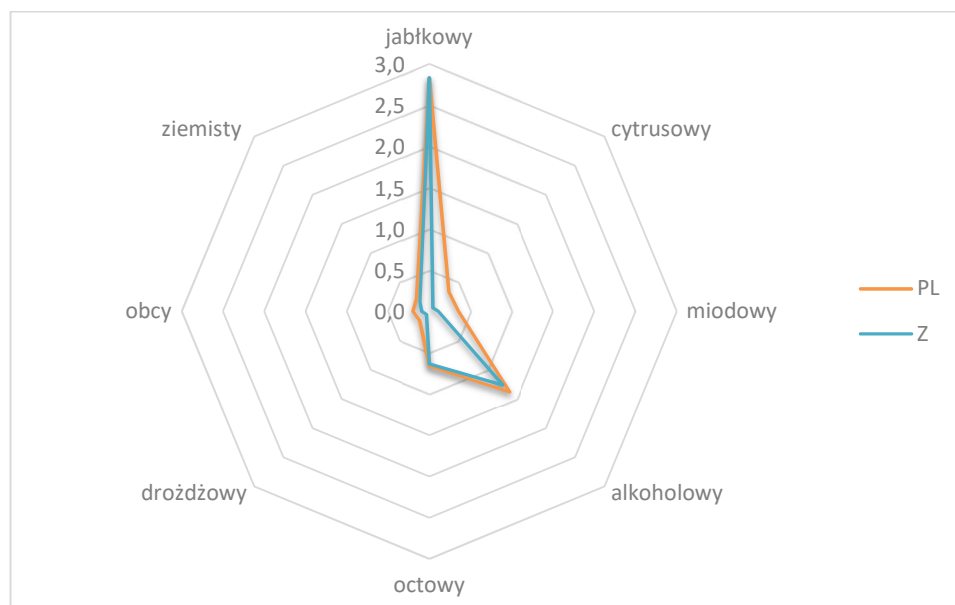
Rys. 31. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Badania profilowania sensorycznego cydrów zagranicznych przybierały następujące wyniki: cydry niepasteryzowane początkowo miały słodkość na poziomie 4, smak kwaśny i owocowy na poziomie 3, zaś gorycz na poziomie 2. Po 12 tygodniowym przechowywaniu

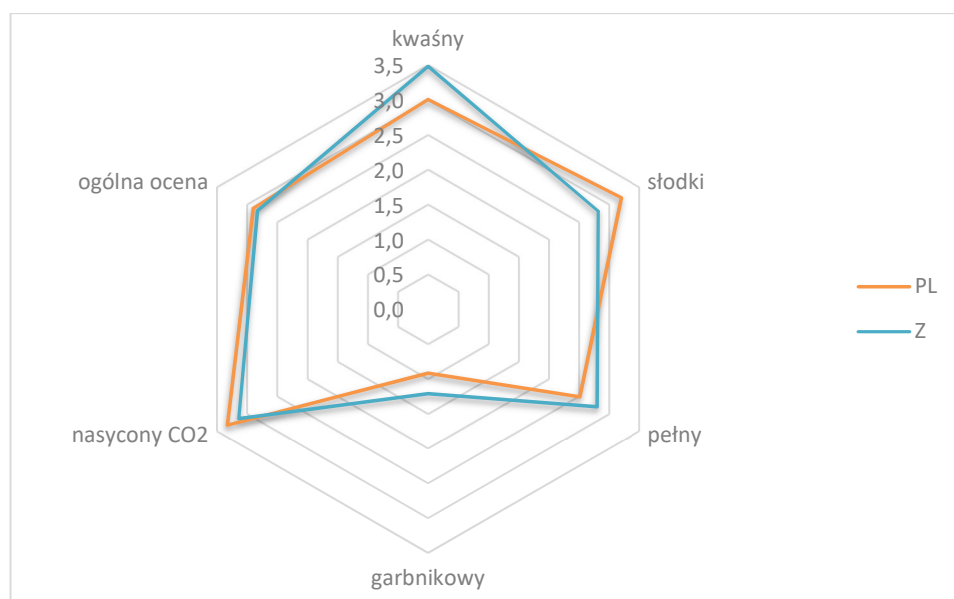
zaobserwowano zmiany w profilach sensorycznych, cydr stał się mniej owocowy i słodki oraz bardziej kwaśny. (Techakanon i Venkatachalam, 2021)

Na rysunku 32 przedstawiono wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości, zaś na rysunku 33 wyniki analizy deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych dla analizowanych w zależności od kraju produkcji cydru.



Rys.32. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości w zależności od kraju produkcji cydru

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.



Rys. 33. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych w zależności od kraju produkcji cydru

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wyższa zawartością kwasów organicznych, zwłaszcza kwasu jabłkowego, może powodować zwiększone odczucie ostrego smaku „kwaśnego zielonego jabłka” i ściągające uczucie cierpkości (He i in., 2021), badania własne wykazały wyższe wartości wrażenia ściągającego w próbkach zagranicznych ($1,21 \pm 1,24$) w porównaniu do cydrów polskich ($0,92 \pm 0,96$), jednakże zależność ta nie była istotna statystycznie (tabela 45).

Jak podają inni autorzy gatunek drożdży wykorzystywanych w produkcji cydrów może wpłynąć na ich walory smakowe. Cydry wytwarzane przy użyciu *S. cerevisiae* charakteryzowano jako „alkoholowe” i „drożdżowe”, podczas gdy cydry *Schizosaccharomyces pombe* częściej opisywano jako „słodkie”, „miodowe” i rzadziej oceniano jako kwaśne. Oprócz silnego wpływu drożdży, odmiany jabłek miały znaczący wpływ na właściwości kompozycyjne i sensoryczne cydrów jabłkowych (He i in., 2021). Dodatek bogatego w polifenole ekstraktu odzyskanego z wytlóków jabłkowych, oprócz oczekiwanego wzrostu zawartości polifenoli i aktywności antyoksydacyjnej wykazało, że jabłeczniku nastąpiło nasilenie goryczki i cierpkości, bez uszczerbku dla jakości aromatu (Benvenuti i in., 2022).

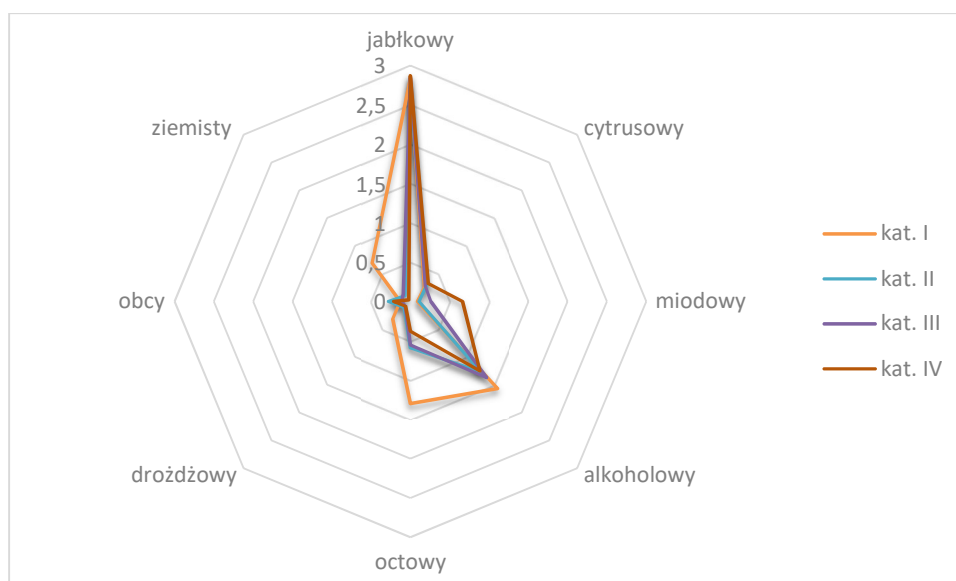
Tab. 46. Zróżnicowanie analizy intensywności deskryptorów smaku w zależności od zawartości cukrów w cydrach (wyniki testu Kruskala-Wallisa)

Cecha	O niskiej zawartości cukrów (kat. I)			O średniej zawartości cukrów (kat. II)			O wysokiej zawartości cukrów (kat. III)			O bardzo wysokiej zawartości cukrów (kat. IV)			p
	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	$\bar{X}$	SD	Me	
jabłkowy	2,83	0,58	2,70	2,73	0,52	2,65	2,86	0,70	2,75	2,85	0,45	3,00	0,821
cytrusowy	0,25	0,38	0,05	0,29	0,29	0,20	0,26	0,28	0,20	0,35	0,43	0,20	0,697
miodowy	0,09	0,11	0,05a	0,11	0,16	0,05a	0,27	0,28	0,20a	0,68	0,62	0,60b	0,011*
alkoholowy	1,57	0,40	1,40	1,27	0,36	1,20	1,37	0,48	1,30	1,24	0,22	1,30	0,282
octowy	1,30	0,77	1,25b	0,59	0,50	0,40a	0,54	0,44	0,45a	0,38	0,23	0,40a	0,013*
drożdżowy	0,32	0,47	0,20	0,11	0,21	0,00	0,09	0,11	0,05	0,09	0,10	0,10	0,403
obcy	0,13	0,23	0,00	0,28	0,30	0,20	0,11	0,17	0,00	0,23	0,35	0,00	0,402
ziemisty	0,69	0,79	0,40b	0,10	0,12	0,05a	0,12	0,17	0,00a	0,03	0,09	0,00a	0,017*
kwaśny	4,37	0,34	4,40d	3,47	0,69	3,60c	2,82	0,58	2,75b	2,25	0,40	2,20a	<0,001*
słodki	1,54	0,83	1,40a	2,93	0,59	3,00b	3,35	0,65	3,30b	4,20	0,30	4,30c	<0,001*
pełny	2,61	0,65	2,40	2,44	0,30	2,45	2,60	0,74	2,50	2,60	0,63	2,70	0,887
garbnikowy	2,39	1,22	2,80b	0,82	0,73	0,65a	0,68	0,60	0,55a	0,42	0,37	0,40a	0,001*
nasycony CO ₂	2,90	0,71	3,05	3,39	0,44	3,30	3,26	0,54	3,10	3,56	0,60	3,40	0,231
ogólna ocena	2,43	0,67	2,50a	2,92	0,48	2,75b	2,83	0,53	2,80b	3,28	0,37	3,50c	0,007*

Objaśnienia: $\bar{X}$ – średnia; SD – odchylenie standardowe; Me – mediana; p- wartość prawdopodobieństwa;

* – wskazuje na różnicę istotną przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$; różne symbole literowe przy wartościach średniej wskazują na istotne różnice w teście Dunna

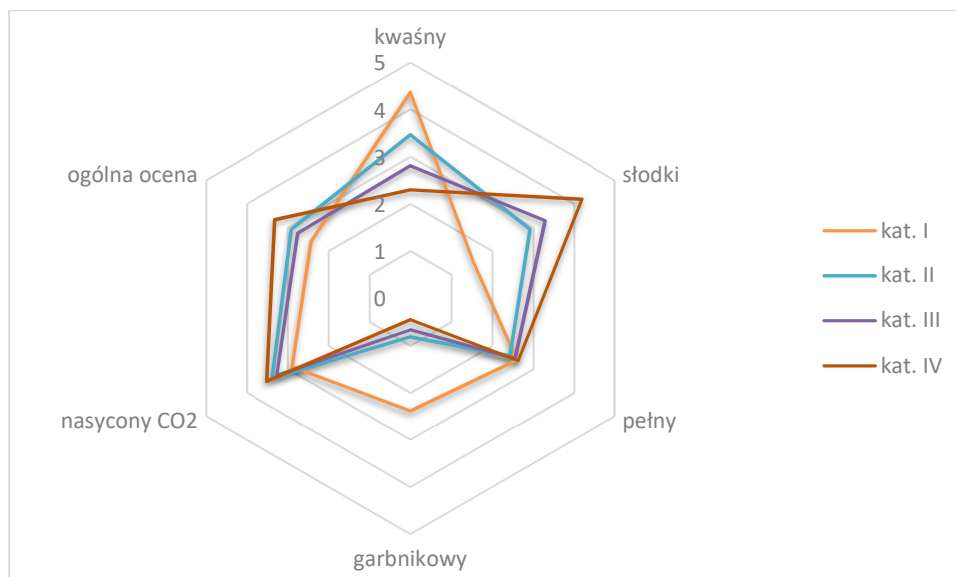
Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.



Rys. 34. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych w zależności od zawartości cukrów w cydrach*

*opis kategorii w tabeli 15.

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.



Rys. 35. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych w zależności od zawartości cukrów w cydrach*

*opis kategorii w tabeli 15.

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wartości prawdopodobieństwa testowego „p” niższe od przyjętego poziomu istotności $\alpha = 0,05$ wskazują na istotne różnice - w zależności od stopnia zawartości cukrów (kategorie I-IV opisane w tabeli 15) - pomiędzy średnim poziomem oceny ogólnej oraz intensywności smaku: kwaśnego, słodkiego, garbnikowego, octowego, miodowego i ziemistego. Nie wykazano istotnych różnic w przypadku analizy intensywności pozostałych nut smakowitości

Test Dunna i wartości mediany wskazują, że:

- wraz z podwyższeniem kategorii ze względu na zawartości cukru wzrasta intensywność smaku słodkiego i poziom oceny ogólnej;
- wraz z obniżeniem kategorii ze względu na zawartości cukru podwyższa się intensywność smaku kwaśnego i wzrasta intensywność smaku octowego;
- intensywność smaku garbnikowego, octowego i ziemistego jest wyższa w cydrach kategorii I w porównaniu z pozostałymi;
- intensywność smaku miodowego jest wyższa w cydrach kategorii IV w porównaniu z pozostałymi.

6.3. Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi badanych cydrów a deskryptorami analizy sensorycznej

Analizę współzależności wykonano w celu określenia współzależności występujących pomiędzy jakością fizykochemiczną badanych cydrów.

Tab. 47. Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi (wartości współczynnika korelacji R Spearmana)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	współczynnik L*	współczynnik a*	współczynnik b*	kwasowość czynna pH	kwasowość ogólna	witamina C	Polifenole ogółem	CPA	ekstrakt	przewodność	gęstość	kw. szczawiovowy	maltoza	glukoza	fruktoza	melicytoza	cukry ogółem	etanol
	R																	
1	1	-0,38	0,124	-0,11	0,031	-0,11	-0,12	-0,31	-0,07	-0,03	-0,09	0,103	-0,02	0,037	-0,06	-0,05	-0,04	0,033
2		1	-0,18	-0,13	0,005	0,057	-0,01	0,049	-0,05	-0,07	-0,01	0,037	-0,26	-0,03	-0,10	0,095	-0,05	0,031
3			1	0,358	-0,27	0,008	0,34	-0,11	-0,20	0,272	-0,20	-0,09	0,167	-0,40	-0,05	0,238	-0,36	0,122
4				1	-0,22	0,193	0,411	0,275	-0,48	0,735	-0,52	-0,36	0,011	-0,56	-0,35	0,50	-0,57	0,325
5					1	-0,09	0,049	0,06	0,311	0,128	0,319	0,213	-0,26	0,245	0,318	-0,67	0,285	-0,12
6						1	0,247	0,281	-0,27	0,039	-0,28	-0,08	-0,26	-0,16	-0,24	-0,24	-0,21	0,05
7							1	0,592	-0,43	0,632	-0,49	-0,18	-0,32	-0,57	-0,23	-0,43	-0,57	0,038
8								1	-0,28	0,40	-0,30	-0,08	-0,23	-0,24	-0,28	-0,31	-0,27	-0,10
9									1	-0,40	0,97	0,329	0,363	0,718	0,656	-0,38	0,841	-0,46
10										1	-0,43	-0,28	-0,21	-0,62	-0,23	-0,36	-0,58	0,075
11											1	0,297	0,351	0,682	0,708	-0,47	0,837	-0,42
12												1	0,084	0,334	0,205	-0,71	0,356	0,015
13													1	0,32	0,061	0,738	0,31	0,119
14														1	0,345	-0,48	0,915	-0,32
15															1	-0,31	0,643	-0,19
16																1	-0,64	0,714
17																	1	-0,34
18																		1

Wartości zapisane czerwoną czcionką oznaczają istotną korelację w teście t-Studenta ($p < 0,05$)

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wartości współczynnika R oraz wyniki testu t-Studenta wskazują na to, że istnieją korelacje pomiędzy niektórymi zmiennymi, przy przyjęciu wartości poziomu istotności jako $\alpha = 0,05$:

- Odnotowano odwrotnie proporcjonalną współczynnika L* w stosunku do współczynnika a* ($R = -0,38$) oraz całkowitego potencjału antyoksydacyjnego ($R = -$

- 0,31), z kolei parametr b^* korelował wprost proporcjonalnie z kwasowością czynną ($R=0,358$) oraz zawartością polifenoli ogółem ($R=0,34$) i odwrotnie proporcjonalnie z glukozą ($R=-0,4$) oraz cukrami ogółem ($R=-0,36$)
- Kwasowość czynna wykazała korelację wprost proporcjonalną w stosunku do polifenoli ogółem ($R=0,411$), przewodności elektrycznej ($R=0,735$) oraz zawartości etanolu ($R=0,325$), natomiast odwrotnie proporcjonalna w stosunku do zawartości ekstraktu ogółem ($R=-0,48$), gęstości ($R=-0,52$), zawartości rozpuszczalnego kwasu szczawiowego ($R=-0,36$), oraz cukrów ogółem ($R=-0,57$), a także glukozy ($R=-0,56$) i fruktozy ($R=-0,35$).
 - Kwasowość ogólna wykazała korelację z ekstraktem ogółem ($R=0,311$), gęstością ($R=0,319$), fruktozą ($R=0,318$) oraz cukrami ogółem ($R=0,285$) - korelacja wprost proporcjonalna.
 - Zawartość witaminy C korelowała wprost proporcjonalnie z całkowitym potencjałem antyoksydacyjnym ($R=0,281$) i odwrotnie proporcjonalnie z gęstością cydrów ($R=-0,28$).
 - Zawartość polifenoli ogółem również korelowała wzrost proporcjonalnie z całkowitym potencjałem antyoksydacyjnym ($R=0,592$), a także z przewodnością elektryczną ($R=0,632$), natomiast korelację odwrotnie proporcjonalną odnotowano w stosunku do ekstraktu ogółem ($R=-0,43$), gęstości ($R=-0,49$), zawartości glukozy ($R=-0,57$) oraz cukrów ogółem ($R=-0,57$).
 - Wykazano wprost proporcjonalne korelacje pomiędzy całkowitym potencjałem antyoksydacyjnym a przewodnością elektryczną ($R=0,4$), a także odwrotnie proporcjonalne w stosunku do ekstraktu ogółem ($R=-0,276$), gęstości ($R=-0,298$) oraz zawartości fruktozy ($R=-0,281$).
 - Zaobserwowano silną korelację wprost proporcjonalną, właściwą dla cech fizykochemicznych zależnych między innymi od poziomu węglowodanów korelację dla zawartość ekstraktu ogółem z cukrami oraz gęstością. Ekstrakt ogółem korelował także w sposób umiarkowanie silny z zawartością rozpuszczalnego kwasu szczawiowego ($R=0,329$), oraz odwrotnie proporcjonalnie w stosunku do przewodności elektrycznej ($R=-0,403$).
 - Zawartość ekstraktu ogółem i gęstość korelowały odwrotnie proporcjonalnie z etanolem, kolejno $R=-0,46$ i $R=-0,42$.
 - Przewodność elektryczna skorelowała odwrotnie proporcjonalnie z rozpuszczalnym kwasem szczawiowym ($R=-0,28$) i gęstością ($R=-0,43$) oraz z w sposób silny z glukozą

($R=-0,62$) i cukrami ogółem ($R=-0,58$). Cydry o wysokiej przewodności elektrycznej charakteryzują się zatem niższym poziomem wymienionych parametrów.

- Wykazano silny związek odwrotnie proporcjonalny między zawartością rozpuszczalnego kwasu szczawiowego a melecycytą ($R=-0,71$) oraz umiarkowanie silny z glukozą ($R=0,334$) i cukrami ogółem ($R=0,356$).
- Melecycyta silnie korelowała z maltozą ($R=0,738$) oraz etanolem ($R=0,714$). Glukoza umiarkowanie korelowała odwrotnie proporcjonalnie z etanolem ($R=-0,32$).

Analizę współzależności wykonano w celu określenia współzależności występujących pomiędzy dwoma obszarami jakości cydrów jakością fizykochemiczną i organoleptyczną.

Tab. 48. Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi i deskryptorami analizy sensorycznej (wartości współczynnika korelacji R Spearmana)

	Deskryptory analizy												
	jabłkowy	cytrusowy	miodowy	alkoholowy	octowy	drożdżowy	obcy	ziemisty	kwaśny	słodki	pełny	garbnikowy	nasycony CO ₂
	R												
kwasowość czynna pH	-0,073	-0,186	-0,227	0,373	0,605	0,482	0,063	0,638	0,596	-0,662	-0,062	0,626	-0,390
kwasowość ogólna	0,110	0,027	0,206	-0,100	-0,095	-0,166	-0,084	0,012	-0,135	0,275	0,174	-0,140	-0,051
witamina C	-0,039	-0,356	0,011	0,193	0,111	0,059	-0,213	0,328	0,284	-0,315	-0,033	0,238	-0,377
polifenole ogółem	0,026	-0,165	-0,192	0,133	0,625	0,433	-0,043	0,755	0,609	-0,661	0,009	0,688	-0,445
CPA	-0,123	-0,001	0,086	0,103	0,421	0,230	0,002	0,460	0,418	-0,378	-0,108	0,481	-0,300
ekstrakt	-0,029	0,004	0,310	-0,333	-0,459	-0,358	0,060	-0,498	-0,756	0,739	0,123	-0,618	0,323
przewodn.	-0,005	-0,120	-0,205	0,219	0,583	0,322	-0,084	0,549	0,614	-0,622	0,047	0,618	-0,372
gęstość	-0,070	-0,002	0,311	-0,289	-0,468	-0,374	0,070	-0,524	-0,764	0,748	0,084	-0,622	0,355
kwas szczaw.	0,116	-0,046	0,131	-0,379	-0,388	-0,355	0,013	-0,241	-0,339	0,440	-0,072	-0,337	0,124
maltoza	0,151	-0,199	-0,100	0,110	-0,155	-0,047	-0,079	-0,130	-0,162	0,183	0,248	-0,100	0,145
glukoza	0,022	0,109	0,484	-0,271	-0,562	-0,318	0,049	-0,541	-0,779	0,797	0,035	-0,618	0,302
fruktoza	0,034	0,164	0,307	-0,228	-0,346	-0,390	0,087	-0,509	-0,625	0,700	0,003	-0,535	0,469
etanol	0,074	-0,100	-0,154	0,446	0,275	0,353	0,070	0,502	0,330	-0,344	-0,182	0,325	-0,259

Wartości zapisane czerwoną czcionką oznaczają istotną korelację w teście t-Studenta ($p<0,05$)

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wartości współczynnika R oraz wyniki testu t-Studenta wskazują na to, że istnieją korelacje pomiędzy niektórymi zmiennymi, przy przyjęciu wartości poziomu istotności jako $\alpha = 0,05$.

Kwasowość czynna wykazała wprost proporcjonalne korelacje pomiędzy następującymi deskryptorami: alkoholowy ($R=0,373$), octowy ($R=0,605$), drożdżowy ($R=0,482$), ziemisty ($R=0,638$), kwaśny ($R=0,596$), garbnikowy ($R=0,626$) oraz korelacje odwrotnie proporcjonalne wobec nasycenia CO_2 ($R=-0,390$) oraz smaku słodkiego ($R=-0,662$).

Odnotowano wprost proporcjonalną silną korelację przewodności elektrycznej z nutami: octową ($R=0,583$), ziemistą ($R=0,549$), kwaśną ($R=0,614$), garbnikową ($R=0,618$) oraz o umiarkowanej sile z nutą drożdżową ($R=0,322$), a także odwrotnie umiarkowaną odwrotnie proporcjonalną korelację z nasycaniem CO_2 ($R=-0,372$) i nutą słodką ($R=-0,622$).

Gęstość wykazuje wprost proporcjonalne korelacje pomiędzy następującymi deskryptorami: słodki ($R=0,748$ - silny związek), miodowy ($R=0,311$ - umiarkowany związek), nasycony CO_2 ($R=0,355$ - umiarkowany związek). Natomiast odwrotnie proporcjonalny silny związek z następującymi cechami: ziemisty ($R=-0,524$), kwaśny ($R=-0,764$), garbnikowy ($R=-0,622$) i korelację o umiarkowanej sile z nutą octową ($R=-0,468$), drożdżową ($R=-0,374$).

Ekstrakt koreluje z tymi samymi deskryptorami o tym samym kierunku proporcjonalności, co gęstość, wobec następujących nut: miodowa ($R=0,310$), słodka ($R=0,739$), nasycenia CO_2 ($R=0,323$) oraz nutami: alkoholową ($R=-0,333$), octową ($R=-0,459$), drożdżową ($R=-0,358$), ziemistą ($R=-0,498$), kwaśną ($R=-0,756$) i garbnikową ($R=-0,618$).

Zawartość rozpuszczalnego kwasu szczawiowego koreluje wprost proporcjonalnie z deskryptorem smaku słodkiego ($R=0,440$) oraz odwrotnie proporcjonalnie z następującymi deskryptorami: alkoholowy ($R=-0,379$), octowy ($R=-0,388$), drożdżowy ($R=-0,355$), kwaśny ($R=-0,339$), garbnikowy ($R=-0,337$).

Polifenole ogółem korelują wprost proporcjonalnie z nutami: octową ($R=0,625$), drożdżową ($R=0,433$), ziemistą ($R=0,755$), kwaśną ($R=0,609$) i garbnikową ($R=0,688$), z kolei wartości ujemne korelacji wykazano dla nuty słodkiej ($R=-0,661$) i nasycenia CO_2 ($R=-0,445$).

Całkowity potencjał antyoksydacyjny korelował wprost proporcjonalnie z następującymi deskryptorami: octowy ($R=0,421$), ziemisty ($R=0,460$), kwaśny ($R=0,418$),

garbnikowy ($R=0,481$), z kolei oraz słodki ($R=-0,378$) oraz nasycenie CO_2 ($R=-0,300$) korelowały odwrotnie proporcjonalnie.

Zawartość glukozy i fruktozy korelowała w tym samym kierunku z niemal wszystkimi deskryptorami (poza alkoholowym). Wprost proporcjonalnie z deskryptorami: miodowy, słodki, nasycony CO_2 oraz odwrotnie proporcjonalnie octowy, drożdżowy, ziemisty, kwaśny, garbnikowy. Najwyższą korelację wprost proporcjonalną wykazano w smaku słodkim o wartości $R=0,797$ dla glukozy oraz $0,700$ dla fruktozy, z kolei najwyższa wartości korelacji odwrotnie proporcjonalnej wykazano w stosunku do smaku kwaśnego ($R=-0,779$ dla glukozy oraz $R=-0,625$ dla fruktozy) i garbnikowego ($R=-0,618$ dla glukozy oraz $R=-0,535$ dla fruktozy).

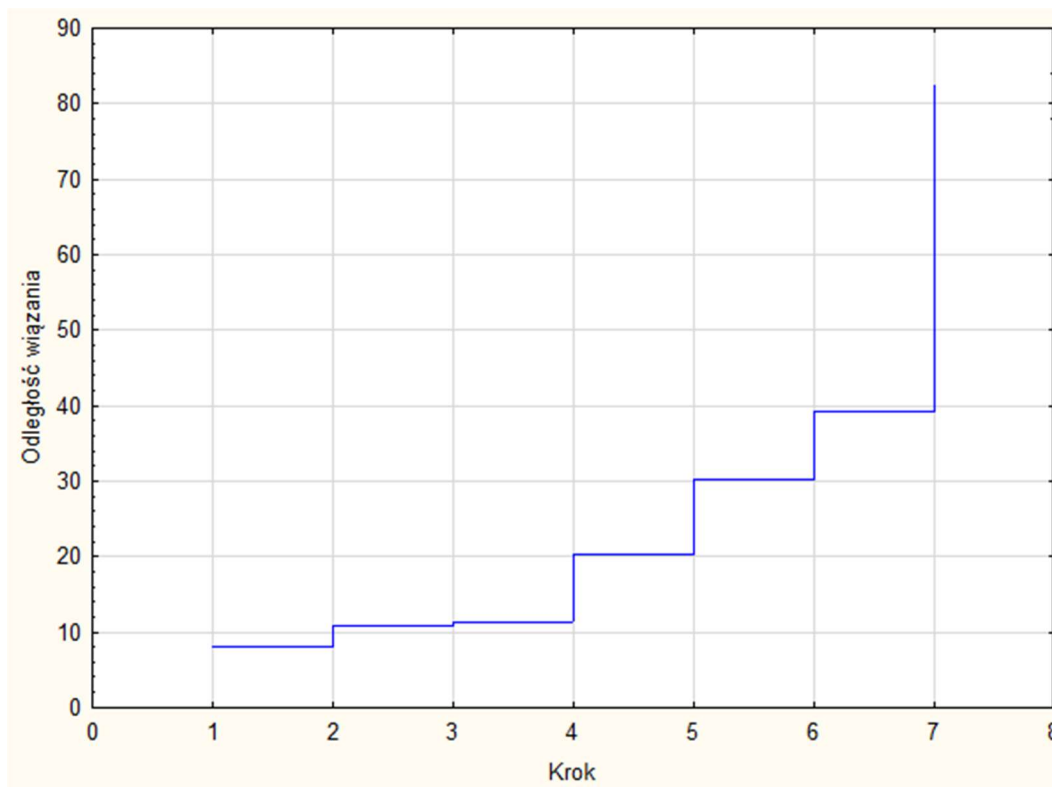
Wykazano wprost proporcjonalne korelacje pomiędzy zawartością witaminy C a następującymi deskryptorami ziemisty ($R=0,328$), kwaśny ($R=0,284$) oraz odwrotnie proporcjonalne w stosunku do nut cytrusowej ($R=-0,356$), słodkiej ($R=-0,315$), a także nasycenia CO_2 ($R=-0,377$).

Zawartość etanolu korelowała z nutami: alkoholową ($R=0,446$), drożdżową ($R=0,353$), ziemistą ($R=0,502$), kwaśną ($R=0,330$), garbnikową ($R=0,325$) - wprost proporcjonalne oraz odwrotnie proporcjonalnie ze słodką ($R=-0,344$) i nasyceniem CO_2 ($R=-0,259$).

6.4. Analiza skupień oznaczonych parametrów fizyko-chemicznych

Analizie poddano następujący wielowymiarowy układ 14. parametrów jakości fizyko-chemicznej: kwasowość czynna, kwasowość ogólna, witamina C, całkowita zawartość polifenoli, całkowity potencjał antyoksydacyjny, ekstrakt ogólny, przewodność, gęstość, rozpuszczalny kwas szczawiowy, maltoza, glukoza, fruktoza, melecytoza i etanol. Pod uwagę zostały wzięte wartości średniego poziomu wspomnianych parametrów i obliczone dla następujących segmentów badanych produktów (wyznaczonych na podstawie kraju produkcji oraz zaproponowanych kategorii zawartości cukrów).

W obliczeniach zastosowano metodę aglomeracji Warda. Podstawą aglomeracji były odległości euklidesowe. Wyniki analizy interpretowano na dendrogramie, na którym wyznaczano skupienia w oparciu o wykres odległości wiązania względem etapów wiązania (wykres przebiegu aglomeracji).



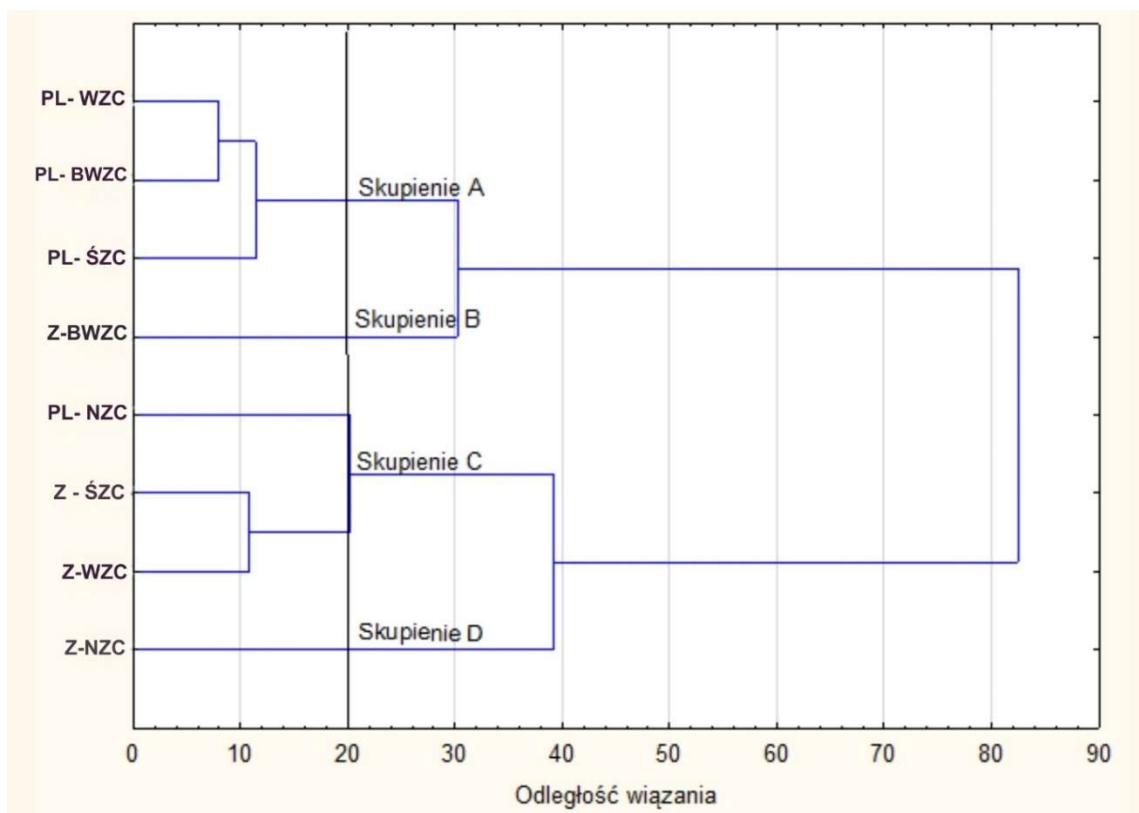
Rys. 36. Wykres przebiegu aglomeracji wyłonionych segmentów produktów na podstawie jakości fizyko-chemicznej

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wykres przedstawiony na rysunku 36 wskazuje na to, że pierwszy wyraźny (znaczący) skokowy wzrost poziomemu krzywej nastąpił po kroku 4, któremu odpowiada odległość aglomeracyjna równa około 20.

Analiza dendrogramu na rysunku 37 pozwala na wyodrębnienie czterech skupień:

- Skupienie A – produkty polskie o średniej zawartości cukrów, o wysokiej zawartości cukrów i o bardzo wysokiej zawartości cukrów
- Skupienie B – produkty zagraniczne o bardzo wysokiej zawartości cukrów
- Skupienie C – produkty polskie o niskiej zawartości cukrów, produkty zagraniczne o średniej zawartości cukrów i o wysokiej zawartości cukrów
- Skupienie D – produkty zagraniczne o niskiej zawartości cukrów



Rys. 37. Dendrogram skupień wyłonionych w oparciu o parametry jakości fizyko-chemicznej

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Można więc stwierdzić, że te cztery skupienia to grupy produktów istotnie różniące się jakością fizyko-chemiczną. Dane w tabeli 50 pozwalają na wskazanie przyczyn tego zróżnicowania.

Tab. 49. Zróżnicowanie parametrów jakości fizyko-chemicznej pomiędzy segmentami wyłonionymi w analizie skupień

Parametr	Skupienie			
	A	B	C	D
kwasowość czynna [pH]	3,562	3,308	3,782	3,968
kwasowość ogólna [g/l kw. jabłkowego]	4,529	3,473	3,807	2,874
witamina C [mg/100ml]	0,625	1,125	1,391	1,802
polifenole ogółem [mg GAE/l]	217,80	115,92	345,13	640,00
CPA [%]	59,061	39,191	76,561	84,080
ekstrakt [g/l]	68,743	92,867	48,772	34,756
przewodność [mS]	1,763	0,885	1,963	2,212
gęstość [g/cm ³]	1,026	1,036	1,019	1,013
kwas szczawiowy [mg/l]	14,022	17,550	16,339	12,150
maltoza [g/l]	1,864	8,582	0,997	0,845
glukoza [g/l]	43,077	53,772	17,669	12,378
fruktoza [g/l]	36,419	37,387	12,516	18,309
melecytoza [g/l]	1,122	1,139	1,252	-
etanol [% v/v]	0,300	0,437	0,259	0,085

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wartości z tabeli 50 obrazują następujące zależności wewnątrz analizowanych 4 skupień:

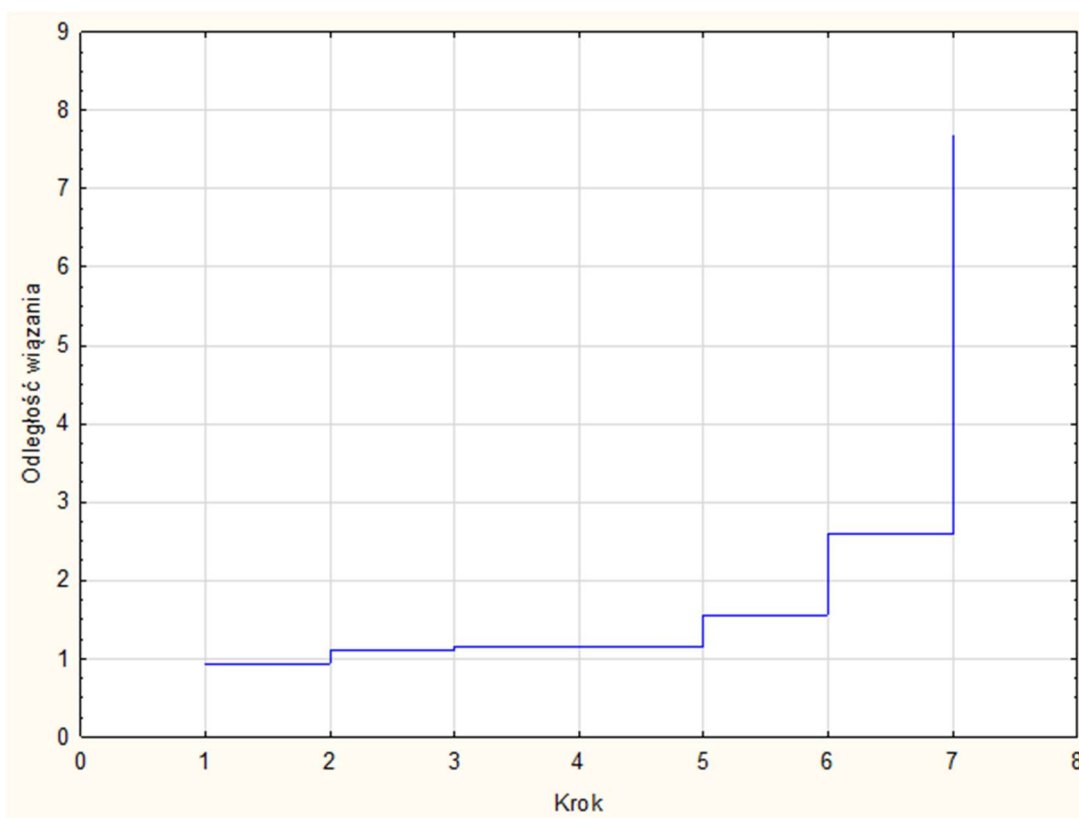
- skupienie A wyróżnia się najwyższą kwasowością ogólną oraz najniższym poziomem witaminy C;
- skupienie B (cydryliczne o bardzo wysokiej zawartości cukrów) wyróżnia się najniższym poziomem pH i przewodności elektrycznej, polifenoli i CPA; skupienie B wyróżnia się najwyższą gęstością oraz zawartością: ekstraktu ogólnego, kwasu szczawiowego, maltozy, glukozy, fruktozy, etanolu;
- skupienie C wyróżnia się najniższą zawartością ekstraktu i fruktozy;
- skupienie D (cydryliczne o niskiej zawartości cukrów) wyróżnia się najwyższym poziomem pH i przewodności elektrycznej, polifenoli i CPA oraz zawartości witaminy C, maltozy i glukozy.

6.5. Analiza skupień przeprowadzonej analizy sensorycznej

Analizie poddano wielowymiarowy układ 13. następujących deskryptorów jakości: jabłkowy, cytrusowy, miodowy, alkoholowy, octowy, drożdżowy, obcy, ziemisty, kwaśny, słodki, pełen, garbnikowy, nasycenie CO₂.

Były to wartości średniego poziomu analizy intensywności tych nut obliczone dla następujących segmentów badanych produktów (wyznaczonych na podstawie kraju produkcji i zaproponowanych kategorii zawartości cukrów tabela 15).

W obliczeniach zastosowano metodę aglomeracji Warda. Podstawą aglomeracji były odległości euklidesowe. Wyniki analizy interpretowano na dendrogramie, na którym wyznaczano skupienia w oparciu o wykres odległości wiązania względem etapów wiązania (wykres przebiegu aglomeracji).



Rys. 38. Wykres przebiegu aglomeracji wyłonionych segmentów produktów na podstawie profilu smakowości

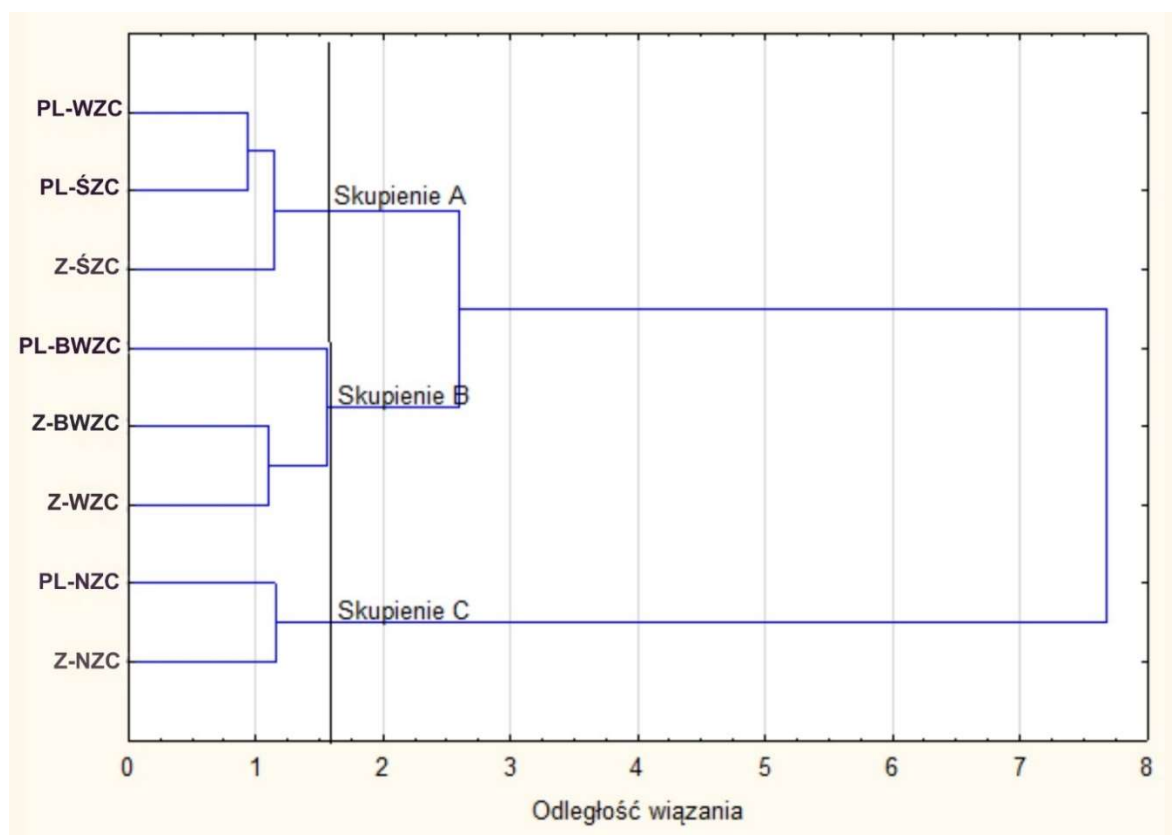
Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wykres przedstawiony na rysunku 38 wskazuje na to, że pierwszy wyraźny (znaczący) skokowy wzrost poziomu krzywej nastąpił po kroku 6, któremu odpowiada odległość aglomeracyjna równa około 1,6.

Analiza dendrogramu na rysunku 39 pozwala na wyodrębnienie trzech skupień. Są to:

- Skupienie A – produkty polskie o średniej zawartości cukrów, o wysokiej zawartości cukrów i produkty zagraniczne o średniej zawartości cukrów
- Skupienie B – produkty polskie i zagraniczne o bardzo wysokiej zawartości cukrów oraz produkty zagraniczne o wysokiej zawartości cukrów
- Skupienie C – produkty polskie i zagraniczne o niskiej zawartości cukrów

Można więc stwierdzić, że te trzy skupienia to grupy produktów istotnie różniące się smakowością. Dane w tabeli 52 pozwalają na wskazanie przyczyn tego zróżnicowania.



Rys. 39. Dendrogram skupień wyłonionych w oparciu o deskryptory analizy cydrów

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Tab. 50. Zróznicowanie analizy deskryptorów cydrów pomiędzy segmentami wyłonionymi w analizie skupień

deskryptor	skupienie		
	A	B	C
jabłkowy	2,31	3,07	2,79
cytrusowy	0,24	0,20	0,18
miodowy	0,17	0,38	0,06
alkoholowy	1,31	1,20	1,51
octowy	0,53	0,34	1,34
drożdżowy	0,09	0,05	0,27
obcy	0,21	0,13	0,09
ziemisty	0,10	0,01	0,64
kwaśny	3,26	2,61	4,36
słodki	3,04	4,06	1,44
pełny	2,16	2,87	2,70
garbnikowy	0,66	0,67	2,46
nasycony CO ₂	3,30	3,27	3,00

Źródło: opracowanie na podstawie badań własnych.

Wartości w tabeli 51 wskazują na to, że skupienie A wyróżnia się najniższą intensywnością smaku jabłkowego i smaku „pełnego”. Skupienie B wyróżnia się najwyższą intensywnością smaku jabłkowego, miodowego i słodkiego oraz najniższą intensywnością smaku octowego i kwaśnego. Natomiast skupienie C wyróżnia się najwyższą intensywnością smaku alkoholowego, octowego, drożdżowego, ziemistego, kwaśnego i garbnikowego oraz najniższą intensywnością smaku miodowego i słodkiego.

Podsumowanie i wnioski

Analiza statystyczna uzyskanych wyników badań z wykorzystaniem testu U-Manna-Whitney'a wykazała istotny wpływ kraju pochodzenia cydrów na ich cenę ($p=0,034^*$). Cydry o niskiej zawartości cukrów charakteryzowały się niższą ceną w stosunku do pozostałych kategorii cydrów ze względu na przyjęte w pracy kategorie zawartości cukrów (tabela 15). Zależność ta była istotna statystyczna ($p=0,048$).

Wartości mediany (potwierdzają to wartości średniej) wskazały, że kwasowość ogólna, zawartość fruktozy i witaminy C są wyższe w produktach krajowych, a zawartość polifenoli ogółem, CPA i wartość parametru b^* są wyższe w produktach zagranicznych.

Wartości prawdopodobieństwa testowego „ p ” niższe od przyjętego poziomu istotności $\alpha = 0,05$ wskazują na istotne różnice - w zależności od stopnia zawartości cukrów – pomiędzy średnim poziomem prawie wszystkich parametrów: kwasowości ogólnej, kwasowości czynnej, przewodności elektrycznej, gęstości, zawartości ekstraktu, polifenoli ogółem, CPA, zawartości wszystkich oznaczonych cukrów, etanolu i witaminy C oraz parametru b^* .

W wyniku analizy statystycznej testem Dunna oraz wartości mediany (potwierdzają to wartości średniej) wykazano, że: wraz z podwyższeniem kategorii ze względu na zawartości cukru wzrasta: kwasowość ogólna, gęstość, ekstrakt ogólny, zawartość maltozy, glukozy i fruktozy; wraz z obniżaniem kategorii ze względu na zawartości cukru obniża się: pH (przy czym poziom pH jest nieomal jednakowy w cydrach kategorii II i III), przewodność elektryczna i zawartość etanolu (przy czym zawartości etanolu jest nieomal jednakowa w cydrach kategorii II i III) oraz polifenoli ogółem; CPA i zawartość witaminy C jest wyższa w cydrach kategorii I w porównaniu z pozostałymi; zawartość melecitozy jest wyższa w cydrach kategorii III w porównaniu ze cydrami kategorii III; wartość parametru b^* jest najwyższa w cydrach kategorii II, a najniższa w kategorii IV.

Przeprowadzone badania własne pozwoliły wysunąć następujące wnioski końcowe, stanowiące weryfikację postawionych w pracy hipotez badawczych:

1. Cydry produkowane w Polsce mają zróżnicowaną jakość, nie zawsze odpowiadającą definicji tego napoju – hipotezę tę zweryfikowano pozytywnie:
 - a) właściwości fizykochemiczne badanych próbek cydru są bardzo różnicowane, lecz nieistotne statystycznie w grupie polskich cydrów,

- b) jedna z badanych próbek nr PL- 36 zawierała tylko 25% soku z koncentratu, a zgodnie z ustawą z dnia 2 grudnia 2021 roku o wyrobach winiarskich (Dz.U. 2022 poz. 24) udział soku jabłkowego lub zagęszczonego soku jabłkowego w przeliczeniu na sok odtworzony, nie może być mniejszy niż 60% objętościowych,
- c) dwa polskie cydry (PL-29 i PL-32) charakteryzowały się podwyższoną zawartością alkoholu niezgodną z wskazaną w ustawie z dnia 2 grudnia 2021 roku o wyrobach winiarskich (Dz. U. 2022 poz. 24) wynoszącą od 1,2%, do 8,5% objętościowych,
- d) na 19 etykietach polscy producenci nie umieścili informacji o zawartości etanolu, co jest niezgodne z obowiązującymi wymaganiami zawartymi w Rozporządzeniu 1169/2011 w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności. Wspomniane rozporządzenie wskazuje, jako obligatoryjne umieszczenie na opakowaniu informacji o rzeczywistej zawartości alkoholu w procentach objętościowych, z dokładnością nie większą niż do jednego miejsca po przecinku.

2. Cydry dostępne na trójmiejskim rynku różnią się między sobą istotnie składem oraz właściwościami antyoksydacyjnymi w zależności od kraju pochodzenia – Drugą hipotezę badawczą postawioną w pracy zweryfikowano pozytywnie. Stwierdzono statystycznie istotne różnice w zawartości polifenoli ($p=0,048$), ogółem oraz CPA ($p=0,038$), wyróżniki te były wyższe w produktach zagranicznych. Statystycznie istotnie wyższa była zawartość fruktozy w cydrach polskich w porównaniu z zagranicznymi ($p=0,034$).

3. Cydry polskich producentów zawierają większe ilości składników o właściwościach antyoksydacyjnych niż cydry zagraniczne – Hipotezę trzecią zweryfikowano negatywnie. Oznaczona w pracy zawartość polifenoli ($p=0,048$), CPA ($p=0,038$) i zawartość witaminy C ($p=0,029$) była statystycznie istotnie wyższa w cydrach zagranicznych.

4. Kraj pochodzenia cydrów ma wpływ na ich walory sensoryczne. Hipotezę tę zweryfikowano pozytywnie gdyż: stwierdzono statystycznie istotne różnice pomiędzy średnim pomiarem oceny nut: kwaśnej. Wartości mediany (potwierdzają to wartości średniej) pozwalają stwierdzić, że cydry polskie można uznać za mniej kwaśne. Z kolei wartości nuta cierpkości (garbnikowy) nie jest istotna statystycznie ze względu na kraj pochodzenia.

Spis rysunków

Rys. 1. Teorie pochodzenia pierwszych jabłoni.....	9
Rys.2. Pasma górskie Tien Shan.....	10
Rys. 3. Ostatnie naturalne lasy jabłoni <i>Malus sieversii</i>	11
Rys. 4. Największe regiony sadownicze w Polsce.....	13
Rys. 5. Mapa polskich cydrowni rzemieślniczych.....	17
Rys.6. Produkcja jabłek na świecie w 2023 roku.....	22
Rys. 7. Zmiana wartości eksportu polskich jabłek do 12 rynków zbytu o największym przyroście % eksportu na przestrzeni lat 2013-2022.....	26
Rys. 8. Najważniejsze regiony produkujące cydr na świecie	27
Rys. 9. Średni skumulowany wskaźnik rocznego wzrostu produkcji cydru w latach 2010-2021 w europejskich krajach z największą produkcją cydru*	28
Rys. 10. Wartość eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) w Polsce w latach 2012-2021	29
Rys. 11. Liderzy w produkcji cydru w Europie w latach 2016-2021*	30
Rys. 12. Światowa produkcja cydru w latach 2013-2022	31
Rys. 13. Światowa konsumpcja cydru w latach 2020-2022*	32
Rys. 14. Handel netto 2022 napojów fermentowanych gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) w 2022 r.	33
Rys. 15. Wartość eksportu w 15 krajach europejskich o najwyższej wartości eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) wg stanu na 2021 rok w latach 2012-2021	34
Rys. 16. Wartość eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) w 2021 roku.....	36
Rys. 17. Wartość eksportu w 25 krajach o największym wskaźniku eksportu napojów fermentowanych, gdzie indziej niesklasyfikowanych (np. cydr, perry, miód pitny itp.) w 2021 roku.....	36
Rys. 18. Owoce odmiany <i>Reine des pommes</i>	45

Rys. 19. Owoce odmiany Dabinett.....	48
Rys. 20. Owoce odmiany Yarlinton Mill	49
Rys. 21. Owoce odmiany Michelin.....	49
Rys. 22. Owoce odmiany Major.....	50
Rys. 23. Owoce odmiany Chisel Jersey	50
Rys. 24. Owoce odmiany Antonówka.....	51
Rys. 25. Schemat procesu technologicznego produkcji cydru.....	56
Rys. 26. Dzikie drożdże na powierzchni cydru.....	59
Rys. 29. Schemat ideowy pracy	75
Rys.30. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowości	119
Rys. 31. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych	119
Rys.32. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowości w zależności od kraju produkcji cydru	120
Rys. 33. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych w zależności od kraju produkcji cydru.....	121
Rys. 34. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych w zależności od zawartości cukrów w cydrach*.....	123
*opis kategorii w tabeli 15.	123
Rys. 35. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych w zależności od zawartości cukrów w cydrach*.....	123
*opis kategorii w tabeli 15.	123
Rys. 36. Wykres przebiegu aglomeracji wyłonięnych segmentów produktów na podstawie jakości fizyko-chemicznej.....	130
Rys. 37. Dendrogram skupień wyłonięnych w oparciu o parametry jakości fizyko-chemicznej.....	131
Rys. 38. Wykres przebiegu aglomeracji wyłonięnych segmentów produktów na podstawie profilu smakowości	133
Rys. 39. Dendrogram skupień wyłonięnych w oparciu o deskryptory analizy cydrów....	134

Spis tabel

Tab.1. Udział i miejsce Polski w produkcji jabłek na świecie _____	21
Tab.2. Zbiory owoców z drzew ogółem i jabłek w Polsce w latach 2013-2022 _____	22
Tab.3. Produkcja jabłek w Polsce vs UE w latach 2013-2022 _____	23
Tab. 4. Zmiana wartości eksportu polskich jabłek na przestrzeni lat 2013-2022 do 10 największych rynków zbytu wg wartości eksportu w 2013 roku _____	24
Tab. 5. Zmiana wartości eksportu polskich jabłek do 12 największych rynków zbytu wg wartości eksportu w 2022 roku na przestrzeni lat 2013-2022 _____	25
Tab. 6. Światowa konsumpcja cydru w 2020 i 2021 roku* _____	31
Tab. 7. Spożycie alkoholu na jednego mieszkańca Polski w latach 2011-2021 _____	35
Tab.8. Dozwolone substancje słodzące wykorzystywane w produkcji cydrów _____	38
Tab. 9. Dozwolone dodatki w produkcji cydrów _____	40
Tab. 10. Tradycyjne oraz współcześnie uprawiane cydrowe odmiany jabłoni w Wielkiej Brytanii _____	46
Tab. 11. Główne odmiany jabłoni wykorzystywane do produkcji cydrów w zależności od kraju _____	52
Tab. 12. Bakterie i drożdże występujące w produktach na bazie soku jabłkowego _____	61
Tab. 13. Charakterystyka materiału badawczego wg informacji podanych przez producenta _____	77
Tab. 14. Szczegółowy opis znajdujący się na etykiecie _____	78
Tab. 15. Przyjęte w pracy kategorie badanych cydrów _____	79
Tab. 15. Charakterystyka parametrów oznaczania składników cydrów techniką HPLC-RP-RID (chromatograf ciekłowy Agilent 1200 series) _____	83
Tab. 16. Deskrytory zastosowane do analizy profilowania _____	85
Tab. 17. Wartości parametrów L^* , a^* i b^* w cydrach w zależności od kraju pochodzenia _____	89
Tab. 18. Wartości parametrów L^* , a^* i b^* w cydrach w zależności od zawartości cukrów ogółem _____	90
Tab. 19. Parametry barwy cydrów i różnic barw między dwiema próbkami _____	93

Tab. 20. Kwasowość czynna cydrów _____	94
Tab. 21. Zróźnicowanie kwasowości czynnej w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa) _____	95
Tab. 22. Kwasowość ogólna cydrów _____	96
Tab. 23. Zróźnicowanie kwasowości ogólnej w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa) _____	96
Tab. 24. Zawartość witaminy C w cydrach _____	97
Tab. 25. Zróźnicowanie zawartość witaminy C w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa) _____	98
Tab. 26. Całkowita zawartość polifenoli w cydrach _____	99
Tab. 27. Zróźnicowanie całkowitej zawartości polifenoli w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa) _____	99
Tab. 28. Całkowity potencjał antyoksydacyjny w cydrach _____	101
Tab. 29. Zróźnicowanie całkowitego potencjału antyoksydacyjnego w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa) _____	102
Tab. 30. Ekstrakt w cydrach _____	103
Tab. 31. Zróźnicowanie ekstraktu w cydrach w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa) _____	103
Tab. 32. Przewodność elektryczna cydrów _____	105
Tab. 33. Zróźnicowanie przewodność elektrycznej cydrów w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa) _____	105
Tab. 34. Gęstość cydru _____	106
Tab. 35. Zróźnicowanie gęstości w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa) _____	106
Tab. 36. Zawartość rozpuszczalnego kwasu szczawowego _____	108
Tab. 37. Zróźnicowanie zawartości rozpuszczalnego kwasu szczawowego w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa) _____	108
Tab. 38. Zawartość cukrów w badanych próbkach cydrów _____	110

Tab. 39. Zestawienie informacji na etykiecie w stosunku do oznaczonej zawartości cukrów	112
Tab. 40. Zawartość etanolu	113
Tab. 41. Zróźnicowanie etanolu w zależności od zawartości cukrów (wyniki testu Kruskala-Wallisa)	113
Tab. 42. Zestawienie informacji na etykiecie vs. wartości oznaczonego etanolu w badanych cydrach	115
Tab. 44. Wyniki analizy intensywności nut smakowitości (miary statystyczne)	117
Tab. 45. Zróźnicowanie analizy intensywności deskryptorów smaku w zależności od kraju produkcji cydru (wyniki testu Manna-Whitney'a)	118
Tab. 46. Zróźnicowanie analizy intensywności deskryptorów smaku w zależności od zawartości cukrów w cydrach (wyniki testu Kruskala-Wallisa)	122
Tab. 47. Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi (wartości współczynnika korelacji R Spearmana)	125
Tab. 48. Współzależności pomiędzy cechami fizykochemicznymi i deskryptorami analizy sensorycznej (wartości współczynnika korelacji R Spearmana)	127
Tab. 49. Zróźnicowanie parametrów jakości fizyko-chemicznej pomiędzy segmentami wyłoniionymi w analizie skupień	132
Tab. 50. Zróźnicowanie analizy deskryptorów cydrów pomiędzy segmentami wyłoniionymi w analizie skupień	135

Bibliografia

1. Alberti, A.; Dos Santos, T.P.M.; Zielinski, A.A.F.; Dos Santos, C.M.E.; Braga, C.M.; Demiate, I.M.; Nogueira, A. Impact on chemical profile in apple juice and cider made from unripe, ripe and senescent dessert varieties. *LWT* 2016, 65, 436–443;
2. Alexa, L.; Kántor, A.; Kovács, B.; Czipa, N. Determination of micro and trace elements of commercial beers. *JBMFS* 2018, 7, 432–436.;
3. Alonso S., Laca A., Rendueles M., Mayo B., Díaz M. Cider apple native microbiota characterization by PCR-DGGE. *J. Inst. Brew.* 2015;121:287–289. doi: 10.1002/jib.220.
4. Alonso-Salces R.M., Guyot S., Herrero C., Berrueta L.A., Drilleau J.F., Gallo B., Vicente F.: Chemometric characterisation of Basque and French ciders according to their polyphenolic profiles. *Anal. Bioanal. Chem.*, 2004, 379 (3), 464-475. https://www.researchgate.net/publication/8586109_Chemometric_characterisation_of_Basque_and_French_ciders_according_to_their_polyphenolic_profiles
5. Alonso-Salces R.M., Herrero C., Barranco A., López-Márquez D.M., Berrueta L.A., Gallo B., Vicente F.: Polyphenolic compositions of Basque natural ciders: A chemometric study. *Food Chem.*, 2006, 97 (3), 438-446. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814605003973>
6. Ambroziak Adam A. (2017) Wpływ embargo Federacji Rosyjskiej na eksport jabłek z Polski w latach 2004-2015. *Roczniki Naukowe Ekonomii Rolnictwa i Rozwoju Obszarów Wiejskich*, T. 104, z. 1, 2017
7. Amin I., Norazaidah Y., Emmy Hainida K. I. Antioxidant activity and phenolic content of raw and blanched *Amaranthus* species. *Food Chem* 2006, 94: 47-52.
8. Anita Łukawska (2013). Na Pomorzu, <https://www.ogrodinfo.pl/sadownictwo/na-pomorzu/>
9. Anonim. (1959) *Życie Bytomskie*, 1959, nr 2 (109) str 3.
10. Anonim. (2017) Kwaśne Jabłko Beczka 4. <https://ciderexplorer.wordpress.com/2017/04/18/kwasne-jablko-beczka-4/>
11. Anonim. (2018a) Rosyjskie embargo a polski eksport, *ZPP Business Paper 1*, Związek Przedsiębiorców i Pracodawców Warszawa, sierpień 2018
12. Anonim. (2018b) Unijny rynek jabłek 2018-2030, <https://www.sadownictwo.com.pl/unijny-rynek-jablek-2018-2030>,

13. Anonim. (2019a) Światowy rynek cydru rozwija się intensywnie, https://www.sadyogrody.pl/przetworstwo/105/swiatowy_rynek_cydru_rozwija_sie_intensywnie,18608.html (dostęp 22.08.2023)
14. Anonim. (2019b) Nagrody. Pobrane 30 maja 2020 z: <https://www.ambra.com.pl/nasza-firma/nagrody/>
15. Anonim. (2019c) Agricultural production - orchards https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Agricultural_production_-_orchards#Main_fruit_varieties (dostęp 22.08.2023)
16. Anonim. (2020a) Festiwal Polski Cydr Online. <https://ustamagazyn.pl/2020/05/pierwszy-festiwal-polski-cydr-online/> (dostęp 23.04.2022)
17. Anonim. (2020b) 28 września – Światowy Dzień Jabłka; Apetyt na polskie: <https://apetytnapolskie.com/28-wrzesnia-swiatowy-dzien-jablka/> (dostęp 22.08.2023)
18. Anonim. (2021a) (Nielsen) Napoje alkoholowe pod wpływem pandemii <https://foodfakty.pl/napoje-alkoholowe-pod-wplywem-pandemii>
19. Anonim. (2021b) (2021.08.24) Festiwal Piwa, Wina i Cydru. <https://warszawa.atrakcje.pl/wydarzenia/festiwal-piwa-wina-i-cydru-w-pkin-18-19-12-2021-festiwal-warszawa-3841> (dostęp 23.04.2022)
20. Anonim. (2022) Global fruit production in 2022, by selected variety (in million metric tons). FAO; 2022; str 1.
21. Anonim. (2023) Wyniki XV. Konkursu Polskich Win i Cydrów o Medal Targów ENOEXPO®2023. Pobrane 23 maja 2024 z: <https://enoexpo.krakow.pl/o-targach/aktualnosci/wyniki-xv-konkursu-polskich-win-i-cydrow-o-medal-targow-enoexpo-2023>
22. Anonim. (2024a) Medale i wyróżnienia. Pobrane 14 sierpnia 2024 z: https://cydrchylizki.pl/?page_id=866
23. Anonim. (2024b) Mapa polskich cydrów. <https://projektcydr.pl/blog/?p=5841>
24. Anonim. (b.d.) A Brief Introduction to the Timeline of Cider, <https://teepeeecider.co.nz/blogs/history-of-cider>
25. Arabas Iwona, Potoczna wiedza o lekach w czasopismach dziewiętnastowiecznych, Medycyna Nowożytna. Studia nad Kulturą Medyczną. Tom 11, z. 1, 2004
26. B. Dobrzański, jr, R. Rybczyński, A. Dobrzańska, W. Wójcik. Some physical and nutritional quality parameters of storage apple. Int. Agrophysics, 2001, 15, 13-18

27. Babicz-Zielińska E., Rybowska A., Obinska W., 2008 Sensoryczna ocena jakości żywności str. 60-64; Gdynia
28. Bartoszewicz, A., i Obłąkowska, K. (2021). Rynek i spożycie napojów alkoholowych w Polsce: podstawowe dane dla polityki społeczno-gospodarczej. Zeszyty Naukowe Polskiego Towarzystwa Ekonomicznego w Zielonej Górze, 15, s. 61-83. DOI: 10.26366/PTE.ZG.2021.204
29. Bauduin R., Le Quere J.M., Coton E., Primault J. Factors leading to the expression of 'framboisé' in French ciders. LWT Food Sci. Technol. 2006;39:966–971. doi: 10.1016/j.lwt.2006.02.014.
30. Bauduin, R; J.-M. Le Quere; E. Coton; J. Primault (2003) Factors Leading to the Expression of Framboise in French Ciders.” LWT — Food Science and Technology 39, no. 9 (January 2003): 966–71.
31. Baza danych Pomiferous. <https://pomiferous.com/applebyname/reine-des-pommes-id-7559>
32. Bellamy Liz, The Language of Fruit: Literature and Horticulture in the Long Eighteenth Century, University of Pennsylvania Press, Incorporated ,2019, s. 145
33. Biango-Daniels Megan N., Abigail B. Snyder, Randy W. Worobo, Kathie T. Hodge (2019) Fruit infected with *Paecilomyces niveus*: A source of spoilage inoculum and patulin in apple juice concentrate?, Food Control Volume 97, March 2019, Pages 81-86
34. Biller E. Technologia żywności, wybrane zagadnienia, Wydawnictwo SGGW, 2005, str. 211-213,
35. Bonin S, Wzorek W, Pawlaczyk M (2008) Badania nad produkcją cydrów z możliwością zastosowania metody ciągłej. Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny 10/2008: 34–36.
36. Bonin S, Żywność . Nauka. Technologia. Jakość, 2006, 3 (48), 5 – 15 Zastosowanie mikroorganizmów immobilizowanych w winiarstwie
37. Bonin S. (2006) Zastosowanie mikroorganizmów immobilizowanych w winiarstwie Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2006, 3 (48), 5 – 15
38. Bonin S. 2021 Wino gronowe i owocowe z własnych upraw – wyzwanie technologiczne stojące przed producentami, Wydawca: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu, ISBN: 978-83-66776-12-8, s.44-45.
39. Bonin S., Wino gronowe i owocowe z własnych upraw – wyzwanie technologiczne stojące przed producentami, 2021, Wydawca: Centrum Doradztwa Rolniczego w Brwinowie Oddział w Radomiu, ISBN: 978-83-66776-12-8, s.17-19

40. Bonin S., Wzorek W., Pawlaczyk M. (2008) Badania nad produkcją cydrów z możliwością zastosowania metody ciągłej. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny* 10/2008: 34–36;
41. Borawska M.H., Markiewicz-Żukowska R., Naliwajko S.K., Socha K. (2014), Skrypt do wybranych ćwiczeń z analizy żywności, Uniwersytet Medyczny w Białymstoku, Białystok. s. 71-73, 88-90.
42. Brown, A.H.S., Smith, G., 1957. The genus *Paecilomyces* Bainier and its perfect stage *Byssosclamus* Westling. *Trans. Br. Mycol. Soc.* 40 (1), 17-IN3. [https://doi.org/10.1016/S0007-1536\(57\)80066-7](https://doi.org/10.1016/S0007-1536(57)80066-7).
43. Burr, M. L. (1995). Explaining the French paradox. *Journal of the Royal Society of Health*, 115(4), 217-219.
44. CAC/RCP 50-2003
45. CAC/RCP 50-2003 Code of Practice for the Prevention and Reduction of Patulin Contamination in Apple Juice and Apple Juice Ingredients in other Beverages, 2003
46. Chodkiewicz Jan 2022 Używanie alkoholu w trakcie pandemii Covid-19. Doświadczenia polskie. Serwis Informacyjny UZALEŻNIENIA nr 3 (99) 2022, str 1-7
47. CIE Draft Standard 014-4.3/E:2007
48. Cioch Monika, Magdalena Skotniczny, Tomáš Kuchta, Paweł Satora, Charakterystyka wybranych parametrów win gronowych pozyskanych z winnic południowej Polski, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego* 1/2018 (Cioch i in., 2018)
49. Claeys, L., Romano, C., De Ruyck, K., Wilson, H., Fervers, B., Korenjak, M., Zavadil, J., Gunter, M.L., De Saeger, S., De Boevre, M., Huybrechts, I., 2020. Mycotoxin exposure and human cancer risk: a systematic review of epidemiological studies. *Compr. Rev. Food Sci.* 19, 1449–1464. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12567>.
50. Claisse O., Lonvaud-Funel A. Détection de bactéries lactiques produisant du 3-hydroxypropionaldéhyde (précurseur d'acroléine) à partir du glycérol par tests moléculaires. *Le Lait*. 2001;81:173–181. doi: 10.1051/lait:2001121.
51. Codex Alimentarius, 2003. Maximum level for patulin in apple juice and apple juice ingredients and other beverages. *Codex Standard* 235, 1.;
52. Colombié, S., Latrille, E., Sablayrolles, J.M. (2008), Interest of on-line monitoring electrical conductivity during wine fermentation *Eur Food Res Technol* 226:1553–1557 DOI 10.1007/s00217-007-0649-1

53. Cook Edward, Structure of orchards in 2017 Two-thirds of the EU's fruit plantation area is concentrated in Spain, Italy and Poland, Eurostat Newsrelease 32/2019, 21 February 2019, Eurostat Press Office
54. Cook, Gabe. (2018) *Ciderology: From History and Heritage to the Craft Cider Revolution* (s. 213).
55. Coton M., Romano A., Spano G., Ziegler K., Vetrana C., Desmarais C., Lonvaud-Funel A., Lucas P., Coton E. Occurrence of biogenic amine-forming lactic acid bacteria in wine and cider. *Food Microbiol.* 2010;27:1078–1085. doi: 10.1016/j.fm.2010.07.012.
56. Coton Monika, María Fernández, Hein Trip, Victor Ladero, Niels L Mulder, Juke S Lolkema, Miguel A Alvarez, Emmanuel Coton, Characterization of the tyramine-producing pathway in *Sporolactobacillus* sp. P3J. *Microbiology* 2011 Jun;157(Pt 6):1841-1849. doi: 10.1099/mic.0.046367-0.
57. Cousin i in., 2017 Fabien J., Rozenn Le Guellec, Margot Schlusshuber, Marion Dalmasso, Jean-Marie Laplace, Marina Cretenet. 2017, *Microorganisms in Fermented Apple Beverages: Current Knowledge and Future Directions*, *Microorganisms*. 2017 Jul 25;5(3):39. doi: 10.3390/microorganisms5030039.
58. Cousin, F. J., Le Guellec, R., Schlusshuber, M., Dalmasso, M., Laplace, J. M., & Cretenet, M. (2017). *Microorganisms in fermented apple beverages: Current knowledge and future directions*. *Microorganisms*, 5(3), 39
59. Cristea, G.; Voica, C.; Feher, I.; Radu, S.; Magdas, D.A. Isotopic and Elemental Characterization of Cider Commercialized on Romanian Market. *Anal. Lett.* 2019, 52, 139–149.
60. Crowden James. *Cider country. How an Ancient Craft Became a Way of Life.*, Harper Collins Publishers.
61. Czechowicz Katarzyna (2024) Nietypowy czerwony cydr wyprodukowano na SGGW, 19.02.2024, <https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C100696%2Cnietypowy-czerwony-cydr-wyprodukowano-na-sggw.html>
62. Czynczyk A. 2014. Moszczowe odmiany jabłoni do produkcji cydru. *Szkółkarstwo* Nr 2 s. 54-58.
63. Day Ed, James H. F. Rudd. Alcohol use disorders and the heart, *Addiction*. 2019 Sep; 114(9): 1670–1678. doi: 10.1111/add.14703
64. De Gaetano, G., Costanzo, S., Di Castelnuovo, A., Badimon, L., Bejko, D., Alkerwi, A. A., Chiva-Blanch, G., Estruch, R., La Vecchia, C., Panico, S., & Pounis, G. (2016).

- Effects of moderate beer consumption on health and disease: A consensus document. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*, 26(6), 443-467.
65. Diversity and dynamics of bacterial and fungal communities in cider for distillation
 66. Dobek L., Polak-Śliwińska M. (2016) Ocena stopnia redukcji patuliny w roztworach modelowych, imitujących napój jabłkowy, *Postępy Techniki Przetwórstwa Spożywczego*, Rocznik 2016, tom nr 2, s. 31-35
 67. Dobrowolski Paweł, Kolasa Michał, Andrzej Kochman (2024) Polskie jabłka Sukces polskich producentów jabłek. Lipiec 2024, Polski Fundusz Rozwoju S.A. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://grupapfr.pl/document/1153
 68. Dragusha, B.; Zogaj, M.; Ramadani, X.; Susaj, L. Determination of some heavy metals in some wines of Kosovo. *Int. J. Ecosyst.Ecol. Sci.* 2017, 7, 635–638.;
 69. Drusch S., S. Kopka, J. Kaeding. 2007. „Stability of patulin in a juice-like aqueous model system in the presence of ascorbic acid”. *Food Chemistry* 100:192–197.
 70. Dunbar R.I.M., Launay J., Włodarski R., Robertson C., Pearce E., Carney J., Mac Carron P.: Functional Benefits of (Modest) Alcohol Consumption. *Adaptive Human Behavior and Physiology* (2017) 3:118–133 DOI 10.1007/s40750-016-0058-4
 71. Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej Publikacja jednolitego dokumentu zmienionego w następstwie wniosku o zatwierdzenie zmiany nieznacznej zgodnie z art. 53 ust. 2 akapit drugi rozporządzenia (UE) nr 1151/2012 (2018/C 466/14) Dz.U. L 179 z 19.6.2014,
 72. Dziubiak M (2006) O dawnych odmianach uprawnych jabłoni i ich pochodzeniu. *Rocznik dendrologiczny*. 54: 51–66.
 73. Dzwolak W. 2011. „Patulina w sokach jabłkowych – zapobieganie i redukcja”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny* 3: 24-26.);
 74. EC (2020), EU agricultural outlook for markets, income and environment, 2020-2030. European Commission, DG Agriculture and Rural Development, Brussels.
 75. El Khoury M., Campbell-Sills H., Salin F., Guichoux E., Claisse O., Lucas P.M. Biogeography of *Oenococcus oeni* reveals distinctive but nonspecific populations in wine-producing regions. *Appl. Environ. Microbiol.* 2017;83 doi: 10.1128/AEM.02322-16.
 76. Emmons CL, Peterson DM, Paul GL. Antioxidant capacity of oat (*Avena sativa* L.) extracts. 2. In vitro antioxidant activity and contents of phenolic and tocol antioxidants. *J Agric Food Chem* 1999, 47: 4894-4898.

77. Erdořgan, A., Ghimire, D., Gürses, M., Cetin, B., Baran, A., 2018. Patulin contamination in fruit juices and its control measures. *Eur. J. Sci. Technol.* 39–48 <https://doi.org/10.31590/ejosat.434750>.
78. EU Agricultural Outlook for the Agricultural Markets and Income 2017-2030, European Union, 2017 str 62.
79. European Cider Trends 2014, 2017, 2018,2019, 2021, 2022, 2023 The European Cider & Fruit Wine Association, Global Data
80. European Union, 2006. Commission Regulation (EC) No 1881/2006 of 19 December 2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs. *Off. J. Eur. Union* 49 (L 364), 5–24.
81. Everstine Karen, John Spink 2013 Economically Motivated Adulteration (EMA) of Food: Common Characteristics of EMA Incidents *Journal of Food Protection* 76(4):723-35 DOI: 10.4315/0362-028X.JFP-12-399
82. Fabani, M.P.; Arrúa, R.C.; Vazquez, F.; Diaz, M.P.; Baroni, M.V.; Wunderlin, D.A. Evaluation of elemental profile coupled to chemometrics to assess the geographical origin of Argentinean wines. *Food Chem.* 2010, 1, 372–379.;
83. Ferreira, M. P., & Willoughby, D. (2008). Alcohol consumption: The good, the bad, and the indifferent, applied physiology. *Nutrition, and Metabolism*, 33(1), 12-20.
84. Food and Drug Administration, 2005. CPG Sec 510.150 Apple juice, apple juice concentrates, and apple juice products - Adulteration with patulin. <https://www.fda.gov/regulatory-information/search-fda-guidance-documents/cpg-sec-510150-apple>;
85. Forsline P. L., Aldwinckle H. S., Dickson E. E., Luby J. J., Hokanson S. C., 2003. Collection, Maintenance, Characterization and Utilization of Wild Apples of Central Asia. *Horticultural Reviews* 29: 1-61.
86. Frącek G (2012) Dajmy szansę cydrom w Polsce. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny* 11-12/2012: 4–6.
87. Frei M (1992) Produkcja cydru w Szwajcarii. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny* 3/92: 26–27.
88. French cider characterization by sensory, technological and chemical evaluations Jean-Michel Le Quéré, François Husson, Catherine M.G.C. Renard, Jo Primault, October 2006 *LWT* 39(9):1033-1044, DOI: 10.1016/j.lwt.2006.02.018
89. Gajek M., Pawlaczyk A. , Wysocki P., and Szyrkowska-Jozwik MI., Elemental Characterization of Ciders and Other Low-Percentage Alcoholic Beverages Available on the Polish Market. *Molecules* 2021b, 26, 2186.

90. Gajek, M.; Pawlaczyk, A.; Szynkowska-Jozwik, M.I. Multi-Elemental Analysis of Wine Samples in Relation to Their Type, Origin and Grape Variety. *Molecules* 2021a, 26, 214.;
91. Gałka Aleksandra (2016) Jabłoń-jabłko: znaczenie symboliczne i historia. Zarys problematyki [w:] Jędrzejewski P. (red.), 2016 Magiera P. (red.), Skrzężyna K. (red.), Szuster G. (red.) Wydawnictwo Avalon, Wiktuały, kuchnia, kultura jedzenia w perspektywie historycznej Wiktuały, kuchnia, kultura jedzenia w perspektywie historycznej, str 388-394
92. Garai G., Dueñas M.T., Irastorza A., Moreno-Arribas M.V. Biogenic amine production by lactic acid bacteria isolated from cider. *Lett. Appl. Microbiol.* 2007;45:473–478. doi: 10.1111/j.1472-765X.2007.02207.x.
93. Gawlik M.B, Nowak Ł., Baran M.: Analiza właściwości win produkcji polskiej. *Bromat. Chem. Toksykol.*, 2008, XLI (1), 15-20.
94. Gawlik M.T.: Francuski paradoks (1992–2022) – trzy dekady badań nad kardioprotekcyjnymi właściwościami wina gronowego. *BROMAT. CHEM. TOKSYKOL.*, 2021, 54(3): 229–249
95. Goluch-Koniuszy Zuzanna, Maria Salmanowicz, Wybrane substancje antyodżywcze występujące w żywności 2017. Wrocław University of Economics and Business, Vox medici 2017
96. González Pablo Alonso, Eva Parga Dans, Iván de las Heras Tranche, Andrea Carolina Acosta-Dacal, Ana Macías Montes, Manuel Zumbado Peña, Octavio Pérez Luzardo, 2024, Comparative analyses of pesticide residues, elemental composition and mycotoxin levels in Spanish traditional and novel ciders, *Food Control* 160 (2024) 110310,
97. Graça A., Santo D., Esteves E., Nunes C., Abadias M., Quintas C. Evaluation of microbial quality and yeast diversity in fresh-cut apple. *Food Microbiol.* 2015;51:179–185. doi: 10.1016/j.fm.2015.06.003.
98. Gruhier Fabien: Zakazany owoc, *Forum* nr 16/2012, s. 54-55
99. Grzela Emilia (2023) Raport “Alkohol w Polsce”. Coraz więcej “binge-drinkerów”, idziemy w model wschodni. Opublikowano: 01-02-2023, <https://pulsmedycyny.pl/medycyna/profilaktyka/raport-alkohol-w-polsce-coraz-wiecej-binge-drinkerow-idziemy-w-model-wschodni/>
100. Gutiérrez-Escobar 2021 Rocío, María José Aliaño-González and Emma Cantos-Villar, Wine Polyphenol Content and Its Influence on Wine Quality and Properties: A Review, *Molecules* 2021, 26, 718. <https://doi.org/10.3390/molecules26030718>

101. Han Yingying, Zhicong Su, Jinhua Du, Effects of apple storage period on the organic acids and volatiles in apple wine. *LWT - Food Science and Technology* 173 (2023) 114389 (Han i in., 2023) <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002364382201324X?via%3Dihub>
102. He, W., Laaksonen, O., Tian, Y., Heinonen, M., Bitz, L., & Yang, B. (2022). Phenolic compound profiles in Finnish apple (*Malus × domestica* Borkh.) juices and ciders fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and *Schizosaccharomyces pombe* strains. *Food Chemistry*, 373, Article 131437.
103. He, W., Liu, S., Heponiemi, P., Heinonen, M., Marsol-Vall, A., Ma, X., et al. (2021). Effect of *Saccharomyces cerevisiae* and *Schizosaccharomyces pombe* strains on chemical composition and sensory quality of ciders made from Finnish apple cultivars. *Food Chemistry*, 345, Article 128833. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.128833> <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814620326959>
104. Herrero M, Laca A, Garcia LA, Diaz M (2001) Controlled malolactic fermentation in cider using *Oenococcus oeni* immobilized in alginate beads and comparison with free cell fermentation. *Enzyme Microb Technol* 28:35–41
105. <http://cydrimiod.pl/> (dostęp 23.06.2023)
106. <https://cydrowka.pl/> (dostęp 23.05.2024)
107. <https://enoexpo.krakow.pl/konkursy-winiarskie/konkursy-winiarskie/konkurs-polskich-win-i-cydrow> (dostęp 23.05.2024)
108. <https://fas.usda.gov> (dostęp 23.05.2024)
109. <https://oec.world/en/profile/cpf/cider-and-other-fruit-wines> (dostęp 24.05.2024)
110. https://oec.world/en/visualize/tree_map/hs92/export/show/all/4220600/2020/ (dostęp 20.05.2024)
111. https://www.farmacja.umed.wroc.pl/sites/default/files/farmacja/files/Toksyk_Cwiczenie_4.pdf.
112. <https://www.gov.pl/web/rolnictwo/jablka> (dostęp 24.05.2024)
113. <https://www.hotelsadova.pl/restauracja/pijalnia-cydrow> (data dostępu 20.05.2024),
114. <https://www.parpa.pl/index.php/badania-i-informacje-statystyczne/statystyki> (dostęp, 20.05.2024)
115. Irina, G.; Iordache, A.M.; Ionete, R.; Ranca, A. Geographical origin identification of Romanian wines by ICP-MS elemental analysis. *Food Chem.* 2013, 138, 1125–1134.;
116. Iwaniuk, A. Wiktor, M. Wronka, S. Bonin (2010) Wpływ odmiany krajowych jabłek oraz wybranych szczepów drożdży na cechy jakościowe cydrów

117. Jamir S. M. R., Alina Stelick, Robin Dando. Food Quality and Preference 79 (2020) 103783 Cross-cultural examination of a product of differing familiarity (Hard Cider) by American and Chinese panelists using rapid profiling techniques
118. Jańczak, Marta (2010) Kolekcja zachowawcza tradycyjnych odmian drzew owocowych w: Zeszyty edukacyjne Śląskiego Ogrodu Botanicznego. Jabłonie. ISBN 978-83-925-250-7-3 ISSN 2082-8616, Wydawca Śląski Ogród Botaniczny
119. Jankowski Edmund. Red Ogrodnik Polski. Dwutygodnik Poświęcony Sprawom Ogrodnictwa Krajowego 1892 R.14 nr6, Warszawa
120. Jean-François Outreville, Lara Agnoli, L. Martin Cloutier, Eric Le Fur The Economics of Wine, Beer and Cider: identifying synergies and complementarities, June 2022; Conference: Academy of Wine Business Research, 6-8-July 2022, Dijon, France at: Dijon, France, str 20-22
121. Jolicoeur Claude, (2022) Cider Planet: Exploring the Producers, Practices, and Unique Traditions of Craft Cider and Perry from Around the World (str. 104-270).
122. Kapusta F. 2014. Ekonomia XXI wieku. Rynek owoców w Polsce w okresie przedakcesyjnym i po akcesji do Unii Europejskiej. Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu. ISSN 2353-8929. DOI: 10.15611/e21.2014.3.01, 9-22
123. Karbowniczek Marcin (2007) Automatyka w browarze. Technika <https://automatykab2b.pl/technika/37336-automatyka-w-browarze>, dostęp 19.08.2024
124. Kaźmierczak Marcin (2024) Piwo drożeje, sprzedaż spada. Czy Polacy na dobre odwracają się od tego trunku? <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Piwo-drozeje-sprzedaz-spada-Czy-Polacy-na-dobre-odwracaja-sie-od-tego-trunku-8696489.html>
125. Klatsky, A. L., Armstrong, M. A., Friedman, G. D., & Sidney, S. (2001). Alcohol drinking and risk of hospitalization for ischemic stroke. American Journal of Cardiology, 88(6), 703-706.
126. Kliks, J.; Kawa-Rygielska, J.; Gasiński, A.; Głowacki, A.; Szumny, A. Analysis of Volatile Compounds and Sugar Content in Three Polish Regional Ciders with Pear Addition. Molecules 2020, 25, 3564;
127. Klimkiewicz, A., Obłąkowska, K., & Bartoszewicz, A. (2021). Polska zalana piwem. Analiza ewolucji modelu spożycia alkoholu w Polsce – przyczyny i skutki. Warszawa: Instytut Jagielloński.
128. Kopaliński W., 1990, Słownik symboli, Warszawa, s.112
129. Kostrzewa Dorota (2016) In Ciders – Złot Cydrowników Autorskich, <https://gastrofiesta.pl/wydarzenia/in-ciders-zlot-cydrownikow-autorskich/>

- 130.Kourkoutas Y., Bekatorou A., Banat I.M., Marchant R., Koutinas A.A.: Immobilization technologies and support materials suitable in alcohol beverages production: a review. *Food Microbiol.*, 2004, 21, 377-397.
- 131.Kowalczyk Magdalena 2019 Produkcja cydru stanie się naszym hitem? <https://www.agrofakt.pl/produkcja-cydru-stanie-sie-naszym-hitem/> (dostęp 20.08.2023)
- 132.Kowalik T (2006) Stare odmiany jabłoni w odnowionych sadach – i co dalej. *Jabłonie owocują stojąc*. *Aura* 12/2006: 10
- 133.Krawczyk Rita (2018), *Historia cydr*. Anglia, Wydawnictwo: Polish Editor, str 8
- 134.Krawczyk, R. (2022). *Royal Bath and West Show 2022*, pobrano z: <http://www.historiacydru.pl/2022/06/02/royal-bath-and-west-show-2022/>
- 135.Król Tomasz, Małecka Maria (2015) Ocena właściwości antyoksydacyjnych wybranych cydrów na polskim rynku, *Towaroznawcze problemy jakości* 4(45)/2015 str.87-94.
- 136.Kruczyńska D. 2003. *Jabłoń*. [W:] *Pomologia odmianoznawstwo roślin sadowniczych*, aneks. Red. Z. Bujnowska. PWRiL, Warszawa: 15-48;
- 137.Kwaśniewska Dobrawa, Daria Wieczorek 2016 Ocena właściwości przeciwutleniających cydrów. *ŻYWNOSĆ. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 6 (109), 80 – 89 DOI: 10.15193/zntj/2016/109/163
- 138.Laís Benvenuti, Débora Gonçalves Bortolini, Thaís Estéfane Fischer, Danianni Marinho Zardo, Alessandro Nogueira, Acácio Antonio Ferreira Zielinski, Aline Alberti. Bioactive compounds recovered from apple pomace as ingredient in cider processing: monitoring of compounds during fermentation. *J Food Sci Technol*. 2022 Sep; 59(9): 3349–3358. doi: 10.1007/s13197-021-05318-8 (Benvenuti i in., 2022) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9304537/#CR37>
- 139.Le Deun E, Van Der Welf R, Le Bail G, Lé Queré JM, Guyot S. HPLC-DAD-MS, Profiling of polyphenols responsible for yellow-orange color in apple juices of different French cider apple varieties. *J Agric Food Chem*. 2015;63:7675–7684. doi: 10.1021/acs.jafc.5b00988.
- 140.Lee K.W., Kim Y.J., Kim D.O., Lee H.J., Lee C.Y. 2003. Major phenolics in apple and their contribution to the total antioxidant capacity. *J. Agric. Foodchem*.51: 6516-6520.
141. Li P., C. Liu, Y. Luo, H. Shi, Q. Li, C. PinChu, X. Li, J. Yang, W. Fan Oxalate in Plants: Metabolism, function, regulation, and application. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 70 (51) (2022), pp. 16037-16049, 10.1021/acs.jafc.2c04787

- 142.Linda G. Snetselaar, Janet M. de Jesus, Dana M. DeSilva, Eve E. Stoddy. Dietary Guidelines for Americans, 2020–2025. Understanding the Scientific Process, Guidelines, and Key Recommendations, *Nutr Today*. 2021 Nov-Dec; 56(6): 287–295. doi: 10.1097/NT.0000000000000512
- 143.Lurker M., 1994, Przesłanie symboli w mitach, kulturach i religiach, przeł. R. Wojnakowski, Kraków.s. 234;
- 144.Mahfoud R., M. Maresca, N. Garmy, J. Fantini. 2002. „The mycotoxin patulin alters the barrier function of the intestinal epithelium: mechanism of action of the toxin protective effects of glutathione”. *Toxicology and Applied Pharmacology* 181: 209-218.
- 145.Majda D (2013) Cydr to cydr. *Przegląd Gastronomiczny* 11: 32.
- 146.Malec, M.; Le Quere, J. M.; Sotin, H.; Kolodziejczyk, K.; Bauduin, R.; Guyot, S. Polyphenol Profiling of a Red-Fleshed Apple Cultivar and Evaluation of the Color Extractability and Stability in the Juice. *J. Agric. Food Chem.* 2014, 62 (29), 6944– 6954.
- 147.Matuszewska Irena, Anna Szczecińska, Nina Barylko-Pikielna Przydatność sensorycznej metody profilowej w interpretacji preferencji konsumenckich wybranych produktów 1998, 1(14), *Żywność. NAUKA. Technologia. Jakość*
- 148.Miarka Karol (red) *Poradnik Gospodarczy*, , 1879, R. 1, Nr. 22, str.8-9
- 149.Micallef, J. V. (2021). The Best Ciders According To The International Wines And Spirits Competition. *Forbes*. <https://www.forbes.com/sites/joemicallef/2021/07/14/the-best-ciders-according-to-the-international-wines-and-spirits-competition/?sh=675ff3a76823>
- 150.Miłaszewska MM (2007) *Wielka księga warzyw, ziół i owoców*: 394–401;
- 151.Misery B., P. Legendre, O. Rue, V. Bouchart, H. Guichard, JM. Laplace, M. Cretenet, .*International Journal of Food Microbiology*, Volume 339, 2 February 2021, 108987
- 152.Morales H., S. Marín, X. Centelles, A. J. Ramos, V. Sanchis. 2007. „Cold and ambient deck storage prior to processing as a critical control point for patulin accumulation”. *International Journal of Food Microbiology* 116: 260–265.;
- 153.Moran, D., Fleming, M., Daly, E., Gaughan, N., Zabetakis, I., Traas, C., Tsoupras, A. (2021). Anti-Platelet properties of apple must/skin yeasts and of their fermented apple cider products. *Beverages*, 7(3), 54.
- 154.Mostofsky, E., Mukamal, K. J., Giovannucci, E. L., Stampfer, M. J., & Rimm, E. B. (2016). Key findings on alcohol consumption and a variety of health outcomes from the Nurses' health study. *American Journal of Public Health*, 106(9), 1586-1591.

- 155.Na Hye-Kyung, Lee Ja Young, Molecular Basis of Alcohol-Related Gastric and Colon Cancer, Int J Mol Sci. 2017 Jun; 18(6): 1116., doi: 10.3390/ijms18061116
- 156.Nash, Felix. Cider (2023) Wydawnictwo: Ryland Peters & Small.
- 157.Nedovic VA, Durieuxb A, Van Nedervelde L, Rosseels P, Vandegans J, Plaisant A, Simon J (2000) Continuous cider fermentation with co-immobilized yeast and *Leuconostoc oenos* cells. Enzyme Microb Technol 26:834–839
- 158.Nedovic VA, Durieuxb A, Van Nedervelde L, Rosseels P, Vandegans J, Plaisant A, Simon J (2000) Continuous cider fermentation with co-immobilized yeast and *Leuconostoc oenos* cells. Enzyme Microb Technol 26:834–839
- 159.Neill C L. , Jacob Lahne, Martha Calvert, Leah Hamilton 2024, Contextualizing hard cider flavor language and market position. Journal of Wine Economics (2024), 1–20. doi:10.1017/jwe.2024.13
- 160.Nieminen 2014 Timo T., Elina Säde. . Akihito Endo . Per Johansson, Johanna Björkroth; The Family Leuconostocaceae [w:] The Prokaryotes Firmicutes and Tenericutes, Fourth Edition, DOI 10.1007/978-3-642-30120-9, 4th edition: Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2014, str 244-247
- 161.Norma ISO 6564: Sensory analysis - Methodology - Flavour profile methods. 1999
- 162.Ock-Sook Y., Meyer A.S., Frankel E.N.: Antioxidant activity of grape extracts in a lecithin liposome system. J. Am. Oil Chem. Soc., 1997, 74 (10), 1301-1307.
- 163.Olkowska, A. (2018) W Otominie powstała pierwsza na Pomorzu rzemieślnicza cydrownia. <https://sport.trojmiasto.pl/W-Otominie-powstala-pierwsza-na-Pomorzu-rzemieslnicza-cydrownia-n129108.html?&vop=w&strona=1> (data dostępu 20.05.2024)
- 164.Ozen Emine (2022), Govindaraj Dev Kumar, Abhinav Mishra, Rakesh K. Singh. Inactivation of *Escherichia coli* in apple cider using atmospheric cold plasma, International Journal of Food Microbiology 382 (2022) 109913
- 165.Pakuła K., Kuziemska B., Trębicka J., Pieniak-Lendzion K.. 2018. Produkcja jabłek w Polsce – aspekty środowiskowe, ekonomiczne i logistyczne. 1Wydział Przyrodniczy, 2Wydział Nauk Ekonomicznych i Prawnych Uniwersytet Przyrodniczo-Humanistyczny w Siedlcach. Zeszyty Naukowe Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego Ekonomika i Organizacja Gospodarki Żywnościowej nr 122 (2018), 81–93 DOI 10.22630/EIOGZ.2018.122.16
- 166.Paprocki, 2024 Domowy cydr ostatnie kroki przed fermentacją, Przegląd piekarski i cukierniczy, zeszyt 7

167. Paquet Julie, Christophe Lacroix, Pierre Audet, Jules Thibault. Electrical conductivity as a tool for analysing fermentation processes for production of cheese starters, *International Dairy Journal* Volume 10, Issues 5–6, 2000, Pages 391-399
168. Pawlaczyk, A.; Gajek, M.; Jozwik, K.; Szyrkowska, M.I. Multielemental Analysis of Various Kinds of Whisky. *Molecules* 2019, 24, 1193.;
169. Petsch J.C.W. Jabłecznik jako środek leczący wszelkie słabości, *Przyjaciel Domowy*. 1861, s. 235-237: 253-255; 269-271; 286-288: 301-304.. 1861
170. Phillips, R. (2014). *Alcohol: A history*. UNC Press Books, 43.
171. Pismo Święte Starego i Nowego Testamentu, Wydawnictwo Diecezjalne i Drukarnia w Sandomierzu 2012
172. Płocharski W, Lenartowicz W, Zbroszczyk J et al. (1990) The suitability of apples for processing I. Quality of fresh fruit of selected cultivars and their suitability for cider production. *Fruit Sci. Reports* XVII 1: 41–50.
173. Płocharski Witold, Mieszczakowska-Frać Monika, Rutkowski Krzysztof, Konopacka Dorota (2019) Tradycyjne i innowacyjne kierunki zagospodarowania jabłek w Polsce, , Instytut Ogrodnictwa, Skierniewice
174. Płotka-Wasyłka, J.; Frankowski, M.; Simeonov, V.; Polkowska, Z.; Namieśnik, J. Determination of Metals Content in Wine Samples by Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry. *Molecules* 2018, 23, 2886.;
175. Podsędek A, Wilska-Jeszka J., Anders B., Markowski J. 2000. Compositional characterisation of some apple varieties. *EUR. FOOD RES. TECHNOL.* 210: 268-272.
176. Polonis Dominika (2019) Lubelskie Święto Cydru. Wystawy i koncerty. Program. (dostęp 23.04.2022), <https://lubelski.pl/lubelskie-swieto-cydru-wystawy-i-koncerty-program/>
177. Postupolski J., K. Rybińska, J. Kurpińska-Jaworska, E. Ledzion, M. Szczęsna, K. Karłowski. 2003. „Nowe przepisy Unii Europejskiej w zakresie patuliny”. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny* 4(54): 355-361
178. Przetwory owocowe i warzywne - Przygotowanie próbek i metody badań fizykochemicznych - Oznaczanie kwasowości ogólnej PN-90/A-75101/04
179. Pucci, D., Cavallo, C. 2021 *American Cider: A Modern Guide to a Historic Beverage* (str. 17). Random House Publishing Group.
180. Puda-Blokesz M., 2015, A złote jabłko stało się jabłkiem niezgody – o kulturowym i leksykograficznym wymiarze dwóch mitologizmów z komponentem nazywającym

owoc, „Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis. Studia Linguistica” X, s. 147–148

181. Puertas A.I., Arahal D.R., Ibarburu I., Elizaquível P., Aznar R., Dueñas M.T. *Lactobacillus sicerae* sp. nov., a lactic acid bacterium isolated from Spanish natural cider. *Int. J. Syst. Evol. Microbiol.* 2014;64:2949–2955. doi: 10.1099/ij.s.0.059980-0.
182. Pytania i odpowiedzi dotyczące stosowania rozporządzenia (UE) nr 1169/2011 w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, 31 stycznia 2013r.
183. Radziejewski, Edward. (Red). *Katolik*, 1888, R. 21, nr 18 str 1
184. Rajendram, R., Lewison, G., & Preedy, V. R. (2005). Worldwide alcohol-related research and the disease burden. *Alcohol and Alcoholism*, 41(1), 99-106.
185. Ray R. Williams, Robin D. Child, 1965 Long Ashton Research Station Annual Report, str. 71-89.
186. Redondo, N., Nova, E., Díaz-Prieto, L. E., & Marcos, A. (2018). Effects of moderate beer consumption on health. *Nutrición Hospitalaria*, 35(SPE6), 41-44.
187. Reedy David, Will McClatchey, Clifford Smith, Y. Han Lau, Kent Bridges; 2009, A Mouthful of Diversity: Knowledge of Cider Apple Cultivars in the United Kingdom and Northwest United States, March 2009 *Economic Botany* 63(1):2-15; DOI:10.1007/s12231-008-9071-2
188. Rejman Aleksander: *Pomologia*. Warszawa: PWRiL, 1994. ISBN 83-09-01612-3. praca zbiorowa / pod red. Aleksandra Rejmana [zespół aut. Stanisław Maciej Cegłowski et al.].
189. Rembiałkowska E i in. (2006) Wpływ procesów technologicznych na zawartość polifenoli ogółem oraz na potencjał przeciwutleniający przetworów (soku i kremogenu) uzyskanych z jabłek pochodzących z produkcji ekologicznej i konwencjonalnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 1(46): 121–126.
190. Roberts J (2003) Powab jabłka. Fascynujące dzieje owoców i warzyw: 30–38;
191. Rocznik statystyczny rolnictwa 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021
192. Rotondo, S., Di Castelnuovo, A., & de Gaetano, G. (2001). The relationship between wine consumption and cardiovascular risk: From epidemiological evidence to biological plausibility. *Italian Heart Journal*, 2, 1-8.
193. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 27 września 2022 r. w sprawie szczegółowego sposobu wyrobu fermentowanych napojów winiarskich, rodzajów tych napojów, ich dodatkowego znakowania oraz szczegółowych wymagań, które powinny spełniać te napoje (Dz.U. 2022 poz. 2113)

194. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/2117 z dnia 2 grudnia 2021 r. zmieniające rozporządzenia (UE) nr 1308/2013 ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych, (UE) nr 1151/2012 w sprawie systemów jakości produktów rolnych i środków spożywczych, (UE) nr 251/2014 w sprawie definicji, opisu, prezentacji, etykietowania i ochrony oznaczeń geograficznych aromatyzowanych produktów sektora wina i (UE) nr 228/2013 ustanawiające szczególne środki w dziedzinie rolnictwa na rzecz regionów najbardziej oddalonych w Unii Europejskiej (Dz.U.UE.L.2021.435.262);
195. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1169/2011 z dnia 25 października 2011 r. w sprawie przekazywania konsumentom informacji na temat żywności, zmiany rozporządzeń Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1924/2006 i (WE) nr 1925/2006 oraz uchylecia dyrektywy Komisji 87/250/EWG, dyrektywy Rady 90/496/EWG, dyrektywy Komisji 1999/10/WE, dyrektywy 2000/13/WE Parlamentu Europejskiego i Rady, dyrektyw Komisji 2002/67/WE i 2008/5/WE oraz rozporządzenia Komisji (WE) nr 608/2004
196. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. ustanawiające wspólną organizację rynków produktów rolnych oraz uchylające rozporządzenia Rady (EWG) nr 922/72, (EWG) nr 234/79, (WE) nr 1037/2001 i (WE) nr 1234/2007 (Dz.U.UE.L.2013.347.671)
197. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1333/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie dodatków do żywności (Dz.U.UE.L.2008.354.16)
198. Rozporządzenie Rady (WE) NR 510/2006 z dnia 20 marca 2006 r. w sprawie ochrony oznaczeń geograficznych i nazw pochodzenia produktów rolnych i środków spożywczych; Rozporządzenie Rady (WE) NR 509/2006 z dnia 20 marca 2006 r. w sprawie produktów rolnych i środków spożywczych będących gwarantowanymi tradycyjnymi specjalnościami
199. Rynek owoców w Polsce (2014) Agencja Rynku Rolnego. 11: 1–4.
200. Sadilova, E.; Stintzing, F. C.; Carle, R. Chemical quality parameters and anthocyanin pattern of red-fleshed Weirouge apples. *J. Appl. Bot. Food Qual.* 2006, 80 (1), 82–87.
201. Salih A.G., Drilleau J.F., Cavin F.F., Divies C., Bourgeois C.M. A Survey of Microbiological Aspects of Cider Making. *J. Inst. Brew.* 1988;94:5–8. doi: 10.1002/j.2050-0416.1988.tb04545.x.

202. Sánchez A., Coton M., Coton E., Herrero M., García L.A., Díaz M. Prevalent lactic acid bacteria in cider cellars and efficiency of *Oenococcus oeni* strains. *Food Microbiol.* 2012;32:32–37. doi: 10.1016/j.fm.2012.02.008.
203. Schneider I (2015) Cydr–jabłko z „mocą”. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny* 9/2015: 10–12.
204. Ścibisz I, Bonin S, Mitek M i in. (2014) Cydry polskie a importowane – porównanie składu kwasów organicznych. Cz. II *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny* 5/2014: 16–18.
205. Ścibisz I, Bonin S, Mitek M i in. (2015) Porównanie składu cukrów w cydrach polskich i importowanych. *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo – Warzywny* 5/2015: 24–26.
206. Ścibisz Iwona, Sylwia Bonin, Marta Mitek, Małgorzata Ziarno, Dorota Zaręba, Kwasy organiczne w cydrach jabłkowych. cz. I, *Przemysł Fermentacyjny i Owocowo-Warzywny*, 4/2014: 33–34.
207. Scott J.A., O'Reilly A.M.O.: Co-immobilization of selected yeast and bacteria for controlled flavor development in an alcoholic cider beverage. *Process Biochem.*, 1996, 31 (2), 111-117.
208. Serrano, J., Puupponen-Pimiä, R., Dauer, A., Aura, A.-M., Saura-Calixto, F., 2009. Tannins: current knowledge of food sources, intake, bioavailability and biological effects. *Mol. Nutr. Food Res.* 53 (S2), S310–S329. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900039>
209. Shade A., McManus P.S., Handelsman J. Unexpected Diversity during Community Succession in the Apple Flower Microbiome. *mBio.* 2013;4:e00602–e00612. doi: 10.1128/mBio.00602-12.
210. Shockey, Christopher; Shockey, Kirsten K.. *The Big Book of Cidermaking: Expert Techniques for Fermenting and Flavoring Your Favorite Hard Cider* (p. 29).
211. Śledziński T., Kwaśniewska D., Zieliński, R.: Aktywność przeciwnadkrocznicowa piwa. *Probl. Hig. Epidem.*, 2013, 94 (3), 648-652.
212. Słownik języka polskiego PWN 2021 Wydawnictwo Naukowe PWN
213. Śmiechowska M. (2013), Autentyczność jako kryterium zapewnienia jakości żywności, *Annales Academiae Medicae Gedanensis*, 43, 175-181. 142.
214. Śmiechowska M. (2014), Zapewnienie autentyczności i wiarygodności produktom regionalnym i tradycyjnym, *Roczniki Naukowe Stowarzyszenia Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu*, 16 (3), 282-287.

- 215.Śmiechowska M., Wawszczak S.: Kolor jako element ukrytej teorii wyrobów, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, 2011, 662. Ekonomiczne Problemy Usług, 74, 471-481.
- 216.Śmiechowska Maria, Przemysław Dmowski, Barwa jako element marketingu sensorycznego i ważny czynnik wyboru produktu Problemy Zarządzania, Finansów i Marketingu t. 36, 181-191, 2014
- 217.Śmigielska Martyna (2017) Nowy adres w Warszawie. Cyderia na Poznańskiej, Gazeta Wyborcza, 24.02.2017
- 218.Solomon, M. R. Zachowania i zwyczaje konsumentów, One Press, Gliwice 2006, s. 25
- 219.Spadaro, D., Ciavarella, A., Frati, S., Garibaldi, A., Gullino, M.L., 2007. Incidence and level of patulin contamination in pure and mixed apple juices marketed in Italy. Food Control 18, 1098–1102. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2006.07.007>.
- 220.Spink John and Douglas C. Moyer. Defining the Public Health Threat of Food Fraud Journal of food science, 76(9), s. R157-R163.
- 221.Sprawozdanie Komisji dla Parlamentu Europejskiego i Rady zgodnie z art. 75 ust. 6 rozporządzenia (UE) nr 1308/2013 w sprawie nowych norm handlowych dotyczących cydru i perry oraz suszonych warzyw strączkowych i nasion soi. Bruksela, dnia 21.4.2023 r. COM (2023) 200 final
- 222.Stanisław A.: Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny. T. III. Analizy wielowymiarowe. Wyd. Statsoft, Kraków 2007
- 223.Stanisław A.: Przystępny kurs statystyki z wykorzystaniem programu STATISTICA PL na przykładach z medycyny. T. I . Statystyki podstawowe. Wyd. Statsoft, Kraków 2006
- 224.Stępień M., B. Sokół-Leszczynska, M. Łuczak. 2007. „Mykotoksyny, produkty spożywcze a zdrowie człowieka”. Postępy Mikrobiologii 46(2):167-177.
- 225.Swings J., De Ley J. The biology of Zymomonas. Bacteriol. Rev. 1977;41:1–46.
- 226.Szajdek A., Borowska J.: Właściwości przeciwutleniające żywności pochodzenia roślinnego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2004, 4 (41) Supl., 5-28.
- 227.Taverner John (1600), Certaine Experiments Concerning Fish and Frvite, <https://teepee-cider.co.nz/blogs/cider-musings/john-taverner-certaine-experiments-concerning-fish-and-frvite> (dostęp 20.06.2023)
- 228.Techakanon Chukwan i Karthikeyan Venkatachalam 2021 The Effects of Pasteurization Conditions and Storage Time on Microbial Safety, Quality and Antioxidant Properties

- of Cider from Rose Apple (*Syzygium agueum* Alston cv. Taaptimjan) Chiang Mai University Journal of Natural Sciences 20(2)
- 229.Tekos (2023) Fotios, Maria Gkasdrogka, Periklis Vardakas, Zoi Skaperda, Demetrios Kouretas, Determination of the polyphenolic content and the antioxidant activities of four indigenous Greek red and white wine varieties. *International Journal of Functional Nutrition*, 4: 3, 2023 DOI: 10.3892/ijfn.2023.33
- 230.The New Encyclopaedia Britannica; 15th edition (1993), vol. 1. Wyd. Encyclopaedia Britannica, Inc.
- 231.Travis R. Alexander, Thomas S. Collins, Carol A. Miles. Comparison of the Phenolic Profiles of Juice and Cider Derived from Machine- and Hand-harvested ‘Brown Snout’ Specialty Cider Apples in Northwest Washington, 2019 *HortTechnology* 29(4), s. 423–433 DOI: <https://doi.org/10.21273/HORTTECH04342-19>
- 232.Trček J., Mahnič A., Rupnik M. Diversity of the microbiota involved in wine and organic apple cider submerged vinegar production as revealed by DHPLC analysis and next-generation sequencing. *Int. J. Food Microbiol.* 2016;223:57–62. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2016.02.007.
- 233.Tsoupras, A., Lordan, R., O’Keefe, E., Shiels, K., Saha, S. K., Zabetakis, I. (2020). Structural elucidation of Irish ale bioactive polar lipids with antithrombotic properties. *Biomolecules*, 10(7), 1075.
- 234.Tsoupras, A., Moran, D., Pleskach, H., Durkin, M., Traas, C., Zabetakis, I. (2021). Beneficial anti-platelet and anti-inflammatory properties of Irish apple juice and cider bioactives. *Foods*, 10(2), 412.
- 235.Tsoupras, A., Moran, D., Pleskach, H., Durkin, M., Traas, C., Zabetakis, I. (2021). Beneficial anti-platelet and anti-inflammatory properties of Irish apple juice and cider bioactives. *Foods*, 10(2), 412.
- 236.U.S. National Plant Germplasm System, <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/accessiondetail?id=1002440>
- 237.Ubago-Guisado, E., Rodríguez-Barranco, M., Ching-López, A., Petrova, D., Molina-Montes, E., Amiano, P., Barricarte-Gurrea, A., Chirlaque, M. D., Agudo, A., & Sánchez, M. J. (2021). Evidence update on the relationship between diet and the most common cancers from the European prospective investigation into cancer and nutrition (EPIC) study: A systematic review. *Nutrients*, 13(10), 3582.

- 238.Unia Owocowa 2023 Strategia „Jabłkowa Perspektywa 2030” – kluczowe elementy, 2023 Unia Owocowa Stowarzyszenie Polskich Dystrybutorów Owoców i Warzyw, str. 4
- 239.Urbanik, Monika: Jabłecznik jako środek leczący wszelkie słabości : według Jana Chrystiana Petscha (1804-1882) W: Pamiętnik XXVIII Sympozjum Historii Farmacji : Krasnobród 2019., wydawca: Muzeum Farmacji (Kraków) 2020, s. 193-206
- 240.Ustawa o bezpieczeństwie żywności i żywienia z dnia 25 sierpnia 2006 roku
- 241.Ustawa z dnia 2 grudnia 2021 r. o wyrobach winiarskich, Dz. U. 2022 poz. 24
- 242.Varghese J., Dakhode S. Effects of Alcohol Consumption on Various Systems of the Human Body: A Systematic Review. Cureus, 2022, 14(10), e30057. DOI 10.7759/cureus.30057
- 243.Wang Nuoya, Yuyan Zhu, Ruixue Zhu, Yue Xiao, Jinghong Qiu, Yanping Wu, Kai Zhong a, Hong Gao, Revealing the co-fermentation of *Saccharomyces cerevisiae* and *Schizosaccharomyces pombe* on the quality of cider based on the metabolomic and transcriptomic analysis. LWT - Food Science and Technology 168 (2022) 113943 (Wang i in. 2022)
- 244.Wang Tristan W., Amanda G. Wilson, Gregory M. Peck, Patrick A. Gibney, Kathie T. Hodge, 2024, Patulin contamination of hard apple cider by *Paecilomyces niveus* and other postharvest apple pathogens: Assessing risk factors, International Journal of Food Microbiology 412 (2024) 110545
- 245.Way Madeleine L., Joanna E. Jones, Nigel D. Swarts, Robert G. Damberg. Phenolic Content of Apple Juice for Cider Making as Influenced by Common Pre-Fermentation Processes Using Two Analytical Methods. Beverages, Beverages 2019, 5, 53; doi:10.3390/beverages5030053 (Way i in., 2019)
- 246.Węglewski Miłosz, Cydr reaktywacja w: Newsweek Polska 20/2017 8-14.05.17, s. 68-70
- 247.Welke J. E., M. Hoeltz, H. A. Dottori, I. B. Noll. 2009. „Effect of processing stages of apple juice concentrate on patulin levels”. Food Control 20: 48–52.
- 248.Wenliang Wang, Ziming Cao, Furong Hou, Junyan Shi, Jian Jiao, Leilei Chen, Zhiqing Gong, Yansheng Wang. Quality maintenance mechanism of oxalic acid treatment in fresh-cut apple fruit during storage based on nontarget metabolomics analysis, Food Chemistry Volume 436, 15 March 2024, 137685
- 249.Wergiliusz. Georgiki Wergilusza : Wiersz o ziemiaństwie we czterech pieśniach, tłum. Felix Frankowski, Warszawa 1810

250. Wierzbicka E.: Oznaczanie szczawianów rozpuszczalnych w wybranych używkach. [w]: Toksykologia Żywności. Przewodnik do ćwiczeń. red. Brzozowska A. Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2004.
251. Wilczyńska, Metody oznaczania aktywności antyoksydacyjnej miodów pszczelich, Bromatologia 2009
252. Wilkes Timothy 2021. Review of Global Food Fraud Definitions and Standardisation Activities, LGC Limited 2021 str 1-29
253. Wojciech Mikołuszko, 2017 Rajski owoc Polityka 50.2017 (3140) z dnia 12.12.2017; Nauka; s. 66
254. Wojciechowski P., Regulacje dotyczące informacji na temat żywności, w: M. Korzycka, P. Wojciechowski, System prawa żywnościowego, Warszawa 2017, s. 416.
255. Wojciechowski Paweł, Znakowanie żywności jako instrument realizacji celów prawa żywnościowego – wybrane problemy, Przegląd Prawa Rolnego nr 2 (29) – 2021, 509 529 DOI: 10.14746/ppr.2021.29.2.26
256. Wzorek W., Pogorzelski E.: 1998. Technologia winiarstwa owocowego i gronowego. SIGMA NOT, Warszawa.
257. Xi, B., Veeranki, S. P., Zhao, M., Ma, C., Yan, Y., & Mi, J. (August 22, 2017). Relationship of alcohol consumption to all-cause, cardiovascular, and cancer-related mortality in U.S. Adults. *Journal of the American College of Cardiology*, 70(8), 913-922
258. Ye, M., Yue, T., & Yuan, Y. (2014). Evolution of polyphenols and organic acids during the fermentation of apple cider. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(14), 2951–2957. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6639>
259. Ying Yan Yan, Qing-An Zhang, Er-Chun Li, Ya-Feng Zhang. Ions in Wine and Their Relation to Electrical Conductivity Under Ultrasound Irradiation, *Journal of AOAC International* Vol. 100, No. 5, 2017. (Yan i in., 2017)
260. Zabetakis (red) *Functional Foods and their Implications for Health Promotion* (2023), edit by Ioannis Zabetakis, Alexandros Tsoupras, Ronan Lordan, Dipak Ramji, Academic Press
261. Zardo i in. 2013) DM, Silva KM, Guyot S, Nogueira A. Phenolic profile and antioxidant capacity of the principal apples produced in Brazil. *Int J Food Sci Nutr*. 2013;6:727–735. doi:10.3109/09637486.2013.763909. https://www.researchgate.net/publication/235381497_Phenolic_profile_and_antioxidant_capacity_of_the_principal_apples_produced_in_Brazil

262. Zawiadomienie Komisji, Pytania i odpowiedzi dotyczące wdrożenia nowych przepisów UE dotyczących etykietowania wina w następstwie zmiany rozporządzenia (UE) nr 1308/2013 Parlamentu Europejskiego i Rady i rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2019/33 (C/2023/1190)
263. Zhang, Z., Li, M., Wu, C., Peng, B., 2019. Physical adsorption of patulin by *Saccharomyces cerevisiae* during fermentation. *J. Food Sci. Technol.* 56, 2326–2331. <https://doi.org/10.1007/s13197-019-03681-1>.
264. Zouaoui, N., Sbaili, N., Bacha, H., Abid-Essefi, S., 2015. Occurrence of patulin in various fruit juice marketed in Tunisia. *Food Control* 51, 356–360. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2014.09.048>.

Streszczenie w języku polskim

Autor: mgr inż. Paulina Witt

Promotor: Prof. dr hab. Maria Śmiechowska

Promotor pomocniczy: dr inż. Joanna Newerli-Guz

Temat rozprawy doktorskiej: „Wybrane czynniki kształtujące jakość cydrów”

Cydr może stanowić różne rodzaje produktów, od tych wytwarzanych ze 100 % soku jabłkowego po mieszanki z dodatkiem soków i cukrów. Według ustawy z dnia 2 grudnia 2021 roku o wyrobach winiarskich (Dz. U. 2022 poz. 24) cydr jest napojem o rzeczywistej zawartości alkoholu przekraczającej 1,2%, lecz nieprzekraczającej 8,5% objętościowych, otrzymanym w wyniku fermentacji alkoholowej nastawu na cydr. W Unii Europejskiej nie posiadamy jednolitych przepisów dotyczących definicji cydru, te niespójności mogą prowadzić do nieuczciwej konkurencji, ponieważ nie wszyscy konsumenci są w stanie odróżnić cydrylicz autenticzne w rozumieniu polskiego ustawodawstwa, dlatego też kluczowe wydaje się poznawanie czynników kształtujących ich jakość.

W związku z powyższym główną przesłanką podjęcia badań zaprezentowanych w niniejszej pracy była teza, że cydrylicz dostępne na trójmiejskim rynku (polskie i zagraniczne) różnią się między sobą istotnie składem oraz właściwościami antyoksydacyjnymi a cydrylicz produkowane w Polsce mają zróżnicowaną jakość, nie zawsze odpowiadającą definicji tego napoju. Praca stanowi wielowymiarowe podejście do badań jakości cydrów. Oprócz przeglądu literatury dotyczącego oceny jakości dokonano również realizacji badań empirycznych.

Zakres przeprowadzonych badań obejmował następujące etapy: badania literaturowe (analiza rynku cydrów w Trójmieście w latach 2013-2023, badania przeprowadzone z wykorzystaniem danych wtórnych); badania fizykochemiczne (oznaczenie barwy cydrów, oznaczenie kwasowości ogólnej, pomiar pH, oznaczenie zawartości witaminy C, metodą spektrofotometryczną, oznaczenie całkowitej zawartości polifenoli metodą *Folina-Ciocalteu*, oznaczenie całkowitego potencjału antyoksydacyjnego z wykorzystaniem odczynnika DPPH, badanie zawartości ekstraktu ogółem, pomiar przewodności elektrycznej, oznaczenie gęstości, oznaczenie zawartości rozpuszczalnego kwasu szczawiowego, pomiar chromatograficzny zawartości cukrów i alkoholu etylowego). W kolejnym etapie badań dokonano oceny sensorycznej jakości cydrów przez przeszkolony

panel sensoryczny. Zadaniem zespołu była identyfikacja oraz zdefiniowanie determinant jakości oceny sensorycznej cydrów oraz określenie ich intensywności, ostatnim etapem badań była analiza statystyczna uzyskanych wyników badań własnych.

Uzyskane wyniki badań umożliwiły zweryfikowanie jakości cydrów dostępnych na rynku Trójmiejskim, a wybrane determinanty stanowiły podstawę kompleksowej oceny ich jakości. W efekcie główny cel badawczy niniejszej pracy został osiągnięty.

Słowa kluczowe: cydr, jakość, autentyczność

Summary

Author: mgr inż. Paulina Witt

Promoter: Prof. dr hab. Maria Śmiechowska

Promoter assistant: dr inż. Joanna Newerli-Guz

The subject of the doctoral dissertation: „Selected factors influencing the quality of ciders”

Cider can be various types of products, from those made from 100% apple juice to mixtures with the addition of juices and sugars. According to the Act of December 2, 2021 on wine products (Dz. U. 2022 poz. 24), cider is a beverage with an actual alcohol content exceeding 1.2%, but not exceeding 8.5% by volume, obtained as a result of alcoholic fermentation of cider mash. In the European Union, we do not have uniform regulations regarding the definition of cider, these inconsistencies can lead to unfair competition, because not all consumers can distinguish authentic ciders within the meaning of Polish legislation, which is why it seems crucial to learn about the factors that shape their quality.

In connection with the above, the main premise for undertaking the research presented in this work was the thesis that ciders available on the Tri-City market (Polish and foreign) differ significantly in composition and antioxidant properties, and ciders produced in Poland have varied quality, not always corresponding to the definition of this drink. The work is a multidimensional approach to research on the quality of ciders. In addition to a review of the literature on quality assessment, empirical research was also carried out.

The scope of the research carried out included the following stages: literature research (analysis of the cider market in the Tri-City, research conducted using secondary data); physicochemical tests (marking the color of ciders, marking the total acidity, pH measurement, marking the vitamin C content, spectrophotometric method, marking the total phenolic content using the Folin-Ciocalteu method, marking the total antioxidant potential using the DPPH reagent, testing the total extract content, measuring electrical conductivity, marking the density, marking the soluble oxalic acid content, chromatographic measurement of the sugar and ethyl alcohol content). In the next research stage, a trained sensory panel performed a sensory assessment of the quality of ciders. The team's task was to identify and define the determinants of the sensory assessment quality of ciders and to determine their intensity, the last stage of the research was a statistical analysis of the obtained results of our research.

The obtained research results allowed for the verification of the quality of ciders available on the Tri-City market, and the selected determinants were the basis for a comprehensive assessment of their quality. As a result, the main research goal of this work has been achieved.

Keywords: cider, quality, authenticity

Aneks

Spis treści aneksu

Załącznik 1a. Parametr jasności L^* w badanych cydrach _____	173
Załącznik 1b. Parametr a^* (oznaczający wartość między kolorem czerwonym a zielonym) w badanych cydrach _____	174
Załącznik 1c. Parametr b^* (oznaczający wartość między kolorem żółtym a niebieskim) w badanych cydrach _____	175
Załącznik 2. Cena [zł/l] i kwasowość czynna [pH] badanych cydrów _____	176
Załącznik 3. Kwasowość [g/l kw. jabłkowego] badanych cydrów _____	177
Załącznik 4. Zawartość witaminy C [g/l] w badanych cydrach _____	178
Załącznik 5. Zawartość polifenoli ogółem [mg GAE/l] w badanych cydrach _____	179
Załącznik 6. Zawartość CPA (całkowitego potencjału antyoksydacyjnego) [%] w badanych cydrach _____	180
Załącznik 7. Ekstrakt [g/l] badanych cydrów _____	181
Załącznik 8. Przewodność [mS] badanych cydrów _____	182
Załącznik 9. Gęstość [g/cm ³] badanych cydrów _____	183
Załącznik 10. Zawartość kwasu szczawowego [mg/l] w badanych cydrach _____	184
Załącznik 11a. Zawartość maltozy [g/l] w badanych cydrach _____	185
Załącznik 11b. Zawartość glukozy [g/l] w badanych cydrach _____	186
Załącznik 11c. Zawartość fruktozy [g/l] w badanych cydrach _____	187
Załącznik 11d. Zawartość melecytozy [g/l] w badanych cydrach _____	188
Załącznik 11e. Zawartość etanolu [% v/v] w badanych cydrach _____	189
Załącznik 11f. Zawartość cukrów ogółem [g/l] w badanych cydrach _____	190
Załącznik 12. Ocena profilowania sensorycznego badanych cydrów _____	191
Załącznik 13. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL1-4 _____	192
Załącznik 14. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL5-8 _____	192
Załącznik 15. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL9-12 _____	193
Załącznik 16. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL13-16 _____	193

Załącznik 17. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL 17-20	194
Załącznik 18. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL21-24	194
Załącznik 19. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL25-28	195
Załącznik 20. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL29-32	195
Załącznik 21. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL33-35	196
Załącznik 22. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL36-38	196
Załącznik 23. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL39-41	197
Załącznik 24. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości Z1-4	197
Załącznik 25. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości Z5-7	198
Załącznik 26. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości Z8-10	198
Załącznik 27. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL1-4	199
Załącznik 28. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL5-8	199
Załącznik 29. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL9-12	200
Załącznik 30. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL13-16	200
Załącznik 31. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL17-20	201
Załącznik 32. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL21-24	201
Załącznik 33. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL25-28	202
Załącznik 34. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL29-32	202
Załącznik 35. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL33-35	203

Załącznik 36. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL36-38 _____	203
Załącznik 37. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL39-41 _____	204
Załącznik 38. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych Z1-4 _____	204
Załącznik 39. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych Z5-7 _____	205
Załącznik 40. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych Z8-10 _____	205
Załącznik 41. Instrukcja do oceny profilowania sensorycznego _____	206
Załącznik 42. Karta oceny profilowania sensorycznego _____	207

Załącznik 1a. Parametr jasności L* w badanych cydrach

Symbol próbki	$X_{\min}$	$X_{\max}$	$\bar{x}$	Me	SD
PL-01	46,00	53,84	50,68	52,19	4,13
PL-02	37,24	37,47	37,39	37,47	0,13
PL-03	39,64	39,37	39,47	39,41	0,15
PL-04	40,13	44,43	42,08	41,67	2,18
PL-05	38,72	40,59	39,72	39,85	0,94
PL-06	34,07	36,18	35,46	36,13	1,20
PL-07	36,81	37,00	36,91	36,92	0,10
PL-08	39,69	39,70	39,70	39,70	0,01
PL-09	56,62	57,94	57,12	56,79	0,72
PL-10	36,43	36,49	36,45	36,43	0,03
PL-11	36,76	38,73	38,04	38,63	1,11
PL-12	45,08	48,21	46,77	47,03	1,58
PL-13	41,78	42,21	41,97	41,92	0,22
PL-14	38,00	40,01	39,02	39,05	1,01
PL-15	41,28	43,47	42,98	43,47	1,52
PL-16	37,76	38,50	38,09	38,02	0,38
PL-17	34,65	35,03	34,88	34,97	0,20
PL-18	34,90	36,23	35,66	35,86	0,69
PL-19	36,00	36,23	36,12	36,13	0,12
PL-20	33,67	34,37	34,03	34,04	0,35
PL-21	41,10	41,57	41,26	41,12	0,27
PL-22	33,92	35,35	34,64	34,65	0,72
PL-23	44,53	46,34	45,30	45,03	0,93
PL-24	39,52	40,32	39,82	39,63	0,43
PL-25	37,09	40,51	38,59	38,18	1,75
PL-26	37,69	40,33	39,14	39,40	1,34
PL-27	36,80	37,37	37,08	37,06	0,29
PL-28	37,58	39,09	38,53	38,91	0,82
PL-29	34,71	35,54	35,19	35,31	0,43
PL-30	39,30	40,80	40,12	40,25	0,76
PL-31	31,91	33,44	32,78	32,98	0,79
PL-32	31,34	33,11	31,94	31,38	1,01
PL-33	37,55	38,90	38,26	38,32	0,68
PL-34	38,93	41,03	39,95	39,90	1,05
PL-35	39,99	41,26	40,75	40,99	0,67
PL-36	39,21	43,16	41,00	40,64	2,00
PL-37	44,32	44,96	44,55	44,38	0,35
PL-38	41,28	43,17	42,24	42,27	0,95
PL-39	39,06	39,67	39,44	39,60	0,33
PL-40	39,18	40,38	39,84	39,95	0,61
PL-41	41,02	42,73	41,61	41,08	0,97
Z-01	37,76	41,28	39,09	38,23	1,91
Z-02	34,98	35,12	34,97	34,98	0,16
Z-03	36,95	38,38	37,68	37,70	0,72
Z-04	34,26	36,13	35,45	35,96	1,03
Z-05	39,81	41,53	40,73	40,84	0,87
Z-06	41,33	42,18	41,71	41,61	0,43
Z-07	37,35	38,16	37,66	37,48	0,44
Z-08	40,26	40,95	40,64	40,71	0,35
Z-09	38,10	40,26	39,15	39,09	1,08
Z-10	38,25	39,30	38,85	38,99	0,54

Załącznik 1b. Parametr a^* (oznaczający wartość między kolorem czerwonym a zielonym) w badanych cydrach

Symbol próbki	parametr $a^{*'} $	parametr $a^{*''}$	parametr $a^{*'''}$	$\bar{x}$	Me	Sd
PL-01	-2,21	-2,36	-2,21	-2,26	-2,21	0,09
PL-02	-1,50	-1,48	-1,50	-1,49	-1,50	0,01
PL-03	-1,57	-1,63	-1,66	-1,62	-1,63	0,05
PL-04	-2,20	-1,59	-2,05	-1,95	-2,05	0,32
PL-05	-1,67	-1,79	-2,03	-1,83	-1,79	0,18
PL-06	-1,33	-1,18	-1,35	-1,29	-1,33	0,09
PL-07	2,20	2,21	2,12	2,18	2,20	0,05
PL-08	-1,18	-1,18	-1,20	-1,19	-1,18	0,01
PL-09	-2,63	-2,64	-2,34	-2,54	-2,63	0,17
PL-10	-0,76	-0,74	-0,79	-0,76	-0,76	0,03
PL-11	-1,53	-1,57	-1,71	-1,60	-1,57	0,09
PL-12	-1,51	-1,34	-1,54	-1,46	-1,51	0,11
PL-13	-1,00	-0,99	-1,12	-1,04	-1,00	0,07
PL-14	-0,86	-0,93	-0,81	-0,87	-0,86	0,06
PL-15	-1,62	-1,39	-1,51	-1,51	-1,51	0,12
PL-16	-0,82	-0,81	0,85	-0,26	-0,81	0,96
PL-17	-1,21	-1,09	-1,15	-1,15	-1,15	0,06
PL-18	-1,33	-1,37	-1,37	-1,36	-1,37	0,02
PL-19	-0,80	-0,97	-0,91	-0,89	-0,91	0,09
PL-20	-1,37	-1,40	-1,40	-1,39	-1,40	0,02
PL-21	-0,19	-0,18	-0,31	-0,23	-0,19	0,07
PL-22	-0,70	-0,99	-0,91	-0,87	-0,91	0,15
PL-23	-2,08	-2,11	-1,97	-2,05	-2,08	0,07
PL-24	-1,79	-1,76	-1,85	-1,80	-1,79	0,05
PL-25	-2,49	-2,72	-2,39	-2,53	-2,49	0,17
PL-26	-1,69	-1,85	-1,73	-1,76	-1,73	0,08
PL-27	-1,72	-1,94	-1,84	-1,83	-1,84	0,11
PL-28	-1,97	-1,86	-2,07	-1,97	-1,97	0,11
PL-29	-1,47	-1,48	-1,50	-1,48	-1,48	0,02
PL-30	-0,55	-0,60	-0,62	-0,59	-0,60	0,04
PL-31	-1,32	-1,21	-1,34	-1,29	-1,32	0,07
PL-32	0,22	0,52	0,27	0,34	0,27	0,16
PL-33	-1,74	-1,83	-1,83	-1,80	-1,83	0,05
PL-34	-1,30	-1,37	-1,42	-1,36	-1,37	0,06
PL-35	-1,38	-1,36	-1,44	-1,39	-1,38	0,04
PL-36	-1,27	-1,21	-1,23	-1,24	-1,23	0,03
PL-37	-1,23	-1,69	-1,43	-1,45	-1,43	0,23
PL-38	-1,33	-1,27	-1,10	-1,23	-1,27	0,12
PL-39	-1,86	-1,87	-1,75	-1,83	-1,86	0,07
PL-40	-1,44	-1,26	-1,33	-1,34	-1,33	0,09
PL-41	-1,65	-1,64	-1,69	-1,66	-1,65	0,03
Z-01	-1,79	-1,60	-1,58	-1,66	-1,60	0,12
Z-02	-1,65	-1,64	-1,63	-1,64	-1,64	0,01
Z-03	-1,39	-1,61	-1,54	-1,51	-1,54	0,11
Z-04	0,47	0,31	0,49	0,42	0,47	0,10
Z-05	-1,89	-1,65	-1,80	-1,78	-1,80	0,12
Z-06	-2,73	-2,80	-3,13	-2,89	-2,80	0,21
Z-07	1,39	1,33	1,37	1,36	1,37	0,03
Z-08	-1,58	-1,65	-1,66	-1,63	-1,65	0,04
Z-09	-1,63	-1,62	-1,59	-1,61	-1,62	0,02
Z-10	-1,94	-1,86	-1,88	-1,89	-1,88	0,04

Załącznik 1c. Parametr b^* (oznaczający wartość między kolorem żółtym a niebieskim) w badanych cydrach

Symbol próbki	parametr $b^{*'} $	parametr $b^{*''}$	parametr $b^{*'''}$	$\bar{x}$	Me	Sd
PL-01	11,41	13,99	13,43	12,94	13,43	1,36
PL-02	13,44	13,54	13,60	13,53	13,54	0,08
PL-03	6,63	6,50	6,55	6,56	6,55	0,07
PL-04	12,01	10,99	11,51	11,50	11,51	0,51
PL-05	8,82	9,31	9,56	9,23	9,31	0,38
PL-06	6,32	5,85	6,33	6,17	6,32	0,27
PL-07	8,39	8,48	8,47	8,45	8,47	0,05
PL-08	5,99	5,99	6,00	5,99	5,99	0,01
PL-09	16,72	16,70	16,69	16,70	16,70	0,02
PL-10	13,74	13,67	13,73	13,71	13,73	0,04
PL-11	7,98	7,48	8,02	7,83	7,98	0,30
PL-12	4,26	4,78	4,66	4,57	4,66	0,27
PL-13	1,52	1,48	1,59	1,53	1,52	0,06
PL-14	2,53	2,71	2,75	2,66	2,71	0,12
PL-15	10,13	9,25	9,84	9,74	9,84	0,45
PL-16	1,17	1,29	1,23	1,23	1,23	0,06
PL-17	5,04	5,10	5,07	5,07	5,07	0,03
PL-18	10,59	10,42	9,95	10,32	10,42	0,33
PL-19	1,84	1,90	1,86	1,87	1,86	0,03
PL-20	4,26	4,50	4,35	4,37	4,35	0,12
PL-21	15,08	15,10	15,13	15,10	15,10	0,03
PL-22	1,56	1,83	1,81	1,73	1,81	0,15
PL-23	13,06	13,21	13,61	13,29	13,21	0,28
PL-24	7,03	6,99	7,26	7,09	7,03	0,15
PL-25	7,78	8,19	8,14	8,04	8,14	0,22
PL-26	4,38	4,86	4,59	4,61	4,59	0,24
PL-27	5,78	6,01	6,05	5,95	6,01	0,15
PL-28	11,25	10,90	12,10	11,42	11,25	0,62
PL-29	10,05	10,48	9,73	10,09	10,05	0,38
PL-30	16,29	16,07	16,15	16,17	16,15	0,11
PL-31	9,20	8,69	9,61	9,17	9,20	0,46
PL-32	7,74	9,16	7,98	8,29	7,98	0,76
PL-33	6,33	6,42	6,11	6,29	6,33	0,16
PL-34	4,38	3,82	4,04	4,08	4,04	0,28
PL-35	4,35	4,45	4,21	4,34	4,35	0,12
PL-36	6,76	7,24	7,47	7,16	7,24	0,36
PL-37	4,74	4,40	4,54	4,56	4,54	0,17
PL-38	13,79	13,91	14,95	14,22	13,91	0,64
PL-39	5,45	5,07	5,30	5,27	5,30	0,19
PL-40	4,59	4,50	4,35	4,48	4,50	0,12
PL-41	6,33	6,53	7,11	6,66	6,53	0,41
Z-01	11,97	10,75	10,61	11,11	10,75	0,75
Z-02	8,50	8,27	8,39	8,39	8,39	0,12
Z-03	8,45	9,13	8,81	8,80	8,81	0,34
Z-04	19,55	19,39	17,65	18,86	19,39	1,05
Z-05	17,83	16,99	17,68	17,50	17,68	0,45
Z-06	10,18	10,34	11,47	10,66	10,34	0,70
Z-07	11,55	10,68	10,69	10,97	10,69	0,50
Z-08	4,42	4,03	4,11	4,19	4,11	0,21
Z-09	7,62	6,93	7,40	7,32	7,40	0,35
Z-10	7,70	7,69	7,78	7,72	7,70	0,05

Załącznik 2. Cena [zł/l] i kwasowość czynna [pH] badanych cydrów

Symbol próbki	cena [zł/l]	kwasowość czynna' [pH]	kwasowość czynna'' [pH]	Me	Sd
PL-01	8,45	3,61	3,63	3,62	0,01
PL-02	12,38	3,90	3,82	3,86	0,06
PL-03	14,12	3,44	3,34	3,39	0,07
PL-04	9,38	3,60	3,56	3,58	0,03
PL-05	9,06	3,50	3,44	3,47	0,04
PL-06	12,99	3,63	3,54	3,59	0,06
PL-07	20,92	3,55	3,49	3,52	0,04
PL-08	9,99	3,36	3,33	3,35	0,02
PL-09	8,33	3,96	3,87	3,92	0,06
PL-10	16,00	3,59	3,52	3,56	0,05
PL-11	7,45	3,32	3,24	3,28	0,06
PL-12	8,99	3,56	3,46	3,51	0,07
PL-13	15,12	3,75	3,75	3,75	0,00
PL-14	21,09	3,37	3,32	3,35	0,04
PL-15	21,33	3,74	3,72	3,73	0,01
PL-16	12,00	3,55	3,49	3,52	0,04
PL-17	9,06	3,75	3,70	3,73	0,04
PL-18	12,00	3,41	3,38	3,40	0,02
PL-19	11,96	3,31	3,30	3,31	0,01
PL-20	10,88	3,48	3,44	3,46	0,03
PL-21	11,45	3,53	3,54	3,54	0,01
PL-22	9,05	3,42	3,38	3,40	0,03
PL-23	21,33	3,83	3,76	3,80	0,05
PL-24	20,27	3,90	3,84	3,87	0,04
PL-25	11,23	3,91	3,88	3,90	0,02
PL-26	7,99	3,58	3,50	3,54	0,06
PL-27	10,99	3,87	3,79	3,83	0,06
PL-28	9,06	3,96	3,84	3,90	0,08
PL-29	15,12	3,80	3,75	3,78	0,04
PL-30	48,00	4,30	4,26	4,28	0,03
PL-31	27,60	4,58	3,59	4,09	0,70
PL-32	29,33	3,88	3,86	3,87	0,01
PL-33	18,60	3,74	3,76	3,75	0,01
PL-34	14,65	3,46	3,44	3,45	0,01
PL-35	11,99	3,57	3,59	3,58	0,01
PL-36	10,99	3,58	3,59	3,59	0,01
PL-37	9,06	3,42	3,41	3,42	0,01
PL-38	9,06	3,34	3,34	3,34	0,00
PL-39	12,99	3,48	3,48	3,48	0,00
PL-40	6,03	3,45	3,41	3,43	0,03
PL-41	6,03	3,51	3,55	3,53	0,03
Z-01	11,79	3,22	3,21	3,22	0,01
Z-02	13,32	4,16	4,12	4,14	0,03
Z-03	13,32	4,11	4,07	4,09	0,03
Z-04	15,99	4,04	4,02	4,03	0,01
Z-05	26,53	3,83	3,87	3,85	0,03
Z-06	17,52	3,39	3,38	3,39	0,01
Z-07	20,21	3,68	3,67	3,68	0,01
Z-08	13,32	3,84	3,82	3,83	0,01
Z-09	13,64	3,45	3,35	3,40	0,07
Z-10	19,80	3,45	3,45	3,45	0,00

Załącznik 3. Kwasowość [g/l kw. jabłkowego] badanych cydrów

Symbol próbki	kwasowość ogólna [g/l kw. jabłkowego]	kwasowość ogólna" [g/l kw. jabłkowego]	Me	Sd
PL-01	4,19	4,15	4,17	0,02
PL-02	3,65	3,65	3,65	0,00
PL-03	5,59	5,56	5,58	0,02
PL-04	4,32	4,36	4,34	0,02
PL-05	4,15	4,12	4,14	0,02
PL-06	4,09	4,15	4,12	0,05
PL-07	4,82	4,82	4,82	0,00
PL-08	5,46	5,43	5,44	0,02
PL-09	4,39	4,42	4,41	0,02
PL-10	4,39	4,39	4,39	0,00
PL-11	5,83	5,86	5,85	0,02
PL-12	6,60	6,53	6,57	0,05
PL-13	3,32	3,18	3,25	0,09
PL-14	3,28	3,22	3,25	0,05
PL-15	3,92	3,89	3,90	0,02
PL-16	2,01	1,88	1,94	0,09
PL-17	4,05	4,02	4,04	0,02
PL-18	3,05	3,12	3,08	0,05
PL-19	5,19	5,19	5,19	0,00
PL-20	5,36	5,33	5,34	0,02
PL-21	4,49	4,46	4,47	0,02
PL-22	5,23	5,23	5,23	0,00
PL-23	3,92	3,89	3,90	0,02
PL-24	5,13	5,16	5,14	0,02
PL-25	3,32	3,32	3,32	0,00
PL-26	5,43	5,53	5,48	0,07
PL-27	4,19	4,19	4,19	0,00
PL-28	3,45	3,48	3,47	0,02
PL-29	3,99	3,99	3,99	0,00
PL-30	2,11	2,08	2,09	0,02
PL-31	6,60	6,63	6,62	0,02
PL-32	5,09	5,13	5,11	0,02
PL-33	4,12	4,12	4,12	0,00
PL-34	5,46	5,43	5,44	0,02
PL-35	3,69	3,65	3,67	0,02
PL-36	5,93	5,90	5,91	0,02
PL-37	3,89	3,92	3,90	0,02
PL-38	3,58	3,65	3,62	0,05
PL-39	5,46	5,43	5,44	0,02
PL-40	5,63	5,66	5,64	0,02
PL-41	4,49	4,46	4,47	0,02
Z-01	3,75	3,75	3,75	0,00
Z-02	3,12	3,22	3,17	0,07
Z-03	2,85	2,78	2,81	0,05
Z-04	3,45	3,48	3,47	0,02
Z-05	3,99	4,02	4,00	0,02
Z-06	3,25	3,28	3,27	0,02
Z-07	2,61	2,65	2,63	0,02
Z-08	4,19	4,15	4,17	0,02
Z-09	3,18	3,18	3,18	0,00
Z-10	3,25	3,22	3,23	0,02

Załącznik 4. Zawartość witaminy C [g/l] w badanych cydrach

Symbol próbki	wit. C' [g/l]	wit. C'' [g/l]	wit. C''' [g/l]	wit. C'''' [g/l]	Me	Sd
PL-01	3,90	4,19	4,19	4,05	4,19	0,09
PL-02	15,32	16,65	16,79	16,35	16,65	0,23
PL-03	0,57	0,72	0,72	0,28	0,72	0,26
PL-04	1,27	0,09	1,07	1,95	1,07	0,93
PL-05	3,54	3,10	2,06	1,77	2,06	0,70
PL-06	20,29	20,73	24,58	24,87	24,58	2,31
PL-07	3,59	4,18	4,03	4,47	4,18	0,23
PL-08	6,11	5,96	4,11	3,97	4,11	1,11
PL-09	1,53	1,38	1,82	1,67	1,67	0,23
PL-10	2,93	2,93	2,34	1,61	2,34	0,66
PL-11	2,79	2,64	3,15	3,30	3,15	0,34
PL-12	3,38	3,82	3,90	4,49	3,90	0,37
PL-13	8,49	9,23	7,69	8,13	8,13	0,79
PL-14	1,43	1,87	1,22	0,92	1,22	0,49
PL-15	15,19	15,48	17,56	17,26	17,26	1,12
PL-16	3,52	4,85	4,41	4,56	4,56	0,23
PL-17	2,05	1,75	1,31	1,53	1,53	0,22
PL-18	2,87	3,17	2,81	3,10	3,10	0,19
PL-19	1,31	1,61	1,02	1,61	1,61	0,34
PL-20	13,61	14,20	14,49	14,05	14,20	0,23
PL-21	4,02	4,31	4,15	4,59	4,31	0,22
PL-22	1,75	1,46	2,64	2,20	2,20	0,60
PL-23	5,46	6,04	4,78	4,19	4,78	0,95
PL-24	2,04	1,75	2,43	1,84	1,84	0,37
PL-25	1,06	1,65	1,50	1,06	1,50	0,31
PL-26	7,03	8,06	8,23	9,55	8,23	0,82
PL-27	4,08	3,94	4,17	6,23	4,17	1,26
PL-28	12,80	11,91	10,45	11,34	11,34	0,74
PL-29	2,86	2,12	2,43	2,14	2,14	0,17
PL-30	19,08	19,37	18,80	19,24	19,24	0,30
PL-31	20,77	21,22	21,81	22,25	21,81	0,52
PL-32	24,39	24,69	27,13	27,42	27,13	1,50
PL-33	1,61	2,49	1,16	1,61	1,61	0,68
PL-34	2,64	3,08	2,64	3,52	3,08	0,44
PL-35	2,05	1,75	1,61	2,05	1,75	0,23
PL-36	10,39	10,68	10,32	10,91	10,68	0,30
PL-37	1,02	1,31	1,16	1,16	1,16	0,09
PL-38	3,27	3,86	3,26	3,41	3,41	0,32
PL-39	29,24	29,39	27,78	27,93	27,93	0,89
PL-40	14,88	14,73	13,34	13,48	13,48	0,77
PL-41	20,08	20,38	19,34	18,75	19,34	0,82
Z-01	2,05	1,16	1,90	1,16	1,16	0,43
Z-02	25,34	24,75	24,75	23,43	24,75	0,77
Z-03	19,00	20,63	19,09	19,23	19,23	0,85
Z-04	2,05	2,49	2,65	2,51	2,51	0,09
Z-05	1,23	0,94	1,67	1,38	1,38	0,37
Z-06	24,28	24,57	23,24	23,24	23,24	0,77
Z-07	25,49	25,64	25,43	25,57	25,57	0,11
Z-08	21,58	22,02	22,17	22,02	22,02	0,09
Z-09	21,81	21,95	19,68	20,26	20,26	1,18
Z-10	23,36	23,66	23,38	23,82	23,66	0,22

Załącznik 5. Zawartość polifenoli ogółem [mg GAE/l] w badanych cydrach

Symbol próbki	polifenole ogółem' [mg GAE/l]	polifenole ogółem'' [mg GAE/l]	Me	Sd
PL-01	244,71	241,02	242,87	2,61
PL-02	295,33	301,07	298,20	4,06
PL-03	168,89	170,53	169,71	1,16
PL-04	186,93	190,00	188,46	2,17
PL-05	214,18	217,87	216,02	2,61
PL-06	127,30	131,60	129,45	3,04
PL-07	219,92	215,41	217,66	3,19
PL-08	154,96	156,60	155,78	1,16
PL-09	213,57	214,59	214,08	0,72
PL-10	301,07	301,27	301,17	0,14
PL-11	194,92	194,71	194,82	0,14
PL-12	470,98	468,52	469,75	1,74
PL-13	144,92	144,71	144,82	0,14
PL-14	99,63	94,51	97,07	3,62
PL-15	158,03	160,08	159,06	1,45
PL-16	138,16	138,77	138,46	0,43
PL-17	215,82	213,16	214,49	1,88
PL-18	99,22	99,63	99,43	0,29
PL-19	198,40	201,27	199,84	2,03
PL-20	328,77	328,36	328,57	0,29
PL-21	69,92	70,74	70,33	0,58
PL-22	189,18	193,89	191,54	3,33
PL-23	268,89	270,94	269,92	1,45
PL-24	198,20	199,02	198,61	0,58
PL-25	181,19	186,31	183,75	3,62
PL-26	207,21	208,44	207,83	0,87
PL-27	199,63	194,92	197,27	3,33
PL-28	257,83	247,58	252,70	7,24
PL-29	176,33	175,31	175,82	0,72
PL-30	1014,96	1019,57	1017,26	3,26
PL-31	490,37	484,22	487,30	4,35
PL-32	914,04	900,20	907,12	9,78
PL-33	79,51	85,14	82,33	3,98
PL-34	451,43	443,24	447,34	5,80
PL-35	218,34	224,49	221,41	4,35
PL-36	296,72	300,82	298,77	2,90
PL-37	108,20	109,22	108,71	0,72
PL-38	212,19	215,78	213,99	2,54
PL-39	183,44	185,90	184,67	1,74
PL-40	150,25	153,11	151,68	2,03
PL-41	207,62	210,08	208,85	1,74
Z-01	174,02	168,89	171,45	3,62
Z-02	844,75	838,20	841,48	4,64
Z-03	793,11	795,57	794,34	1,74
Z-04	267,01	270,59	268,80	2,54
Z-05	443,24	447,85	445,54	3,26
Z-06	398,16	396,11	397,13	1,45
Z-07	283,40	284,94	284,17	1,09
Z-08	137,40	144,57	140,98	5,07
Z-09	61,31	59,47	60,39	1,30
Z-10	220,74	225,25	222,99	3,19

Załącznik 6. Zawartość CPA (całkowitego potencjału antyoksydacyjnego) [%] w badanych cydrach

Symbol próbki	CPA' [%]	CPA'' [%]	Me	Sd
PL-01	41,13	40,05	40,59	0,77
PL-02	53,84	53,13	53,48	0,50
PL-03	39,15	40,99	40,07	1,30
PL-04	54,90	54,74	54,82	0,11
PL-05	37,46	36,09	36,78	0,96
PL-06	54,90	52,25	53,58	1,88
PL-07	51,45	50,48	50,96	0,68
PL-08	37,32	38,16	37,74	0,60
PL-09	50,73	52,14	51,44	1,00
PL-10	57,51	57,36	57,44	0,10
PL-11	75,86	75,01	75,44	0,60
PL-12	95,39	95,20	95,29	0,13
PL-13	62,68	61,93	62,31	0,53
PL-14	55,72	56,05	55,88	0,23
PL-15	65,88	65,32	65,60	0,40
PL-16	65,22	64,99	65,11	0,17
PL-17	68,71	67,86	68,28	0,60
PL-18	59,62	58,96	59,29	0,47
PL-19	78,16	78,12	78,14	0,03
PL-20	87,62	88,34	87,98	0,51
PL-21	16,00	15,35	15,68	0,45
PL-22	78,08	78,38	78,23	0,21
PL-23	55,50	53,86	54,68	1,16
PL-24	65,45	66,79	66,12	0,95
PL-25	76,30	78,97	77,64	1,89
PL-26	70,28	68,20	69,24	1,47
PL-27	61,14	60,55	60,85	0,42
PL-28	73,18	75,78	74,48	1,84
PL-29	57,80	56,09	56,95	1,21
PL-30	97,33	97,25	97,29	0,05
PL-31	95,10	94,95	95,02	0,11
PL-32	96,21	96,36	96,29	0,11
PL-33	22,36	19,84	21,10	1,79
PL-34	95,95	96,05	96,00	0,07
PL-35	42,73	37,55	40,14	3,66
PL-36	62,40	57,65	60,02	3,36
PL-37	22,49	16,89	19,69	3,96
PL-38	50,12	49,22	49,67	0,63
PL-39	69,36	69,43	69,40	0,05
PL-40	71,56	70,99	71,28	0,40
PL-41	73,62	73,83	73,72	0,15
Z-01	57,27	56,80	57,04	0,33
Z-02	96,06	96,58	96,32	0,37
Z-03	96,51	95,99	96,25	0,37
Z-04	75,63	75,85	75,74	0,16
Z-05	85,50	87,93	86,71	1,72
Z-06	92,20	92,60	92,40	0,28
Z-07	59,62	59,72	59,67	0,07
Z-08	62,59	63,11	62,85	0,37
Z-09	21,49	21,21	21,35	0,20
Z-10	68,01	67,16	67,59	0,60

Symbol próbki	ekstrakt' [g/l]	ekstrakt'' [g/l]	Me	Sd
PL-01	73,30	73,30	73,30	0,00
PL-02	98,50	98,50	98,50	0,00
PL-03	112,40	115,00	113,70	1,84
PL-04	86,30	88,90	87,60	1,84
PL-05	87,80	87,80	87,80	0,00
PL-06	86,80	86,80	86,80	0,00
PL-07	93,00	93,00	93,00	0,00
PL-08	115,80	118,40	117,10	1,84
PL-09	94,10	99,30	96,70	3,68
PL-10	97,20	94,60	95,90	1,84
PL-11	97,70	97,70	97,70	0,00
PL-12	56,90	56,90	56,90	0,00
PL-13	54,60	57,20	55,90	1,84
PL-14	94,60	94,60	94,60	0,00
PL-15	66,00	66,00	66,00	0,00
PL-16	94,60	94,60	94,60	0,00
PL-17	105,00	107,60	106,30	1,84
PL-18	115,00	115,00	115,00	0,00
PL-19	104,50	104,50	104,50	0,00
PL-20	110,60	110,60	110,60	0,00
PL-21	97,20	97,20	97,20	0,00
PL-22	103,40	103,40	103,40	0,00
PL-23	89,40	89,40	89,40	0,00
PL-24	102,90	108,10	105,50	3,68
PL-25	60,30	60,30	60,30	0,00
PL-26	105,00	102,40	103,70	1,84
PL-27	60,80	60,80	60,80	0,00
PL-28	76,90	74,30	75,60	1,84
PL-29	106,60	106,60	106,60	0,00
PL-30	46,50	46,50	46,50	0,00
PL-31	61,10	61,10	61,10	0,00
PL-32	50,70	53,30	52,00	1,84
PL-33	90,40	90,40	90,40	0,00
PL-34	83,70	78,50	81,10	3,68
PL-35	40,40	40,40	40,40	0,00
PL-36	82,10	82,10	82,10	0,00
PL-37	100,80	106,00	103,40	3,68
PL-38	73,30	73,30	73,30	0,00
PL-39	104,00	101,40	102,70	1,84
PL-40	95,60	95,60	95,60	0,00
PL-41	105,50	105,50	105,50	0,00
Z-01	128,00	128,00	128,00	0,00
Z-02	60,00	57,40	58,70	1,84
Z-03	54,30	54,30	54,30	0,00
Z-04	81,90	81,90	81,90	0,00
Z-05	88,10	88,10	88,10	0,00
Z-06	65,50	62,90	64,20	1,84
Z-07	55,10	57,70	56,40	1,84
Z-08	108,60	108,60	108,60	0,00
Z-09	101,90	101,90	101,90	0,00
Z-10	63,90	66,50	65,20	1,84

Załącznik 8. Przewodność [mS] badanych cydrów

Symbol próbki	przewodność' [mS]	przewodność'' [mS]	Me	Sd
PL-01	1,95	1,97	1,96	0,01
PL-02	2,76	2,75	2,76	0,01
PL-03	1,61	1,67	1,64	0,04
PL-04	1,92	1,95	1,94	0,02
PL-05	1,62	1,63	1,63	0,01
PL-06	1,55	1,55	1,55	0,00
PL-07	1,67	1,68	1,68	0,01
PL-08	1,82	1,82	1,82	0,00
PL-09	2,39	2,40	2,40	0,01
PL-10	1,95	1,96	1,96	0,01
PL-11	1,58	1,59	1,59	0,01
PL-12	2,38	2,40	2,39	0,01
PL-13	1,99	2,00	2,00	0,01
PL-14	1,20	1,20	1,20	0,00
PL-15	2,19	2,20	2,20	0,01
PL-16	1,01	1,01	1,01	0,00
PL-17	1,93	1,92	1,93	0,01
PL-18	1,00	1,00	1,00	0,00
PL-19	1,59	1,59	1,59	0,00
PL-20	2,04	2,02	2,03	0,01
PL-21	1,49	1,50	1,50	0,01
PL-22	1,63	1,64	1,64	0,01
PL-23	1,98	1,99	1,99	0,01
PL-24	1,92	1,93	1,93	0,01
PL-25	2,26	2,26	2,26	0,00
PL-26	1,57	1,58	1,58	0,01
PL-27	1,79	1,82	1,81	0,02
PL-28	1,89	1,93	1,91	0,03
PL-29	1,57	1,61	1,59	0,03
PL-30	2,58	2,59	2,59	0,01
PL-31	2,46	2,47	2,47	0,01
PL-32	2,61	2,62	2,62	0,01
PL-33	1,70	1,72	1,71	0,01
PL-34	1,76	1,77	1,77	0,01
PL-35	1,70	1,70	1,70	0,00
PL-36	2,20	2,21	2,21	0,01
PL-37	1,31	1,34	1,33	0,02
PL-38	1,33	1,32	1,33	0,01
PL-39	1,46	1,46	1,46	0,00
PL-40	1,40	1,42	1,41	0,01
PL-41	1,69	1,71	1,70	0,01
Z-01	0,90	0,91	0,91	0,01
Z-02	2,57	2,56	2,57	0,01
Z-03	2,78	2,78	2,78	0,00
Z-04	2,32	2,36	2,34	0,03
Z-05	2,19	2,17	2,18	0,01
Z-06	1,38	1,33	1,36	0,04
Z-07	1,28	1,30	1,29	0,01
Z-08	1,62	1,63	1,63	0,01
Z-09	0,85	0,88	0,87	0,02
Z-10	1,49	1,48	1,49	0,01

Symbol próbki	gęstość' [g/cm ³]	gęstość'' [g/cm ³]	Me	Sd
PL-01	1,02	1,02	1,02	0,00
PL-02	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-03	1,04	1,04	1,04	0,00
PL-04	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-05	1,02	1,02	1,02	0,00
PL-06	1,02	1,02	1,02	0,00
PL-07	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-08	1,04	1,04	1,04	0,00
PL-09	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-10	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-11	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-12	1,01	1,01	1,01	0,00
PL-13	1,01	1,01	1,01	0,00
PL-14	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-15	1,02	1,02	1,02	0,00
PL-16	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-17	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-18	1,04	1,04	1,04	0,00
PL-19	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-20	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-21	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-22	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-23	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-24	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-25	1,02	1,02	1,02	0,00
PL-26	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-27	1,01	1,01	1,01	0,00
PL-28	1,02	1,02	1,02	0,00
PL-29	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-30	1,01	1,01	1,01	0,00
PL-31	1,01	1,01	1,01	0,00
PL-32	1,01	1,01	1,01	0,00
PL-33	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-34	1,02	1,02	1,02	0,00
PL-35	1,01	1,01	1,01	0,00
PL-36	1,02	1,02	1,02	0,00
PL-37	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-38	1,02	1,02	1,02	0,00
PL-39	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-40	1,03	1,03	1,03	0,00
PL-41	1,03	1,03	1,03	0,00
Z-01	1,04	1,04	1,04	0,00
Z-02	1,01	1,01	1,01	0,00
Z-03	1,01	1,01	1,01	0,00
Z-04	1,02	1,02	1,02	0,00
Z-05	1,03	1,03	1,03	0,00
Z-06	1,02	1,02	1,02	0,00
Z-07	1,01	1,01	1,01	0,00
Z-08	1,03	1,03	1,03	0,00
Z-09	1,03	1,03	1,03	0,00
Z-10	1,02	1,02	1,02	0,00

Załącznik 10. Zawartość kwasu szczawiowego [mg/l] w badanych cydrach

Symbol próbki	kw. szczawiowy' [mg/l]	kw. szczawiowy'' [mg/l]	Me	Sd
PL-01	22,05	24,30	23,18	1,59
PL-02	7,65	6,75	7,20	0,64
PL-03	10,35	9,45	9,90	0,64
PL-04	18,45	21,15	19,80	1,91
PL-05	4,50	3,60	4,05	0,64
PL-06	10,35	9,00	9,68	0,95
PL-07	9,90	10,35	10,13	0,32
PL-08	27,90	28,80	28,35	0,64
PL-09	11,70	13,05	12,38	0,95
PL-10	16,65	14,85	15,75	1,27
PL-11	23,85	22,05	22,95	1,27
PL-12	5,40	4,95	5,18	0,32
PL-13	7,20	6,75	6,98	0,32
PL-14	11,70	12,60	12,15	0,64
PL-15	9,00	10,35	9,68	0,95
PL-16	14,40	16,20	15,30	1,27
PL-17	2,70	3,60	3,15	0,64
PL-18	17,10	17,10	17,10	0,00
PL-19	27,00	26,10	26,55	0,64
PL-20	12,15	12,60	12,38	0,32
PL-21	13,50	13,50	13,50	0,00
PL-22	15,30	15,75	15,53	0,32
PL-23	1,80	1,80	1,80	0,00
PL-24	15,30	14,40	14,85	0,64
PL-25	9,00	8,10	8,55	0,64
PL-26	9,90	10,80	10,35	0,64
PL-27	13,50	12,60	13,05	0,64
PL-28	10,80	10,35	10,58	0,32
PL-29	9,90	9,90	9,90	0,00
PL-30	7,20	6,30	6,75	0,64
PL-31	10,80	11,25	11,03	0,32
PL-32	24,75	22,50	23,63	1,59
PL-33	16,20	16,20	16,20	0,00
PL-34	14,40	15,30	14,85	0,64
PL-35	16,20	17,10	16,65	0,64
PL-36	17,10	18,90	18,00	1,27
PL-37	25,20	24,30	24,75	0,64
PL-38	20,70	19,35	20,03	0,95
PL-39	16,65	18,90	17,78	1,59
PL-40	17,55	18,00	17,78	0,32
PL-41	21,60	20,70	21,15	0,64
Z-01	14,85	16,20	15,53	0,95
Z-02	13,50	14,85	14,18	0,95
Z-03	9,45	10,80	10,13	0,95
Z-04	16,20	14,40	15,30	1,27
Z-05	22,95	26,10	24,53	2,23
Z-06	13,95	16,65	15,30	1,91
Z-07	10,80	13,50	12,15	1,91
Z-08	22,95	20,70	21,83	1,59
Z-09	18,00	21,15	19,58	2,23
Z-10	10,35	12,15	11,25	1,27

Załącznik 11a. Zawartość maltozy [g/l] w badanych cydrach

Symbol próbki	X _{min}	X _{max}	Me	SD
PL-01	2,27	2,28	2,27	0,01
PL-02	0,88	0,88	0,88	0,00
PL-03	-	-	-	-
PL-04	2,07	2,23	2,09	0,08
PL-05	-	-	-	-
PL-06	-	-	-	-
PL-07	-	-	-	-
PL-08	1,48	1,50	1,49	0,01
PL-09	3,17	3,17	3,17	0,00
PL-10	-	-	-	-
PL-11	1,49	1,49	1,49	0,00
PL-12	0,83	0,84	0,83	0,01
PL-13	-	-	-	-
PL-14	1,88	1,95	1,89	0,04
PL-15	-	-	-	-
PL-16	-	-	-	-
PL-17	3,35	3,37	3,36	0,01
PL-18	-	-	-	-
PL-19	1,78	1,86	1,80	0,04
PL-20	1,54	1,56	1,56	0,01
PL-21	1,16	1,21	1,17	0,03
PL-22	1,35	1,36	1,36	0,00
PL-23	-	-	-	-
PL-24	-	-	-	-
PL-25	1,39	1,44	1,42	0,02
PL-26	-	-	-	-
PL-27	-	-	-	-
PL-28	2,26	2,39	2,35	0,07
PL-29	5,07	5,10	5,08	0,02
PL-30	-	-	-	-
PL-31	0,56	0,56	0,56	0,00
PL-32	-	-	-	-
PL-33	2,34	2,55	2,47	0,10
PL-34	-	-	-	-
PL-35	1,35	1,39	1,37	0,02
PL-36	-	-	-	-
PL-37	0,86	0,89	0,88	0,01
PL-38	-	-	-	-
PL-39	1,62	1,67	1,65	0,03
PL-40	-	-	-	-
PL-41	-	-	-	-
Z-01	13,89	13,89	13,89	0,00
Z-02	-	-	-	-
Z-03	-	-	-	-
Z-04	1,62	1,79	1,66	0,09
Z-05	-	-	-	-
Z-06	1,02	1,78	1,74	0,43
Z-07	-	-	-	-
Z-08	1,72	1,75	1,72	0,02
Z-09	3,22	3,32	3,29	0,05
Z-10	1,00	1,01	1,00	0,01

Załącznik 11b. Zawartość glukozy [g/l] w badanych cydrach

Symbol próbki	glukoza' [g/l]	glukoza'' [g/l]	glukoza''' [g/l]	Me	Sd
PL-01	34,95	35,94	36,02	35,94	0,60
PL-02	14,19	14,27	14,11	14,19	0,08
PL-03	64,78	65,70	66,40	65,70	0,81
PL-04	46,13	47,49	47,10	47,10	0,70
PL-05	26,02	26,78	26,75	26,75	0,43
PL-06	39,84	40,83	41,18	40,83	0,70
PL-07	47,58	48,89	48,37	48,37	0,66
PL-08	35,24	35,11	35,37	35,24	0,13
PL-09	28,48	28,59	28,40	28,48	0,10
PL-10	13,22	13,37	13,31	13,31	0,08
PL-11	38,71	38,60	38,82	38,71	0,11
PL-12	25,03	25,24	24,90	25,03	0,17
PL-13	20,88	21,25	21,17	21,17	0,19
PL-14	54,52	55,45	55,85	55,45	0,68
PL-15	16,83	17,23	17,15	17,15	0,21
PL-16	66,48	67,25	65,00	66,48	1,15
PL-17	36,63	37,33	37,35	37,33	0,41
PL-18	63,88	65,08	64,86	64,86	0,64
PL-19	59,33	60,13	60,85	60,13	0,76
PL-20	54,02	54,24	55,35	54,24	0,72
PL-21	53,79	54,83	55,58	54,83	0,90
PL-22	67,89	68,32	68,49	68,32	0,31
PL-23	41,11	41,88	42,06	41,88	0,50
PL-24	29,71	30,12	29,95	29,95	0,21
PL-25	21,15	21,64	21,70	21,64	0,30
PL-26	64,46	65,51	65,38	65,38	0,58
PL-27	39,98	40,62	40,28	40,28	0,32
PL-28	39,32	39,73	39,35	39,35	0,23
PL-29	29,98	27,63	30,04	29,98	1,37
PL-30	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-31	11,23	11,19	11,12	11,19	0,06
PL-32	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PL-33	56,95	57,47	57,76	57,47	0,41
PL-34	41,35	42,23	42,08	42,08	0,47
PL-35	11,70	12,38	12,25	12,25	0,36
PL-36	51,42	50,87	50,64	50,87	0,40
PL-37	44,59	44,70	43,98	44,59	0,39
PL-38	32,22	32,35	32,41	32,35	0,10
PL-39	58,81	59,31	60,27	59,31	0,74
PL-40	53,09	53,07	53,06	53,07	0,01
PL-41	63,45	63,46	63,47	63,46	0,01
Z-01	39,75	39,80	39,67	39,75	0,07
Z-02	4,67	4,75	4,68	4,68	0,04
Z-03	5,31	5,32	5,26	5,31	0,03
Z-04	28,12	24,23	23,86	24,23	2,36
Z-05	46,12	46,71	46,32	46,32	0,30
Z-06	39,05	39,41	39,64	39,41	0,30
Z-07	27,07	27,25	27,09	27,09	0,10
Z-08	54,39	54,71	54,12	54,39	0,29
Z-09	67,34	67,99	68,08	67,99	0,40
Z-10	29,12	29,42	29,53	29,42	0,21

Załącznik 11c. Zawartość fruktozy [g/l] w badanych cydrach

Symbol próbki	fruktoza' [g/l]	fruktoza'' [g/l]	fruktoza''' [g/l]	Me	Sd
PL-01	41,23	42,35	42,49	42,35	0,69
PL-02	44,15	44,86	44,06	44,15	0,43
PL-03	32,31	32,93	33,16	32,93	0,44
PL-04	31,54	32,84	32,82	32,82	0,75
PL-05	37,40	38,23	38,31	38,23	0,51
PL-06	31,45	32,05	32,61	32,05	0,58
PL-07	33,78	34,50	34,56	34,50	0,43
PL-08	51,46	51,58	51,46	51,46	0,07
PL-09	29,53	29,85	29,33	29,53	0,26
PL-10	43,65	44,15	44,53	44,15	0,44
PL-11	46,67	46,69	46,66	46,67	0,01
PL-12	39,57	40,37	40,53	40,37	0,51
PL-13	11,76	11,81	11,87	11,81	0,06
PL-14	33,12	33,79	33,97	33,79	0,45
PL-15	16,01	15,87	15,75	15,87	0,13
PL-16	33,10	33,97	34,28	33,97	0,61
PL-17	39,01	39,70	39,72	39,70	0,40
PL-18	41,74	42,20	42,84	42,20	0,55
PL-19	38,46	38,94	39,00	38,94	0,30
PL-20	45,84	46,21	46,70	46,21	0,43
PL-21	35,16	35,56	35,84	35,56	0,34
PL-22	29,77	30,32	30,51	30,32	0,39
PL-23	35,44	35,91	36,00	35,91	0,30
PL-24	41,60	42,07	42,24	42,07	0,33
PL-25	13,60	13,65	13,52	13,60	0,07
PL-26	37,12	37,45	37,73	37,45	0,30
PL-27	26,14	26,61	26,87	26,61	0,37
PL-28	42,02	41,97	42,02	42,02	0,03
PL-29	40,02	40,70	40,87	40,70	0,45
PL-30	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-31	22,47	22,30	22,38	22,38	0,09
PL-32	5,74	5,59	5,63	5,63	0,08
PL-33	28,71	29,17	29,11	29,11	0,25
PL-34	31,09	31,51	31,59	31,51	0,27
PL-35	17,27	17,70	17,98	17,70	0,36
PL-36	21,57	21,55	21,54	21,55	0,01
PL-37	43,33	43,38	43,31	43,33	0,03
PL-38	23,66	23,98	24,01	23,98	0,19
PL-39	41,36	41,70	43,18	41,70	0,96
PL-40	28,29	28,39	28,32	28,32	0,05
PL-41	34,36	34,34	34,38	34,36	0,02
Z-01	38,02	38,10	38,01	38,02	0,05
Z-02	16,09	16,22	16,83	16,22	0,39
Z-03	19,87	20,73	19,63	19,87	0,58
Z-04	24,86	25,56	24,35	24,86	0,61
Z-05	36,49	36,93	37,20	36,93	0,36
Z-06	10,95	11,43	11,32	11,32	0,25
Z-07	18,25	18,47	18,70	18,47	0,22
Z-08	37,22	37,64	37,41	37,41	0,21
Z-09	36,15	36,66	37,38	36,66	0,62
Z-10	21,74	21,87	21,98	21,87	0,12

Załącznik 11d. Zawartość melecytozy [g/l] w badanych cydrach

Symbol próbki	melecytoza' [g/l]	melecytoza'' [g/l]	melecytoza''' [g/l]	Me	Sd
PL-01	0,98	1,00	0,95	0,98	0,02
PL-02	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-03	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-04	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-05	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-06	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-07	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-08	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-09	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-10	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-11	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-12	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-13	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-14	1,31	1,33	1,32	1,32	0,01
PL-15	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-16	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-17	1,48	1,49	1,51	1,49	0,01
PL-18	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-19	0,82	0,83	0,84	0,83	0,01
PL-20	0,51	0,59	0,53	0,53	0,03
PL-21	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-22	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-23	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-24	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-25	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-26	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-27	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-28	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-29	1,55	1,56	1,59	1,56	0,01
PL-30	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-31	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-32	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-33	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-34	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-35	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-36	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-37	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-38	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-39	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-40	n.o	n.o	n.o	-	-
PL-41	n.o	n.o	n.o	-	-
Z-01	n.o	n.o	n.o	-	-
Z-02	n.o	n.o	n.o	-	-
Z-03	n.o	n.o	n.o	-	-
Z-04	n.o	n.o	n.o	-	-
Z-05	n.o	n.o	n.o	-	-
Z-06	n.o	n.o	n.o	-	-
Z-07	n.o	n.o	n.o	-	-
Z-08	1,25	1,26	1,25	1,25	0,00
Z-09	1,13	1,14	1,15	1,14	0,01
Z-10	n.o	n.o	n.o	-	-

Załącznik 11e. Zawartość etanolu [% v/v] w badanych cydrach

Symbol próbki	etanol' [% v/v]	etanol'' [% v/v]	etanol''' [% v/v]	Me	Sd
PL-01	5,25	5,25	5,25	5,25	0,00
PL-02	4,28	4,28	4,28	4,28	0,00
PL-03	4,56	4,56	4,56	4,56	0,00
PL-04	4,63	4,65	4,65	4,65	0,01
PL-05	5,67	5,69	5,66	5,67	0,01
PL-06	4,66	4,67	4,66	4,66	0,01
PL-07	5,01	5,00	5,04	5,01	0,02
PL-08	3,96	3,97	3,95	3,96	0,01
PL-09	4,65	4,64	4,66	4,65	0,01
PL-10	4,71	4,72	4,73	4,72	0,01
PL-11	5,58	5,58	5,58	5,58	0,00
PL-12	4,30	4,30	4,31	4,30	0,00
PL-13	5,09	5,13	5,11	5,11	0,02
PL-14	4,73	4,75	4,75	4,75	0,01
PL-15	4,70	4,72	4,73	4,72	0,02
PL-16	4,69	4,69	4,69	4,69	0,00
PL-17	4,68	4,68	4,68	4,68	0,00
PL-18	4,57	4,59	4,58	4,58	0,01
PL-19	4,59	4,58	4,57	4,58	0,01
PL-20	4,02	4,03	4,05	4,03	0,02
PL-21	4,68	4,69	4,68	4,68	0,01
PL-22	4,21	4,24	4,25	4,24	0,02
PL-23	4,78	4,67	4,67	4,67	0,06
PL-24	7,11	7,17	7,17	7,17	0,03
PL-25	4,57	4,59	4,58	4,58	0,01
PL-26	4,71	4,72	4,73	4,72	0,01
PL-27	5,40	5,42	5,42	5,42	0,01
PL-28	4,74	4,83	4,84	4,83	0,06
PL-29	9,00	9,04	9,05	9,04	0,03
PL-30	8,11	8,12	8,11	8,11	0,01
PL-31	5,50	5,50	5,50	5,50	0,00
PL-32	8,64	8,49	8,60	8,60	0,08
PL-33	5,06	5,04	5,04	5,04	0,01
PL-34	4,59	4,60	4,59	4,59	0,01
PL-35	5,47	5,52	5,51	5,51	0,03
PL-36	4,78	4,79	4,78	4,78	0,00
PL-37	5,67	5,72	5,70	5,70	0,02
PL-38	6,09	5,99	5,99	5,99	0,06
PL-39	4,44	4,39	4,27	4,39	0,09
PL-40	4,24	4,24	4,24	4,24	0,00
PL-41	4,77	4,77	4,76	4,77	0,01
Z-01	4,46	4,46	4,46	4,46	0,00
Z-02	5,22	5,24	5,20	5,22	0,02
Z-03	4,35	4,30	4,24	4,30	0,06
Z-04	5,53	5,56	5,55	5,55	0,01
Z-05	4,30	4,29	4,28	4,29	0,01
Z-06	4,55	4,59	4,57	4,57	0,02
Z-07	4,52	4,56	4,55	4,55	0,02
Z-08	5,73	5,76	5,74	5,74	0,02
Z-09	4,62	4,64	4,64	4,64	0,01
Z-10	4,79	4,79	4,80	4,79	0,00

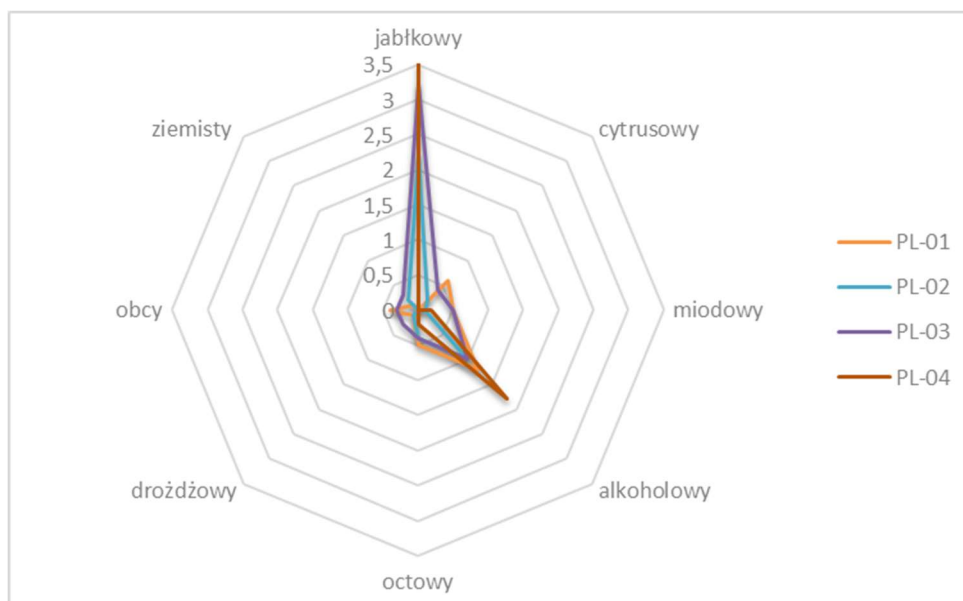
Załącznik 11f. Zawartość cukrów ogółem [g/l] w badanych cydrach

Symbol próbki	cukry ogółem' [g/l]	cukry ogółem'' [g/l]	cukry ogółem''' [g/l]	Me	Sd
PL-01	79,44	81,56	81,72	81,56	1,27
PL-02	59,22	60,01	59,05	59,22	0,51
PL-03	97,09	98,63	99,56	98,63	1,25
PL-04	79,90	82,42	81,99	81,99	1,35
PL-05	63,42	65,01	65,06	65,01	0,94
PL-06	71,29	72,88	73,79	72,88	1,26
PL-07	81,35	83,38	82,93	82,93	1,06
PL-08	88,18	88,19	88,32	88,19	0,08
PL-09	61,18	61,62	60,89	61,18	0,36
PL-10	56,87	57,52	57,84	57,52	0,49
PL-11	86,87	86,78	86,97	86,87	0,09
PL-12	65,43	66,44	66,26	66,26	0,54
PL-13	32,64	33,06	33,04	33,04	0,24
PL-14	90,90	92,45	93,03	92,45	1,10
PL-15	32,84	33,11	32,90	32,90	0,14
PL-16	99,59	101,22	99,27	99,59	1,05
PL-17	80,48	81,90	81,94	81,90	0,83
PL-18	105,62	107,29	107,70	107,29	1,10
PL-19	100,46	101,70	102,47	101,70	1,01
PL-20	101,93	102,60	104,13	102,60	1,13
PL-21	90,16	91,57	92,59	91,57	1,22
PL-22	99,01	100,00	100,37	100,00	0,70
PL-23	76,55	77,79	78,06	77,79	0,80
PL-24	71,31	72,19	72,20	72,19	0,51
PL-25	36,19	36,72	36,61	36,61	0,28
PL-26	101,58	102,96	103,11	102,96	0,85
PL-27	66,11	67,22	67,16	67,16	0,62
PL-28	83,73	84,05	83,63	83,73	0,22
PL-29	76,62	75,00	77,58	76,62	1,30
PL-30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
PL-31	34,27	34,04	34,06	34,06	0,12
PL-32	5,74	5,59	5,63	5,63	0,08
PL-33	88,13	89,19	89,21	89,19	0,62
PL-34	72,44	73,73	73,67	73,67	0,73
PL-35	30,36	31,45	31,58	31,45	0,67
PL-36	72,99	72,43	72,18	72,43	0,41
PL-37	88,78	88,97	88,16	88,78	0,42
PL-38	55,88	56,33	56,42	56,33	0,29
PL-39	101,85	102,66	105,06	102,66	1,67
PL-40	81,37	81,47	81,39	81,39	0,05
PL-41	97,81	97,80	97,85	97,81	0,02
Z-01	91,66	91,79	91,57	91,66	0,11
Z-02	20,76	20,97	21,50	20,97	0,38
Z-03	25,19	26,06	24,89	25,19	0,61
Z-04	54,76	51,44	49,83	51,44	2,52
Z-05	82,62	83,63	83,52	83,52	0,56
Z-06	51,02	52,59	52,74	52,59	0,95
Z-07	45,32	45,72	45,79	45,72	0,25
Z-08	94,58	95,32	94,54	94,58	0,44
Z-09	107,94	109,08	109,83	109,08	0,95
Z-10	51,86	52,28	52,52	52,28	0,33

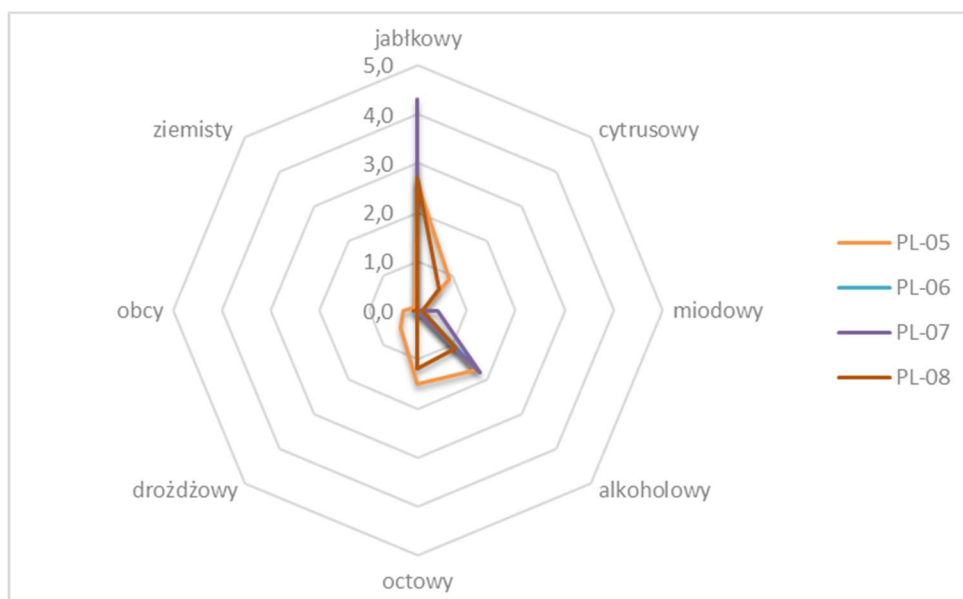
Załącznik 12. Ocena profilowania sensorycznego badanych cydrów

Symbol próbki	jabłkowy	cytrusowy	miodowy	alkoholowy	octowy	drożdżowy	obcy	ziemisty	kwaśny	słodki	pełny	garbnikowy	nasycony CO ₂	ogólna ocena
PL-01	4,1	0,6	0,5	1,2	0,5	0,1	0,4	0,1	2,2	3,5	1,8	1,4	3,8	2,2
PL-02	2,2	0,2	0,1	1	0,4	0,1	0	0,2	3,6	3	3	0,7	3,3	2,3
PL-03	3,2	0,4	0,5	1	0,4	0,3	0,3	0,3	2,2	4	3	0,4	3,4	3,5
PL-04	3,5	0	0,2	1,8	0,2	0	0	0	3,7	3,5	3,5	0,1	3,1	3,4
PL-05	2,6	0,9	0,1	1,7	1,5	0,5	0,3	0,1	4,3	1,6	2,2	1,5	4,4	2,6
PL-06	3,0	0,0	0,1	1,6	0,0	0,1	0,0	0,0	2,7	2,6	2,6	0,1	2,9	2,6
PL-07	4,3	0,0	0,4	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	2,7	4,3	4,8	0,0	3,1	2,8
PL-08	2,7	0,6	0,1	1,1	1,2	0,0	0,1	0,0	2,8	4,1	2,5	0,0	3,2	3,2
PL-09	3,5	0,0	0,0	1,0	0,5	0,0	0,6	0,0	2,0	3,0	2,4	0,3	3,8	3,3
PL-10	2,5	0,5	0,0	1,1	0,1	0,0	0,8	0,0	3,4	3,2	2,2	0,3	3,5	2,6
PL-11	2,1	0,8	0,0	0,6	0,0	0,0	0,6	0,0	2,1	4,7	2,0	0,0	4,7	2,5
PL-12	3,7	0,6	0,0	1,3	1,3	0,0	0,1	0,3	4,3	2,8	2,5	2,5	3,3	3,9
PL-13	2,4	0,5	0,2	2,2	1,6	0,2	0,0	0,0	4,2	1,4	2,2	2,9	3,4	2,9
PL-14	3,3	0,2	0,7	1,4	0,6	0,2	0,0	0,0	2,2	3,6	2,9	0,7	3,0	3,5
PL-15	2,8	0,0	0,0	1,9	0,9	0,0	0,0	0,2	4,4	1,4	2,4	3,2	2,9	1,7
PL-16	2,4	1,6	0,6	0,7	0,0	0,0	1,1	0,0	1,3	4,4	1,6	0,0	4,7	2,6
PL-17	2,4	0,1	0,0	2,1	1,5	0,2	0,0	0,0	2,4	3,3	2,4	0,4	3,5	2,6
PL-18	3,1	0,1	0,4	1,2	0,5	0,0	0,8	0,0	2,1	4,7	1,7	0,6	4,5	3,6
PL-19	1,9	0,2	1,3	1,4	0,7	0,2	0,0	0,0	2,4	4,4	1,9	0,6	4,3	2,8
PL-20	2,8	0,1	1,5	1,3	0,8	0,0	0,0	0,0	2,1	4,1	2,8	1,3	2,9	3,5
PL-21	3,1	0,2	0,1	1,3	0,2	0,1	0,0	0,0	2,2	3,7	2,5	0,0	3,7	3,6
PL-22	2,1	0,6	0,9	1,1	0,4	0,2	0,2	0,0	2,8	4,2	2,8	0,5	2,8	2,8
PL-23	1,8	0,0	0,0	1,3	0,6	0,0	0,0	0,5	2,5	2,6	2,4	1,2	2,3	1,8
PL-24	2,4	0,0	0,0	2,0	0,8	0,2	0,0	0,2	3,2	2,7	2,2	1,0	2,6	2,8
PL-25	3,0	1,2	0,3	1,2	0,6	0,5	0,2	0,2	4,2	1,9	2,4	1,1	3,2	3,3
PL-26	3,2	0,7	0,8	1,3	0,3	0,0	0,3	0,1	2,6	4,3	3,6	0,4	3,4	3,6
PL-27	2,7	0,3	0,5	1,9	1,0	0,5	0,4	0,3	3,6	3,7	2,6	1,2	3,2	3,3
PL-28	2,7	0,6	0,9	1,8	1,2	0,4	0,0	0,2	3,8	2,8	1,6	0,8	3,7	2,4
PL-29	3,2	0,3	0,5	2,1	0,9	0,1	0,2	0,4	3,3	2,9	2,3	1,7	3,8	2,9
PL-30	2,0	0,1	0,0	1,8	2,5	1,5	0,5	2,2	4,9	0,5	1,7	3,8	1,7	1,7
PL-31	2,5	0,4	0,1	1,3	1,8	0,6	0,6	1,8	4,6	1,9	2,7	2,7	2,6	2,6
PL-32	4,1	0,0	0,2	2,1	0,9	0,0	0,0	1,0	4,7	1,2	2,2	2,0	1,8	2,5
PL-33	2,8	0,2	0,7	1,3	0,6	0,2	0,2	0,0	2,7	3,6	2,5	0,6	3,6	2,8
PL-34	3,3	0,7	0,6	1,1	0,6	0,1	0,1	0,1	3,2	3,2	2,8	0,5	3,1	2,9
PL-35	3,4	0,3	0,1	1,1	0,4	0,0	0,0	0,0	3,7	3,5	3,7	0,3	3,6	3,5
PL-36	2,4	0,2	0,0	1,1	0,4	0,2	0,0	0,4	3,6	2,4	3,0	1,6	3,1	3,3
PL-37	2,3	0,3	0,2	0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	1,7	3,5	2,6	0,1	3,4	3,0
PL-38	2,7	0,2	0,0	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	2,9	3,4	2,5	0,7	3,2	2,9
PL-39	2,9	0,0	2,0	1,5	0,2	0,1	0,0	0,0	1,8	4,4	2,7	0,0	3,6	3,7
PL-40	1,9	0,0	0,0	0,8	0,4	0,0	0,3	0,3	2,2	3,1	1,8	0,4	3,0	2,2
PL-41	2,9	0,2	0,0	1,5	0,4	0,0	0,0	0,0	2,2	4,3	2,1	0,1	3,4	3,1
Z-01	3,0	0,1	0,1	1,1	0,1	0,1	0,0	0,0	2,6	4,1	3,5	0,3	3,5	3,3
Z-02	2,7	0,0	0,0	1,3	1,9	0,2	0,0	0,9	4,5	0,9	3,6	3,5	3,7	1,7
Z-03	2,7	0,0	0,0	1,3	2,1	0,2	0,0	0,6	4,4	0,9	3,0	3,4	3,4	1,9
Z-04	2,1	0,0	0,2	1,3	0,3	0,0	0,6	0,1	3,6	3,3	2,1	0,2	2,9	2,6
Z-05	3,5	0,2	0,2	0,9	0,4	0,0	0,0	0,0	3,0	3,3	2,8	1,5	2,8	3,6
Z-06	2,4	0,1	0,0	0,9	0,2	0,0	0,0	0,0	3,1	2,4	2,1	0,6	2,9	2,6
Z-07	2,7	0,0	0,0	1,5	0,3	0,0	0,0	0,0	4,1	1,8	2,2	1,0	2,7	2,5
Z-08	3,1	0,0	0,4	1,4	0,4	0,0	0,0	0,0	3,0	4,2	3,2	0,8	3,0	3,9
Z-09	3,2	0,1	0,0	1,3	0,3	0,0	0,3	0,0	2,7	4,4	2,7	0,6	3,1	3,1
Z-10	2,9	0,1	0,2	1,6	0,4	0,0	0,0	0,0	3,9	2,9	2,8	0,2	3,4	3,1

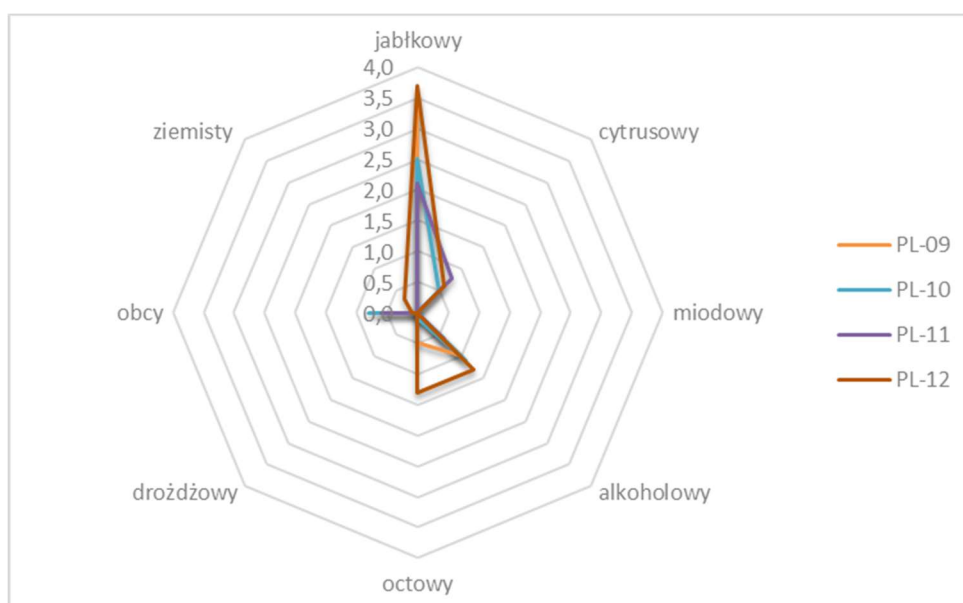
Załącznik 13. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL1-4



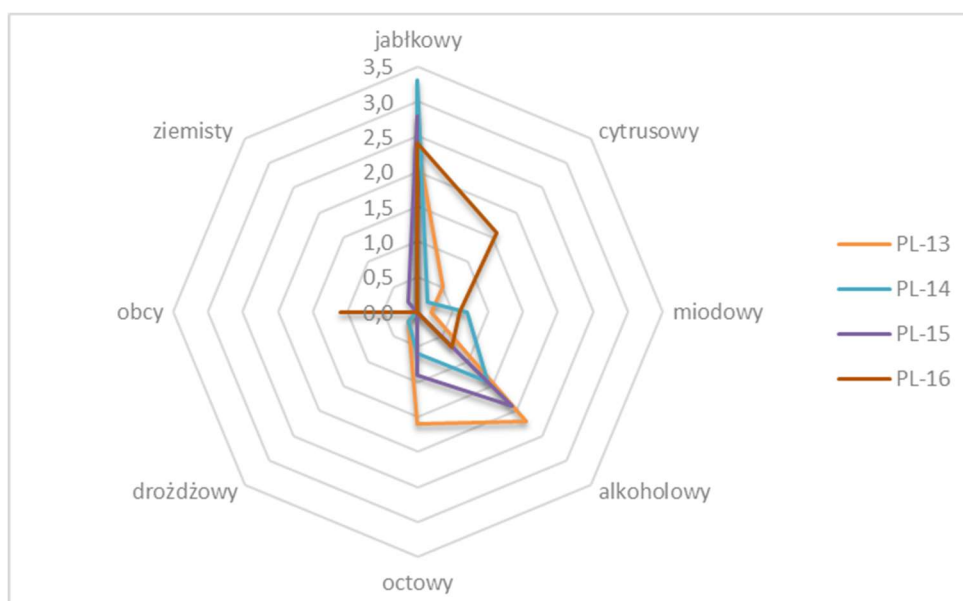
Załącznik 14. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL5-8



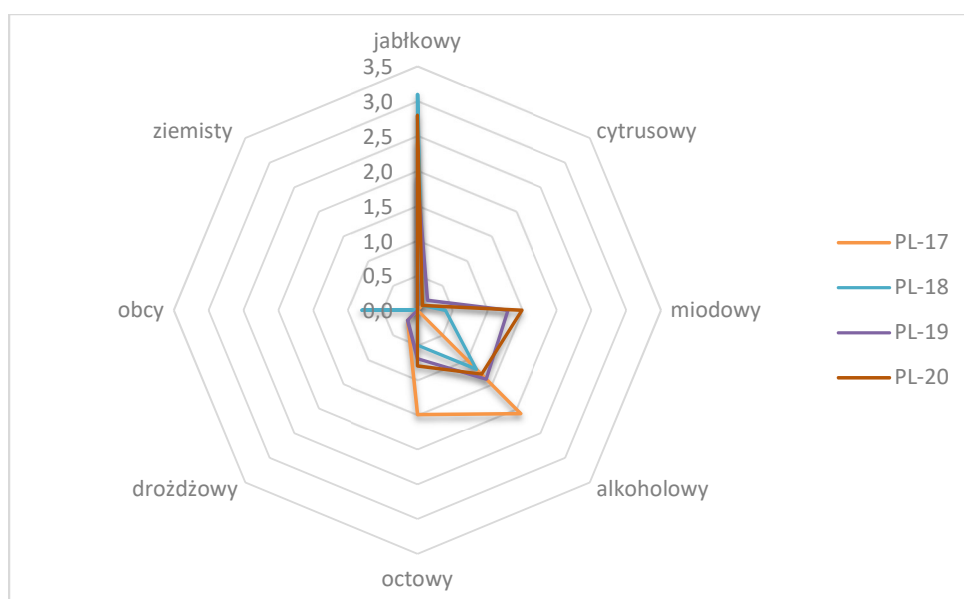
Załącznik 15. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL9-12



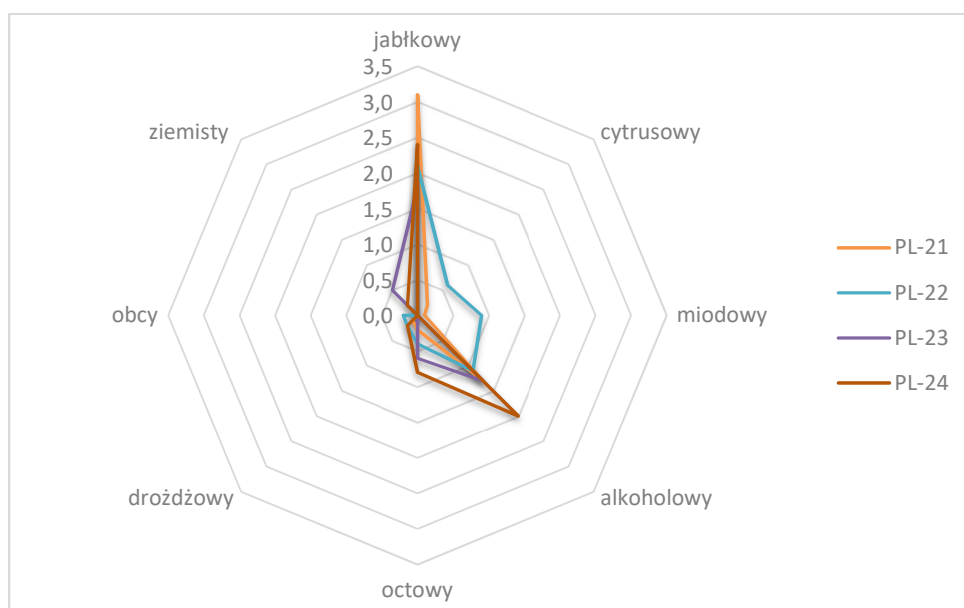
Załącznik 16. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL13-16



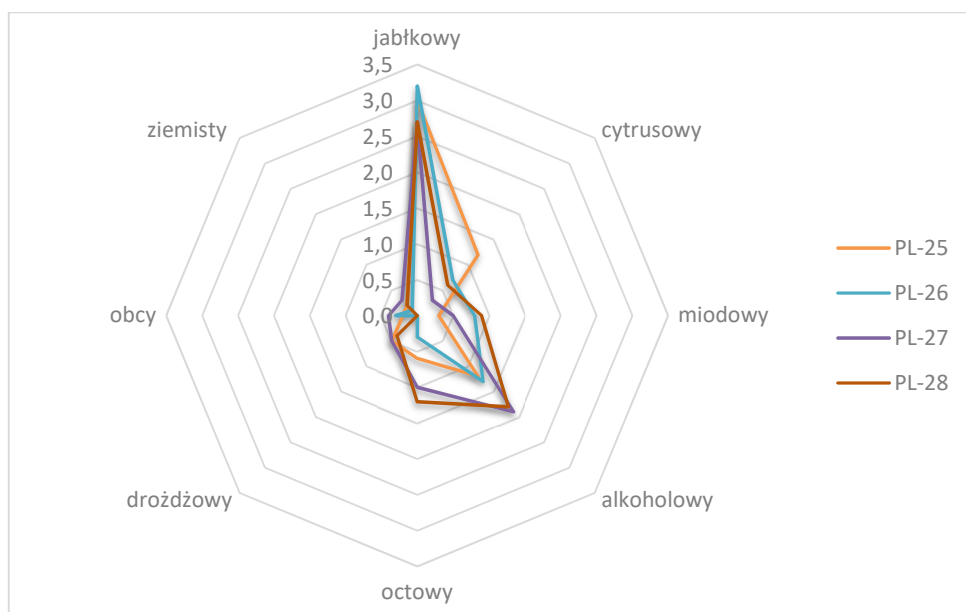
Załącznik 17. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL 17-20



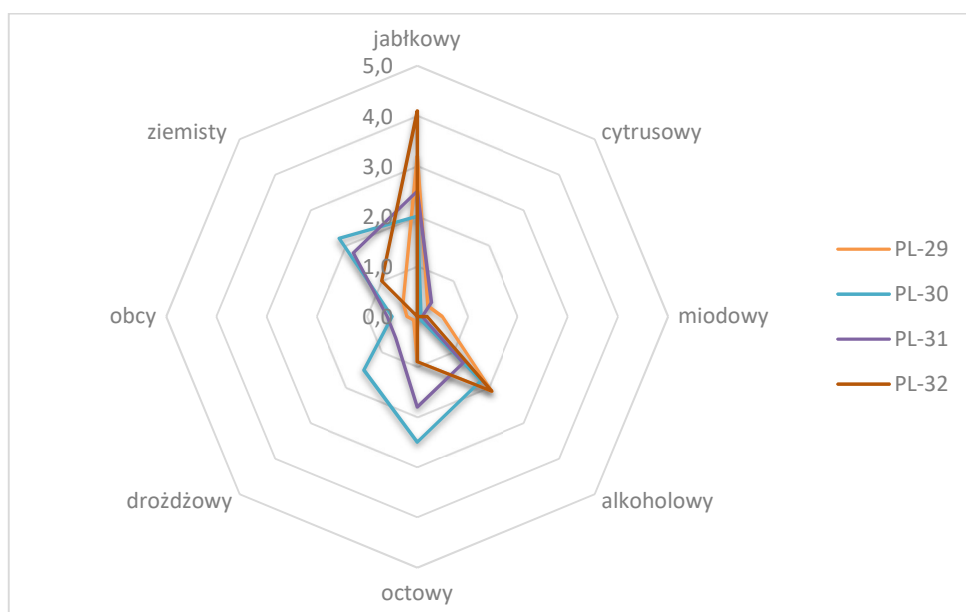
Załącznik 18. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL21-24



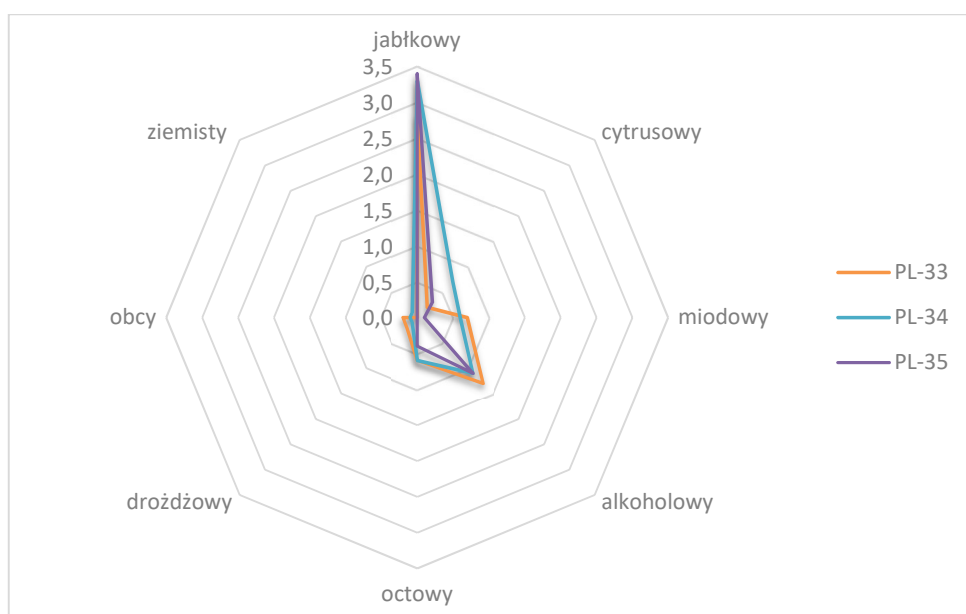
Załącznik 19. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL25-28



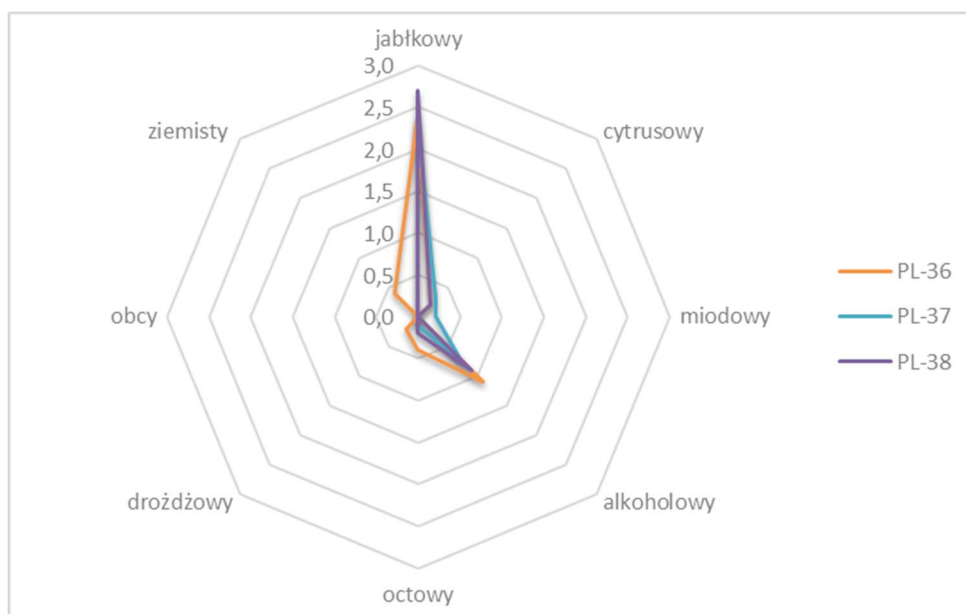
Załącznik 20. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL29-32



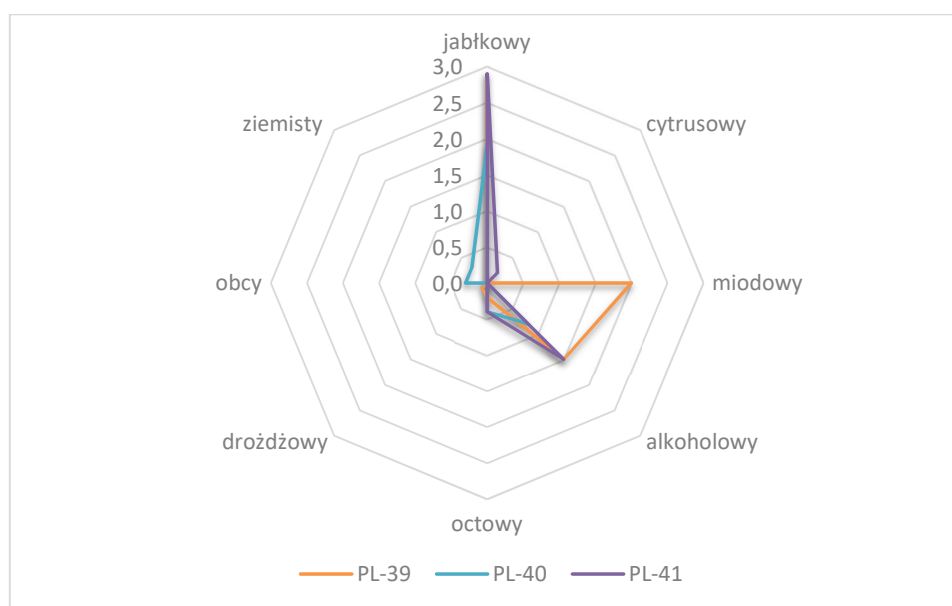
Załącznik 21. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL33-35



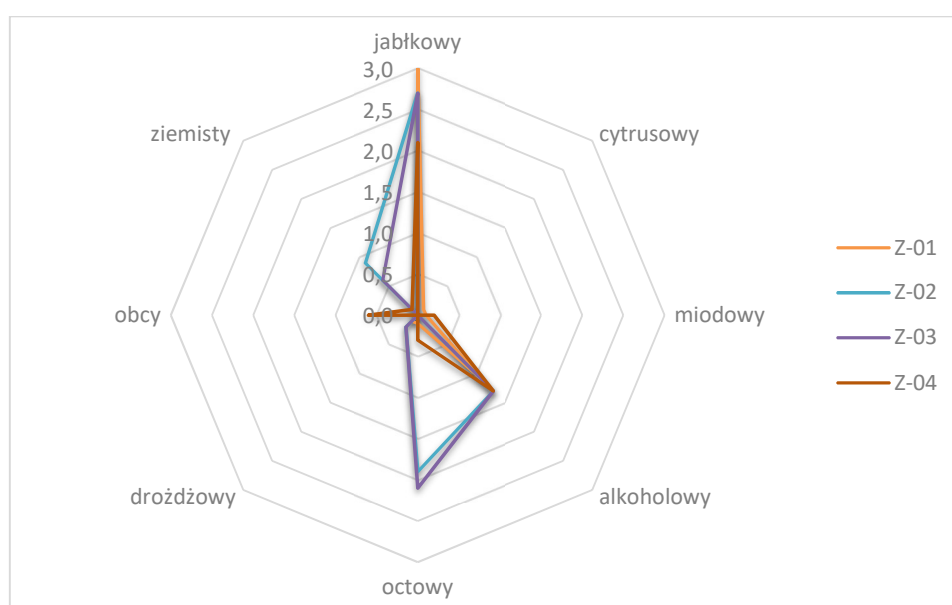
Załącznik 22. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL36-38



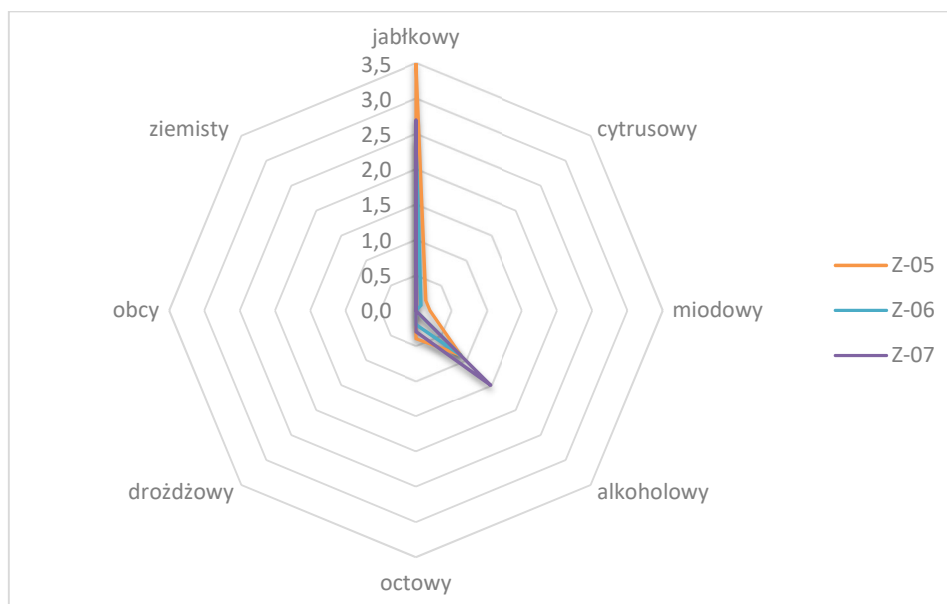
Załącznik 23. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości PL39-41



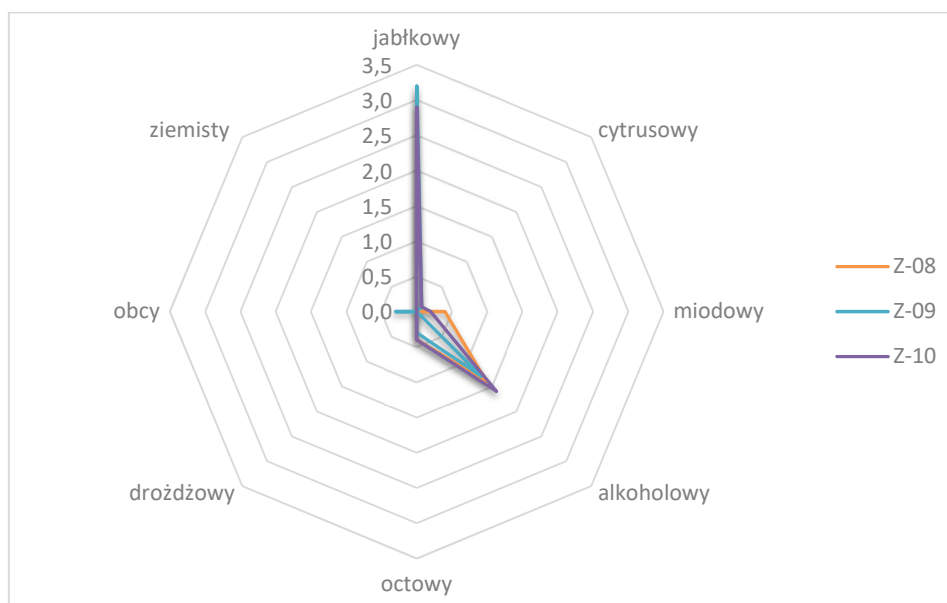
Załącznik 24. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości Z1-4



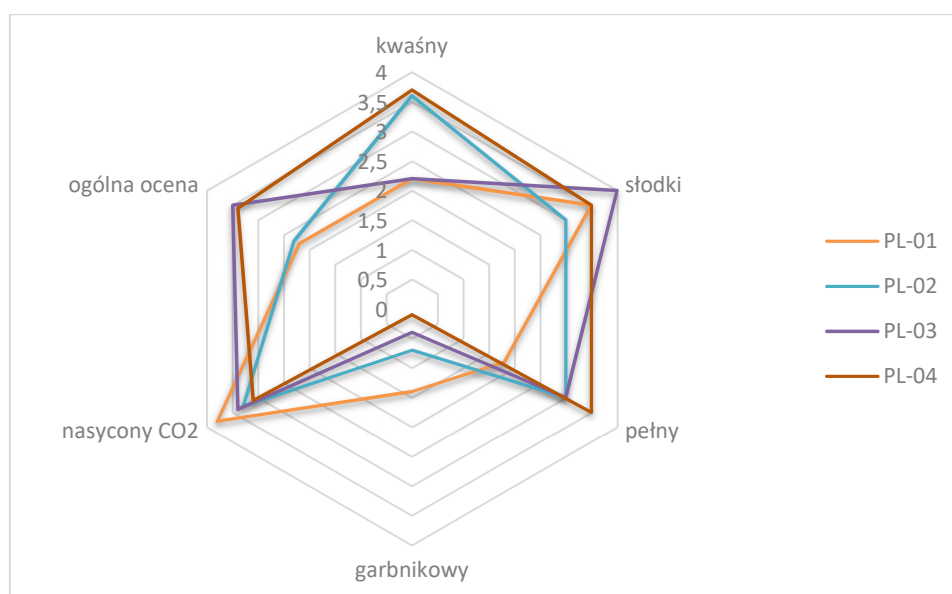
Załącznik 25. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości Z5-7



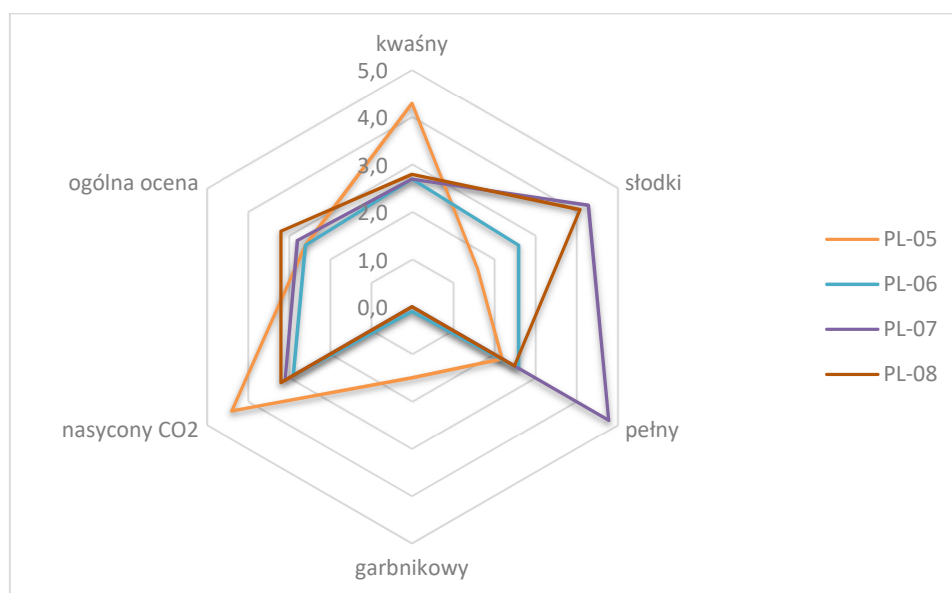
Załącznik 26. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smakowitości Z8-10



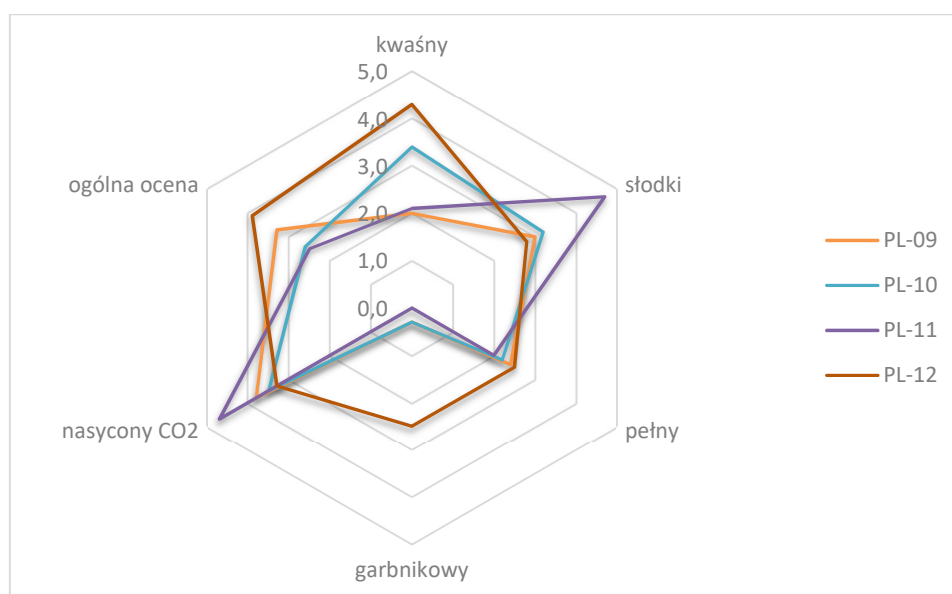
Załącznik 27. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL1-4



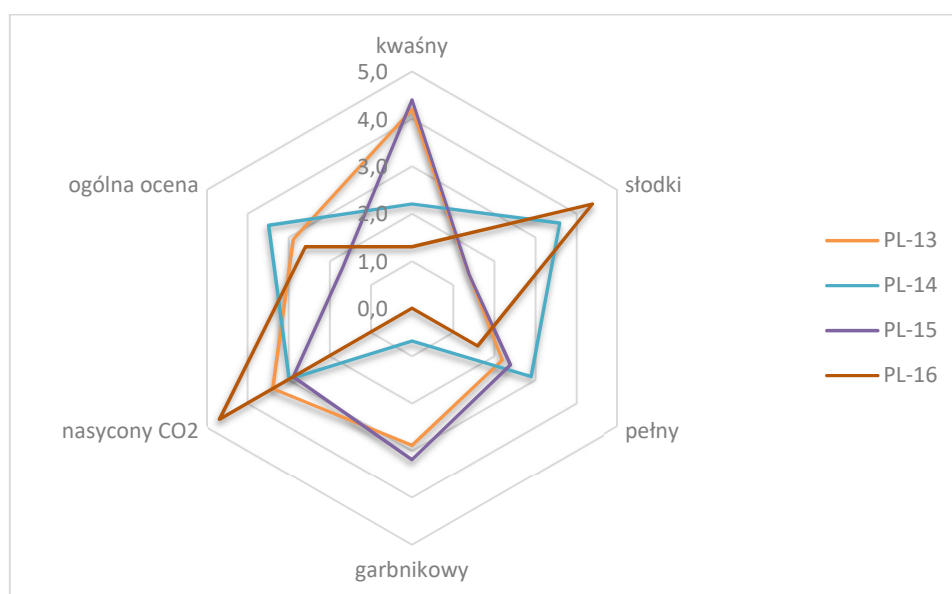
Załącznik 28. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL5-8



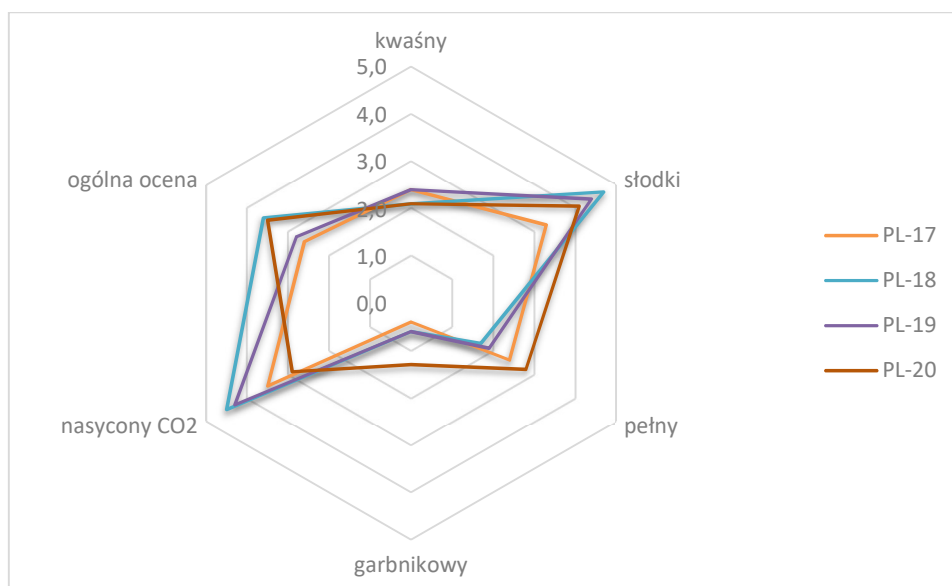
Załącznik 29. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL9-12



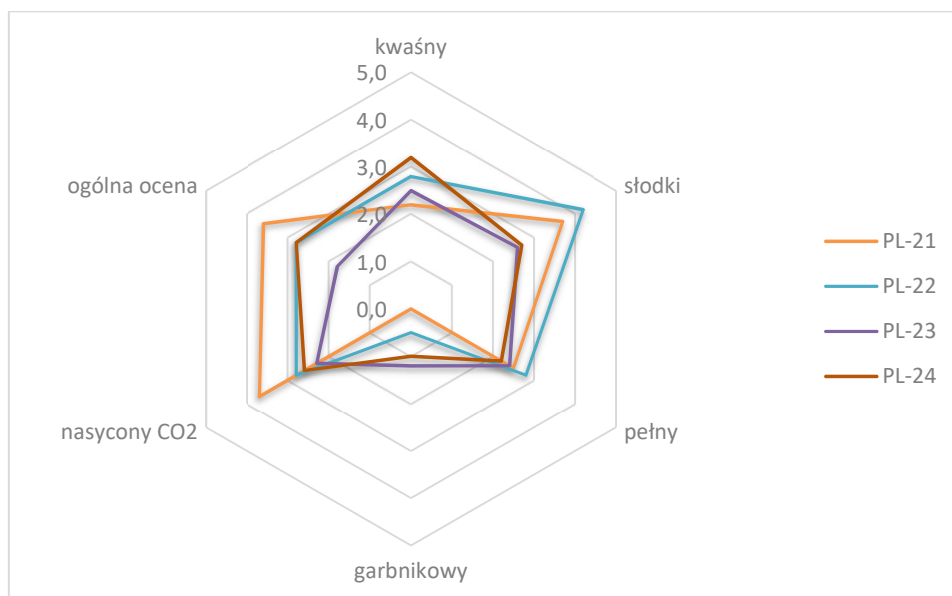
Załącznik 30. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL13-16



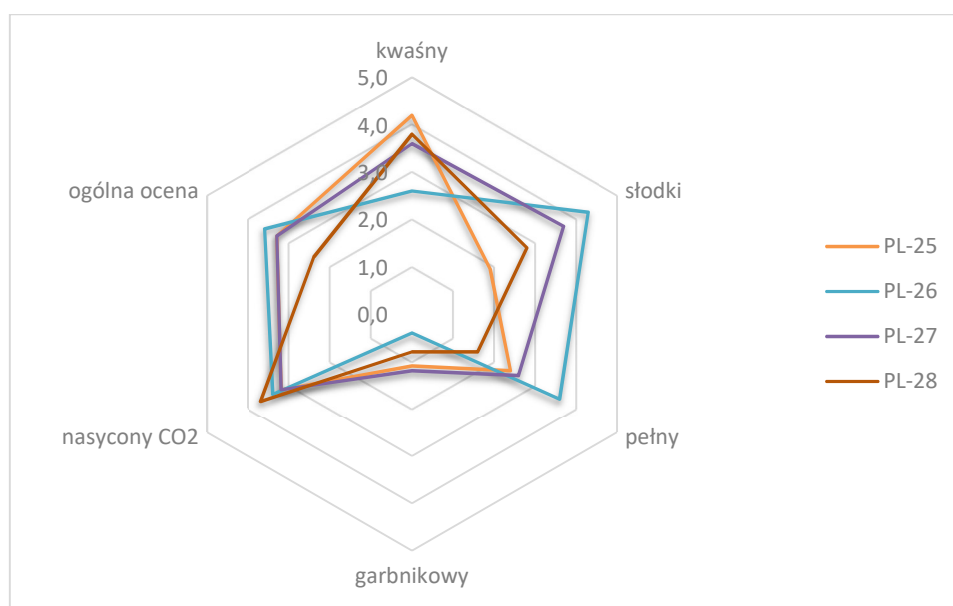
Załącznik 31. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL17-20



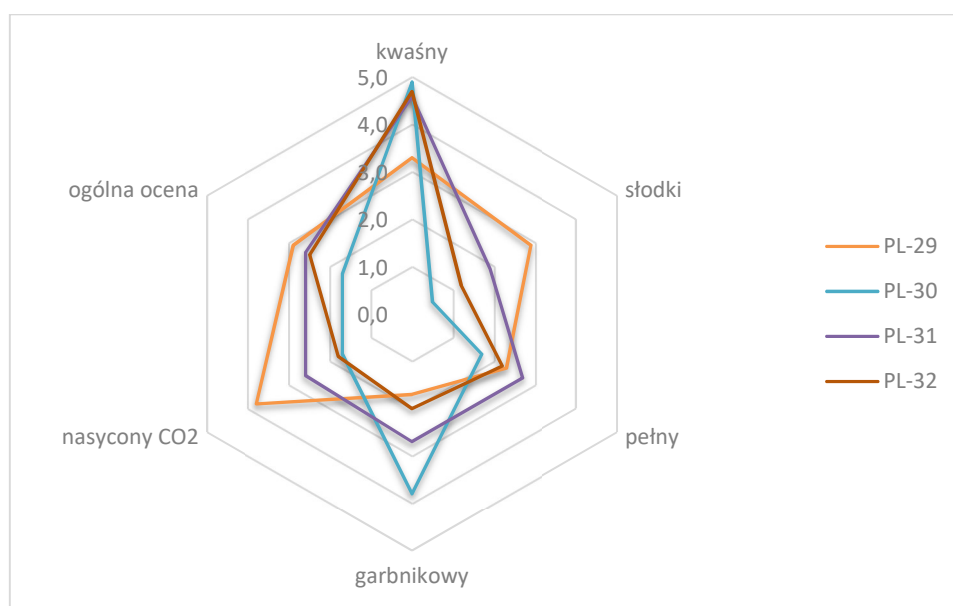
Załącznik 32. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL21-24



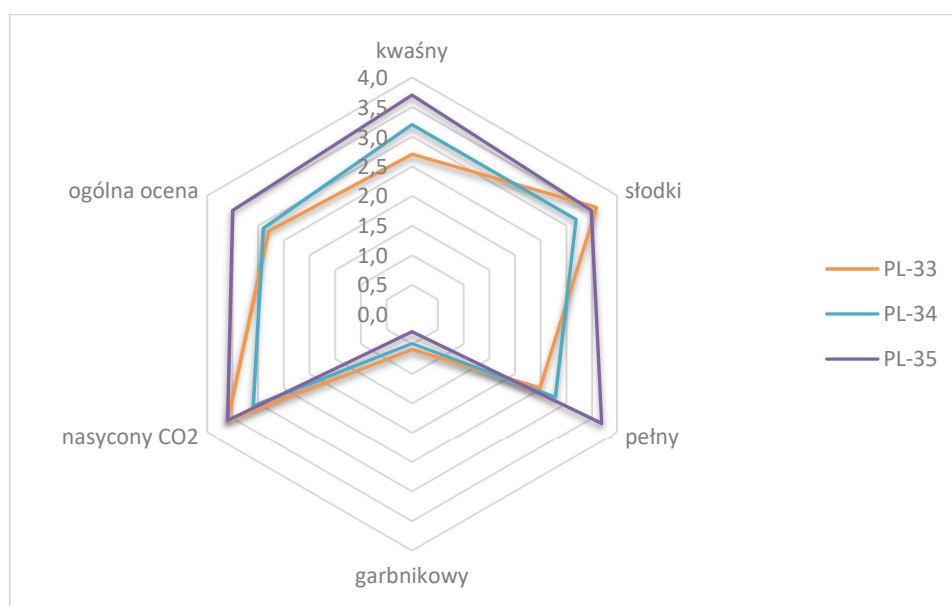
Załącznik 33. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL25-28



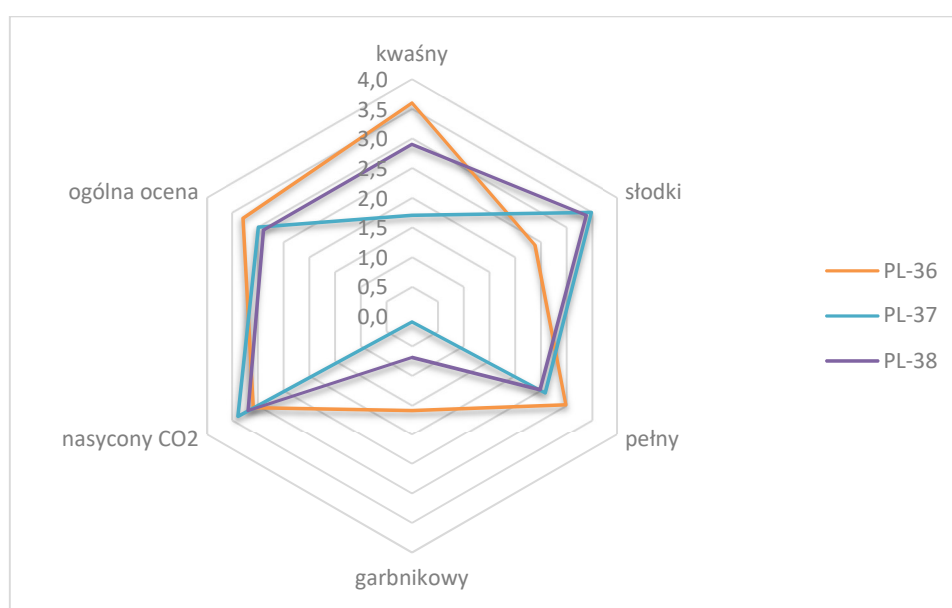
Załącznik 34. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL29-32



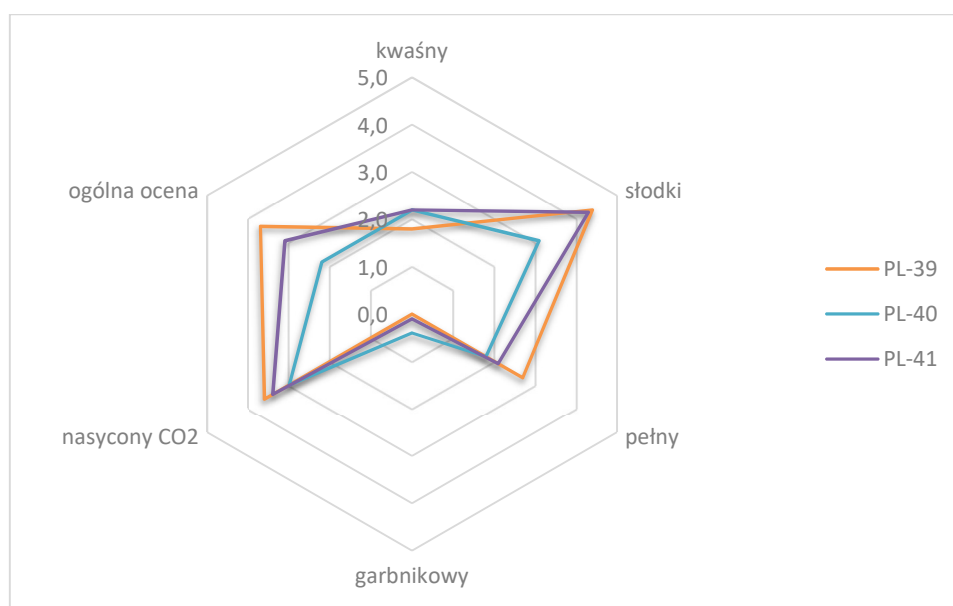
Załącznik 35. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL33-35



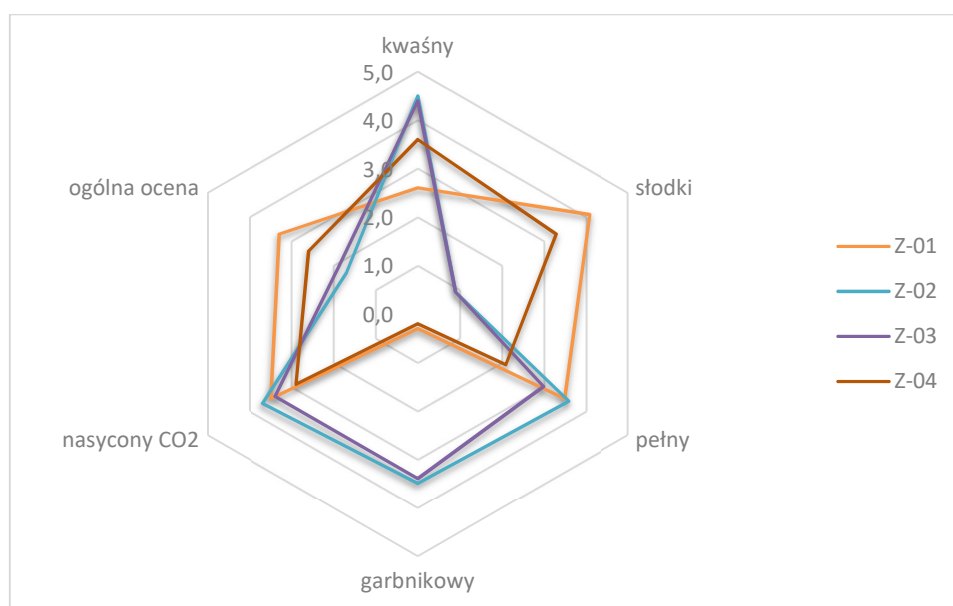
Załącznik 36. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL36-38



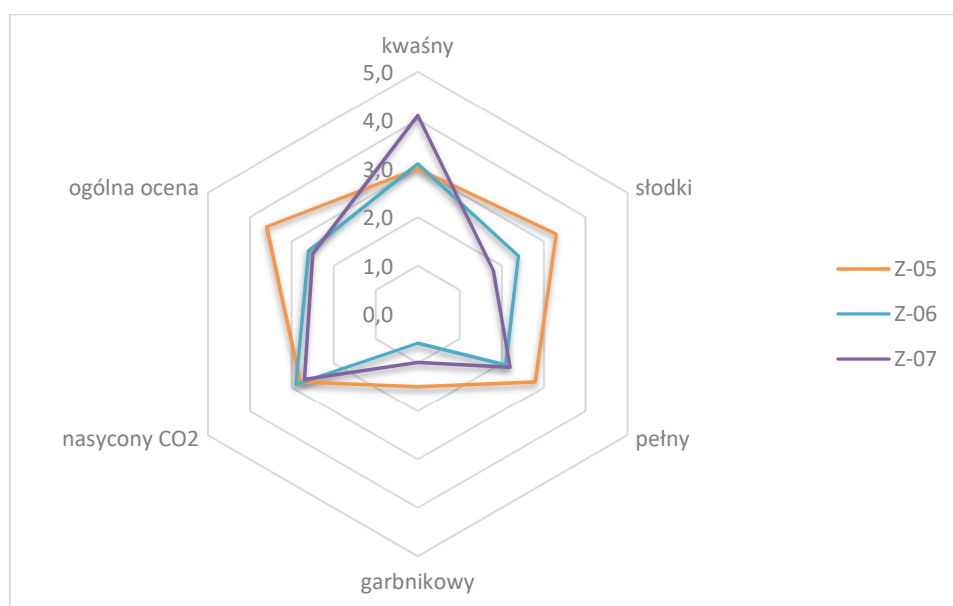
Załącznik 37. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych PL39-41



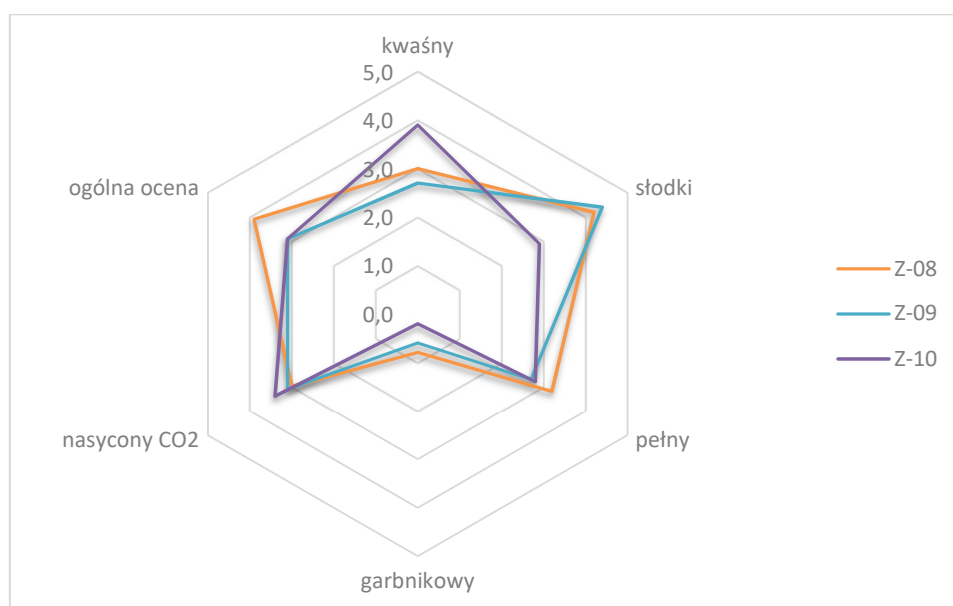
Załącznik 38. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych Z1-4



Załącznik 39. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych Z5-7



Załącznik 40. Wyniki analizy intensywności deskryptorów smaku i wrażeń czuciowych Z8-10



Ocena cydrów

Na karcie analizy profilowania sensorycznego proszę umieścić numer próbki oraz nadać poszczególnym deskryptorom wartości 0-5 wg poniższej skali odniesienia do definicji umieszczonych w tabeli poniżej:

- 0 – niewyczuwalne
- 1 – ledwie wyczuwalne
- 2 – słabo wyczuwalne
- 3 – średnio wyczuwalne
- 4 – intensywnie wyczuwalne
- 5 – bardzo intensywnie wyczuwalne

Deskryptor	Definicja
Deskryptory dotyczące smakowości	
jabłkowy (aldehydu octowego)	nuta smakowości utożsamiana z zielonymi jabłkami
cytrusowy	nuta smakowości utożsamiana ze skórką owoców cytrusowych
miodowy	nuta smakowości utożsamiana z miodem
alkoholowy	nuta smakowości utożsamiana z alkoholem etylowym
octowy	nuta smakowości utożsamiana z octem winnym
drożdżowy	nuta smakowości utożsamiana ze świeżym chlebem albo ciastem drożdżowym
obcy/sztuczny (fenolowy)	nuta smakowości utożsamiana z zapachem lekarstw i środków dezynfekujących
ziemisty	nuta smakowości utożsamiana z zapachem ziemistym lub mokrych gałęzi
Deskryptory dotyczące smaku	
kwaśny	wrażenie smakowe związane z obecnością substancji wywołujących wrażenie smaku kwaśnego
słodki	wrażenie smakowe związane z obecnością substancji wywołujących wrażenie smaku słodkiego
Deskryptory opisujące wrażenia czuciowe	
pełny	wrażenie odczuwane na języku związane z gęstością i lepkością cydru
ściągający (garbnikowy)	uczucie suszenia na języku i ścianach jamy ustnej, w czasie gdy próbka znajduje się w ustach (tanina)
nasycony CO₂	odczucie obecności bąbelków ditlenku węgla na języku i w jamie ustnej, podczas gdy próbka znajduje się w ustach

Załącznik 42. Karta oceny profilowania sensorycznego

Próbka nr

Deskryptory dotyczące smakowości						
jabłkowy (aldehydu octowego)	0	1	2	3	4	5
cytrusowy	0	1	2	3	4	5
miodowy	0	1	2	3	4	5
alkoholowy	0	1	2	3	4	5
octowy	0	1	2	3	4	5
drożdżowy	0	1	2	3	4	5
obcy/sztuczny (fenolowy)	0	1	2	3	4	5
ziemisty	0	1	2	3	4	5
Deskryptory dotyczące smaku						
kwaśny	0	1	2	3	4	5
słodki	0	1	2	3	4	5
Deskryptory opisujące wrażenia czuciowe						
pełny	0	1	2	3	4	5
ściągający (garbnikowy)	0	1	2	3	4	5
nasycony CO ₂	0	1	2	3	4	5
Ocena ogólna						
	0	1	2	3	4	5