

Raport z oceny jakości soków NFC

Autorzy:

Dr hab. Monika Mieszczakowska-Frać, prof. IO

Dr Krzysztof P. Rutkowski

Mgr inż. Jan Piecko

Inż. Sebastian Siarkowski

Dr Justyna Szwejda-Grzybowska

Dr Wioletta Popińska

Dr Beata Kowalska

Mgr Hubert Głos

Dr Artur Miszczak

Dr Dorota E. Kruczyńska



Opracowanie przygotowane w ramach

Obszar 9. Zagospodarowanie pozbiornicze produktów ogrodnictwa

Zadanie celowe 9.1.

Opracowanie technologii produkcji jabłek przemysłowych z uwzględnieniem transformacji sadów produkujących owoce deserowe (sady tradycyjne) oraz modelu sadu sokowego

finansowanego w ramach dotacji celowej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Skierniewice 2024

Spis Treści

1. Wstęp.....	3
2. Produkcja soku z jabłek z przekształcaných kwater.....	4
2.1. Pochodzenie surowca do prac przetwórczych	4
2.2. Schemat prac przetwórczych	5
2.2.1 Sok mętny NFC.....	5
2.2.2 Zagęszczony sok klarowny	6
3. Analiza jakości soków jabłkowych z owoców z kwater sokowych i z kwater deserowych	7
3.1. Parametry procesowe produkcji soku NFC.....	7
3.2. Jakość fizykochemiczna soków NFC	7
3.3. Analiza czystości mikrobiologicznej soków NFC	11
3.4. Ocena jakości zagęszczonych soków jabłkowych.....	11
3.5. Analiza obecności zarodników grzybów	12
3.6. Analiza zawartości mykotoksyn oraz pozostałości środków ochrony roślin.....	13
4. Podsumowanie.....	13

1. Wstęp

Według szacunków Instytutu Ekonomiki Rolnictwa i Gospodarki Żywnościowej w (Nosecka, B. (red.). (2024). Rynek owoców i warzyw. Stan i perspektywy. Nr 65. Analizy Rynkowe. IERiGŻ PIB) zbiory owoców w Polsce w 2024 roku były niższe o 14% w stosunku do 2023 roku i wyniosły ok 4,2 mln ton. Szacuje się, że produkcja jabłek wyniosła ok 3,4 mln ton i jest to najniższy poziom produkcji od 2017 roku. Pomimo relatywnie niskiego plonowania Autorzy opracowania wskazują, że produkcja zagęszczonego soku jabłkowego może się zwiększyć, a jest to spowodowane bardzo wysokimi cenami oferowanymi za jabłka kierowane do przetwórstwa. Z kolei jesienią 2024 roku WAPA (The World Apple and Pear Association) wskazywała, że w Polsce wyprodukowanych zostanie o 865 tysięcy ton jabłek przemysłowych mniej niż w roku 2023 (<https://www.sad24.pl/sady/polska-odnotuje-duzy-spadek-produkcji-jablek-do-przetworstwa/>). Wskazując przy tym, że około 60% produkcji jabłek trafi do przetwórstwa, co należy uznać za wartość mieszczącą się w średniej wieloletniej. Autorzy wskazali, że od ponad dekady udział jabłek kierowanych do przemysłu nie spada w Polsce poniżej 50%, a w niektórych sezonach przekracza nawet 70% produkcji.

Głównym kierunkiem zagospodarowania jabłek w przemyśle przetwórczym w Polsce jest produkcja zagęszczonego soku jabłkowego, następnie soki NFC (sok bezpośredni – Not From Concentrate) najczęściej mętne, a w dalszej kolejności pozostałe kierunki zagospodarowania takie jak cydry, moszcze do produkcji win, musy i przeciery, susze i liofilizaty, kompoty, mrożonki, jabłka przeznaczone na obieranie (np. na wsady do jogurtów). Kolejnym rozwijającym się produktem z jabłek są „smoothies”. Smoothies zgodnie z definicją Europejskiego Stowarzyszenia Producentów soków (ang. European Fruit Juice Association – AIJN) to produkty o gęstej, gładkiej konsystencji, uzyskane przez połączenie zmiksowanego przecieru owocowego z sokiem/napojem, niekiedy zawierające dodatek składnika mlecznego (ale nie więcej niż 50%; np. jogurtu) i/lub składniki funkcjonalne (np. aloes, miłorząb, żeń-szeń). Zależnie od zawartości soku lub dodatku innych składników mogą należeć do kategorii soków bądź nektarów.

Powyższe dane wskazują jednoznacznie, że w Polsce powinna funkcjonować jasno zdefiniowana baza surowcowa w postaci sadów przemysłowych, produkujących owoce do przetwórstwa. Pomimo tego, że już w latach 80 ubiegłego wieku powstała idea zakładania sadów sokowych, do dziś nie znalazła swojego miejsca. Niestety znaczna ilość jabłek trafiających do przetwórstwa pochodzi z sadów, w których uprawia się owoce deserowe, a koszty prowadzenia tego typu sadów są znacznie wyższe niż sadów przemysłowych. W 2022 roku zrodziła się idea rozpoczęcia badań w Instytucie Ogrodnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym nad opracowaniem rozwiązań

pozwalających na stopniowe przekształcanie sadów deserowych w sady sokowe. W 2023 roku wyłoniono dwa sady, w których przekształcane są kwatery, prowadzone zgodnie z zasadami integrowanej ochrony (produkcji) w kwatery „sokowe”. Oprócz oceny kosztów i ewentualnych zagrożeń związanych z redukcją zabiegów ochrony (występowanie szkodników i chorób grzybowych) w roku 2024 oceniano przydatność wybranych odmian do produkcji soku mętnego, zwanego inaczej NFC oraz zagęszczonego soku jabłkowego. Badania te mają na celu wskazania zagrożeń związanych z użyciem do produkcji owoców z objawami chorób grzybowych, w tym parcha jabłoni.

2. Produkcja soku z jabłek z przekształcanych kwater

2.1. Pochodzenie surowca do prac przetwórczych

Jabłek pochodziły z kwater „sokowych” i „deserowych” (prowadzonych zgodnie z zasadami IPO) zlokalizowanych w przekształcanych sadach w Kozietałach Nowych oraz w Ostrowcu (wybranych w 2023 roku) w ramach realizacji zadania celowego 9.1. finansowanego przez MRiRW.

Do badań pozyskano owoce 6 odmian: ‘Ligol’, ‘Jonagored’, ‘Fuji’, ‘Szampion’, ‘Braeburn’ (z sadu w Kozietałach Nowych) i ‘Idared’ (sad w Ostrowcu). Przy czym owoce z sadu sokowego były podzielone na sort owoców bez oznak chorobowych, oraz sort owoców z objawami parcha jabłoni. Owoce po zbiorach były przechowywane w chłodni z normalną atmosferą, w temperaturze +2C, przez okres około 1 miesiąca.

W Tabeli 1 zamieszczono charakterystykę surowca użytego do badań (wielkość owoców i powierzchnia rumieńca).

Tabela 1. Masa i powierzchnia rumieńca jabłek zebranych w sadzie w Kozietałach Nowych i w Ostrowcu.

Odmiana	Miejsce	Masa		Powierzchnia rumieńca	
		IPO	Sokowy	IPO	Sokowy
‘Braeburn’	Kozietały Nowe	174,9	168,1	93,3	93,0
‘Fuji’		190,1	182,2	91,7	80,0
‘Jonagored’		226,5	179,7	86,7	69,3
‘Ligol’		222,1	203,1	20,3	25,0
‘Szampion’		179,5	165,9	71,0	53,0
‘Idared’	Ostrowiec	170,7	159,3	87,0	73,7

IPO- Produkcja Integrowana, Sokowy – Sad sokowy/przemysłowy

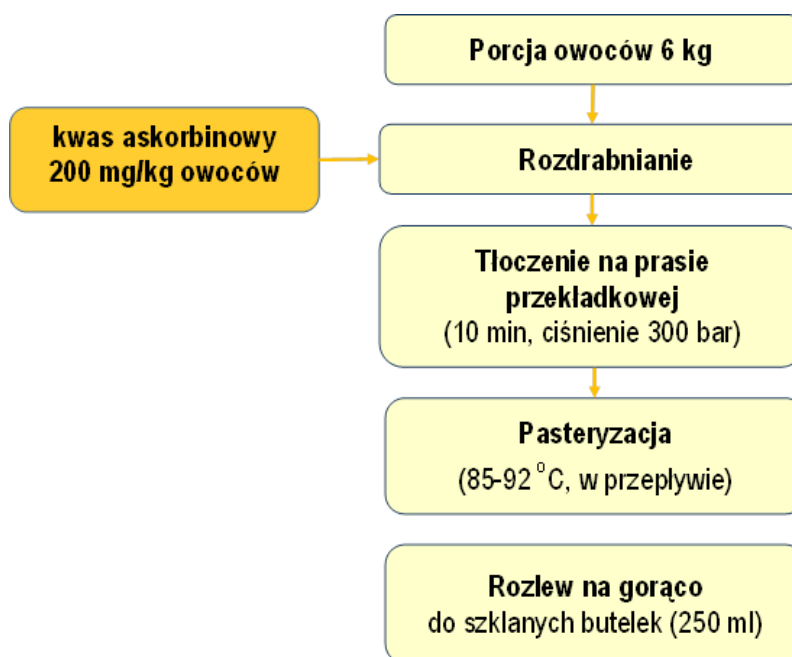
2.2. Schemat prac przetwórczych

Soki NFC produkowano w skali półtechnicznej mając na celu porównanie jakości soków wytworzonych z trzech różnych owoców tej samej odmiany, a mianowicie z owoców ‘zdrowe’ pochodzących z kwater sokowych, oznaczone jako **SS**, z owoców z objawami parcha pochodzących z kwater sokowych, oznaczone jako **PCH** oraz z owoców pochodzących z kwater deserowych (prowadzonych zgodnie z integrowaną ochroną), oznaczonych jako **IPO**.

2.2.1 Sok mętny NFC

Na rysunku 1 przedstawiono schemat produkcji soków mętnych NFC. Owce po umyciu były rozdrobnione na młynie wyposażonym w noże i sito o oczkach 0,6 cm. Rozdrabnianie było prowadzone z ciągłym przepływem roztworu kwasu L-askorbinowego w dawce 200 mg na kg owoców, w celu eliminacji utleniania związków przeciwutleniających, co przyczynia się do zahamowania brązowienia miazgi owocowej. Następnie, miazga od razu była podawana na prasę i poddawana tłoczeniu. Wytłoczony sok był zgrubnie filtrowany na gęstym sicie, a następnie poddawany utrwalaniu termicznemu (85-92 °C w przepływie) z wykorzystaniem wymiennika ciepła. Sok bezpośrednio po pasteryzacji był rozlewany do szklanych butelek o pojemności 250 ml zakręcany, a następnie stopniowo schładzany natryskiem zimnej wody.

Doświadczenie przeprowadzono w dwóch powtórzeniach technologicznych, co stanowi w rezultacie 36 kombinacji doświadczalnych (6 odmian jabłka x 3 ‘typy’ owoców x 2 powtórzenia technologiczne).



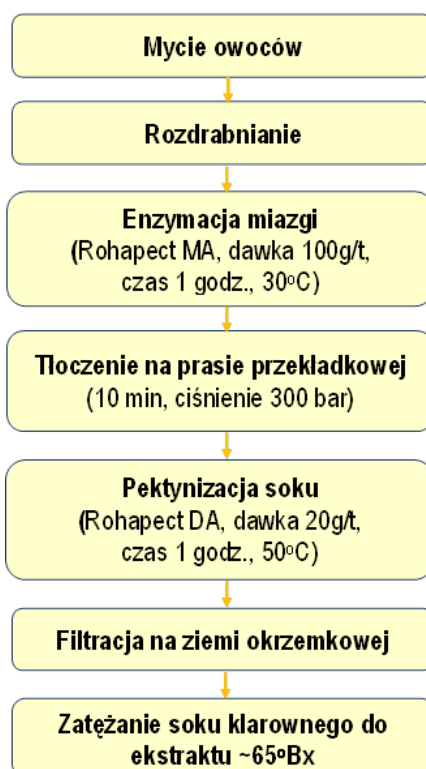
Rys. 1. Schemat produkcji mętnego soku jabłkowego NFC



Fot. 1. Soki NFC z jabłek z sadów sokowych i IPO.

2.2.2 Zagęszczony sok klarowny

Wyniki przeprowadzonych obserwacji w 2023 roku wskazują na znaczny wzrost zagrożenia występowania szkodników oraz chorób grzybowych w przekształcanych kwaterach „deserowych” na „sokowe”. W związku z tym w 2024 roku wyprodukowano oprócz soków mętnych wyprodukowano zagęszczone soki klarowne z owoców odmiany ‘Idared’ pochodzących z kwater „sokowych” - *SS*, (w tym jabłek porażonych przez choroby grzybowe - *PCH*, jako osobna kombinacja doświadczalna) i prowadzonych zgodnie z zasadami integrowanej ochrony – *IPO*.



Rys. 2. Uproszczony schemat produkcji zagęszczonego soku klarownego w skali półtechnicznej

Produkcja uwzględniała etap maceracji enzymatycznej miazgi jabłkowej oraz depektynizacji soku przed etapem klarowania oraz zateżania soku zgodnie z Rys. 2.

3. Analiza jakości soków jabłkowych z owoców z kwater sokowych i z kwater deserowych

3.1. Parametry procesowe produkcji soku NFC

W tabeli 2 przedstawiono wydajności tłoczenia soków mętnych z 6 odmian jabłek w zależności od rodzaju sadu (kwatery) z jakich pochodziły owoce. Różnice w wydajności soków nie były silnie zależne od kombinacji (IPO, SS, PCH), ale raczej determinowane były odmianą, która była wykorzystana do produkcji soków. Wydajność tłoczenia była w zakresie 70-82%, z wyjątkiem odmiany ‘Szampion’, z której uzysk soku był zdecydowanie niższy i wynosił maksymalnie 51% w przypadku przetwarzania jabłek IPO i 43-44% w przypadku jabłek SS i PCH. Odmiana ta charakteryzowała się zdecydowanie niższą jędrnością niż pozostałe odmiany, co najprawdopodobniej wpłynęło na niską wydajność tłoczenia soków z tej odmiany.

Tabela 2. Wydajność tłoczenia mętnych soków jabłkowych (NFC)

L.p.	Odmiana Rodzaj sadu	Wydajność tłoczenia[%]		
		IPO	SS	PCH
1.	‘Ligol’	75,8	78,5	78,4
2.	‘Jonagored’	72,2	69,6	72,1
3.	‘Fuji’	78,2	80,1	78,9
4.	‘Szampion’	51,3	43,0	44,4
5.	‘Braeburn’	79,2	79,9	75,8
6.	‘Idared’	80,7	81,9	80,1

Objaśnienia: IPO- Integrowana Produkcja, SS - sad sokowy, PCH – Sad sokowy owoce z objawami parcha

3.2. Jakość fizykochemiczna soków NFC

Analizując podstawowe parametry wytworzonych soków (Tabela 3) stwierdzono, że wszystkie soki spełniały wymagania AIJN odnośnie zawartości ekstraktu (min. 10 Brix) i kwasowości w przedziale 0,22 – 0,75%. W przypadku kwasowości sposób produkcji owoców (IPO, SS, PCH) nie miało wpływu na ten parametr. Natomiast ekstrakt w przypadku odmian ‘Jonagored’, ‘Fuji’, i ‘Szampion’ był wyższy dla soków wytłoczonych z owoców pochodzących z sadu sokowego (SS i PCH) niż z owoców IPO. Nie zauważono jednoznacznego trendu w przypadku zmętnienia soków. Najwyższym zmętnieniem charakteryzowały się soki z odmiany ‘Jonagored’ (2153 NTU - IPO, 2542 NTU - SS), zaś najniższe zmętnienie odnotowano dla soków odmiany ‘Idared’ (746-863 NTU).

Tabela 3. Zawartość ekstraktu oraz kwasowość i zmętnienie soków mętnych NFC

Odmiana	Ekstrakt [Brix]			Kwasowość [%]			Zmętnienie [NTU]		
	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH
‘Ligol’	12,4	12,9	12,6	0,38	0,32	0,32	954	1587	1470
‘Jonagored’	13,6	14,7	14,2	0,40	0,41	0,40	2153	2542	1348
‘Fuji’	11,9	13,2	13,3	0,18	0,23	0,21	1204	905	1071
‘Szampion’	12,0	13,2	13,9	0,23	0,23	0,22	1248	1164	1165
‘Braeburn’	12,6	12,0	12,4	0,62	0,63	0,63	927	913	934
‘Idared’	12,1	11,5	12,3	0,53	0,52	0,54	746	863	984
Kodeks AIJN	min. 10			0,22 – 0,75			-		

Zawartości kwasu cytrynowego i jabłkowego w badanych sokach spełniały wymagania AIJN, odpowiednio 50-150 mg/l i min. 3,0 mg/l (Tabela 4). Obecność kwasu askorbinowego w sokach z odmiany ‘Fuji’ i ‘Szampion’ wynika z dodatku kwasu askorbinowego jako przeciwutleniacza w trakcie rozdrabniania owoców jabłek. Jest to ilość, która nie uległa utlenieniu. Zawartość kwasu jabłkowego nie wykazywała dużych różnic pomiędzy pochodzeniem owoców. W przypadku kwasu cytrynowego większość odmian wykazała niższą zawartość w sokach wyprodukowanych z owoców z sadu sokowego (SS i PCH), z wyjątkiem soków z odmiany ‘Braeburn’, w których istotnie więcej kwasu cytrynowego oznaczono w sokach SS i PCH niż w soku IPO.

Tabela 4. Zawartość kwasu askorbinowego, jabłkowego i cytrynowego w sokach mętnych NFC

Odmiana	Kwas askorbinowy [mg/100 ml]			Kwas jabłkowy [g/l]			Kwas cytrynowy [mg/l]		
	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH
‘Ligol’				4,9	4,2	4,2	74	62	64
‘Jonagored’				5,3	5,5	5,5	80	76	79
‘Fuji’	2,5	2,6	7,7	7,9	8,3	8,1	107	110	92
‘Szampion’	22	20	21	3,1	3,2	3,1	72	60	61
‘Braeburn’				2,8	3,6	3,2	46	85	78
‘Idared’				7,0	6,4	7,2	85	78	97
Kodeks AIJN	-			min. 3,0			50 - 150		

Soki jabłkowe zawierają sacharozę, fruktozę, glukozę i sorbitol (Tabela 5). Kodeks AIJN wskazuje, że zawartość sacharozy powinna mieścić się między 5 g/l a 30 g/l. W przypadku badanych soków z odmian ‘Jonagored’, ‘Fuji’ i ‘Idared’ zawartość sacharozy była powyżej wskazanych wymagań AIJN, a jednocześnie zawartość glukozy w sokach z tych odmian była poniżej zakresu AIJN. Wszystkie zawartości fruktozy i sorbitolu były zgodnie z AIJN.

W zawartości sacharozy, glukozy i fruktozy nie stwierdzono istotnych różnic wynikających z różnego pochodzenia owoców, z których wytworzono badane soki. Soki wytworzone z odmian ‘Ligol’, ‘Jonagored’, ‘Szampion’ i ‘Braeburn’ z sadu sokowego zawierały wyższe poziomy sorbitolu niż soki tych samych odmian ale z sadów IPO.

Tabela 5. Zawartość cukrów w sokach mętnych NFC

Odmiana	Sacharoza [g/l]			Glukoza [g/l]			Fruktoza [g/l]			Sorbitol [g/l]		
	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH
‘Ligol’	30	29	28	12	15	14	74	84	79	3,0	4,2	4,0
‘Jonagored’	43	45	43	13	14	14	77	78	77	4,9	6,4	5,9
‘Fuji’	43	42	42	10	10	11	59	54	57	4,5	3,8	4,3
‘Szampion’	20	21	24	19	20	22	73	78	85	3,9	4,4	5,7
‘Braeburn’	11	22	13	29	23	31	75	78	80	3,0	4,6	4,1
‘Idared’	35	31	37	12	13	14	66	62	66	3,0	2,7	2,9
Kodeks AIJN	5 - 30			15 - 35			48 - 85			2,5 - 7		

W tabelach 6 i 7 zestawiono zawartość makroskładników i mikroskładników w sokach mętnych NFC. W większości przypadków soki wytłoczone z owoców z sadu sokowego zawierały więcej fosforu (P) i potasu (K). Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości magnezu (Mg) i wapnia (Ca) oraz miedzi (Cu) i manganu (Mn) w zależności od pochodzenia owoców. Soki z odmiany ‘Ligol’, ‘Jonagored’ i ‘Idared’ z owoców IPO zawierały więcej żelaza (Fe) niż soki tej samej odmiany ale pozyskane z sadu sokowego (SS i PCH). Odwrotną zależność w zawartości żelaza stwierdzono dla odmiany ‘Braeburn’. Zawartość cynku różniła się w zależności od odmiany i ich pochodzenia, ale nie stwierdzono żadnej zależności.

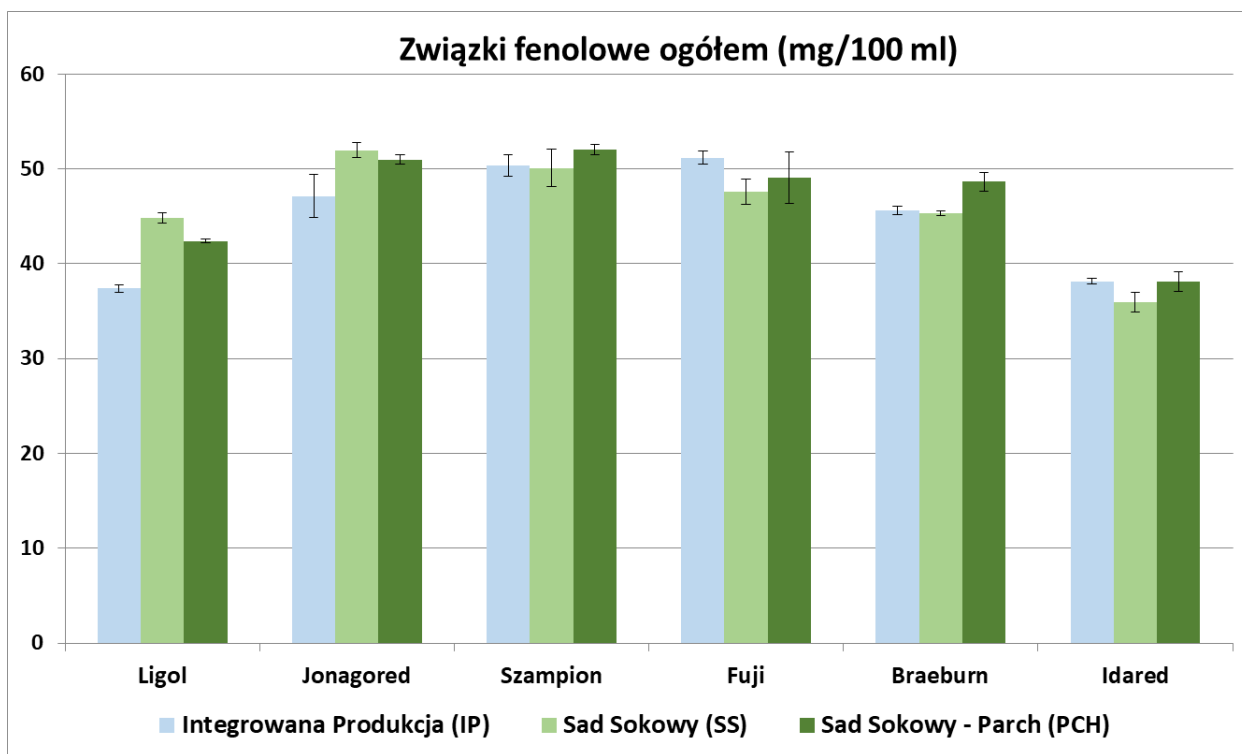
Tabela 6. Zawartość makroskładników w sokach mętnych NFC

Odmiana	Fosfor (P) [mg/l]			Potas (K) [mg/l]			Magnez (Mg) [mg/l]			Wapń (Ca) [mg/l]		
	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH
‘Ligol’	64,5	69,4	71,7	800	747	768	32,3	33,5	33,1	24,8	26,3	25,3
‘Jonagored’	81,9	97,4	95,3	997	1043	1096	34,2	36,7	35,7	26,3	30,3	28,0
‘Fuji’	78,8	92,2	85,4	886	1054	942	27,5	30,6	29,5	40,9	35,0	42,0
‘Szampion’	69,6	82,5	89,7	682	733	717	27,7	30,1	29,7	31,8	40,3	32,0
‘Braeburn’	97,8	116	121	1158	1288	1235	39,5	41,5	38,1	34,5	32,3	32,1
‘Idared’	59,5	54,3	65,7	1116	1007	1118	38,2	37,8	38,5	35,3	32,5	37,8
Kodeks AIJN	40 - 100			900 - 1500			40 - 75			30 - 120		

Tabela 6. Zawartość mikrośkładników w sokach mętnych NFC

Odmiana	Miedź (Cu) [mg/l]			Żelazo (Fe) [mg/l]			Mangan (Mn) [mg/l]			Cynk (Zn) [mg/l]		
	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH	IPO	SS	PCH
‘Ligol’	0,37	0,36	0,36	4,09	2,53	2,08	0,21	0,21	0,19	0,62	0,32	0,31
‘Jonagored’	0,43	0,45	0,42	2,39	1,69	1,46	0,21	0,20	0,20	0,50	0,61	0,41
‘Fuji’	0,34	0,39	0,34	1,46	1,81	1,03	0,16	0,17	0,19	0,35	0,51	0,53
‘Szampion’	0,40	0,47	0,47	1,45	1,34	1,35	0,21	0,18	0,18	0,33	0,79	0,42
‘Braeburn’	0,46	0,49	0,49	1,04	3,74	2,17	0,15	0,16	0,15	0,48	0,50	0,37
‘Idared’	0,33	0,37	0,35	3,34	0,91	0,92	0,22	0,21	0,24	0,47	0,52	0,74
Kodeks AIJN	maks. 5,0			-			-			maks. 5,0		

Zawartość związków fenolowych (Rys. 3) w badanych mętnych sokach jabłkowych wahała się od 46 mg/100 ml (‘Idared’) do 51 mg/100 ml (‘Jonagored’). Jedynie w przypadku odmiany ‘Ligol’ zauważono zróżnicowanie w zawartości związków fenolowych, których było więcej w sokach wytłoczonych z owoców pochodzących z sadu sokowego.



Rys. 3. Zawartość związków fenolowych w sokach mętnych wytworzonych z jabłek produkowanych w sadach sokowych i sadach prowadzonych zgodnie z Integrowana Produkcja.

3.3. Analiza czystości mikrobiologicznej soków NFC

Analiza mikrobiologiczna soków NFC wytworzonych z 6 odmian pochodzących z sadu integrowanego oraz z sadu sokowego, w tym z objawami parcha, wykazała nieliczne ilości bakterii, która nie stanowi zagrożenia mikrobiologicznego. Ponadto, soki były wolne od grzybów pleśniowych i drożdży.

Tabela 7. Czystość mikrobiologiczna mętnych soków jabłkowych (NFC)

Odmiana	Powtórzenie technologiczne	liczba jednostek tworzących kolonie w 1ml				
		Bakterie			Grzyby pleśniowe	Drożdże
		IPO	SS	PCH		
‘Ligol’	I	0,0	8,5	0,0	Nie wykryto	Nie wykryto
	II	16	0,0	15		
‘Jonagored’	I	0,0	5,0	0,0		
	II	0,0	0,0	0,0		
‘Fuji’	I	10	22	0,0		
	II	27	7,0	13		
‘Szampion’	I	0,0	8,0	0,0		
	II	13	0,0	3,3		
‘Braeburn’	I	22	15	0,0		
	II	42	1,5	5,0		
‘Idared’	I	10	22	0,0		
	II	27	7	13		

3.4. Ocena jakości zagęszczonych soków jabłkowych

Wytworzone zagęszczone soki klarowne z odmiany ‘Idared’ poddano analizie zawartości patuliny. Badania chromatograficzne nie wykazały obecności tej mykotoksyny w badanych próbkach zagęszczonego soku jabłkowego wytworzonego z owoców pochodzących z kwater prowadzonych zgodnie z zasadami integrowanej produkcji oraz sadów sokowych.

Analiza mikrobiologiczna zagęszczonych soków klarownych z SS i PCH wykazały bardzo wysoką liczbę bakterii, w przypadku soków z owoców IPO – jedno powtórzenie wykazała poziom 30 x10 j.t.k/ml, zaś II powtórzenie technologiczne również zawierało ilość niemożliwą do przeliczenia (Tabela 8). Zawartość grzybów pleśniowych oznaczono najwięcej w sokach IPO, zaś najmniej w PCH. Otrzymane wyniki mikrobiologiczne wskazują na konieczność przeprowadzenia kolejnych badań aby potwierdzić otrzymane wyniki.

Tabela 8. Czystość mikrobiologiczna zagęszczonych soków jabłkowych

Odmiana	Pochodzenie owoców	Powtórzenie technologiczne	liczba jednostek tworzących kolonie w 1ml		
			Bakterie (x10)	Grzyby pleśniowe (x10)	Drożdże (x10)
'Idared'	IPO	I	30,0	50,0	10,0
		II	obraz zamazany przez liczne grzyby	50,0	10,0
	SS	I		21,2	13,0
		II		24,5	11,9
	PCH	I		5,8	1,7
		II	6,2	1,0	

3.5. Analiza obecności zarodników grzybów

Podczas oceny zagrożeń mikrobiologicznych analizie poddano 36 prób soków NFC (każda w 2 butelkach – powtórzeniach technologicznych) pochodzących z 6 odmian jabłoni (Ligol, Jonagored, Szampion, Braeburn, Fuji i Idared) oraz 6 prób soku klarowanego, zagęszczonego z odmiany Idared. Każda próba NFC obejmowała trzy warianty: Integrowana Produkcja (IP), sady sokowe (SS) i sady sokowe z objawami parcha (PCH). Po intensywnym wymieszaniu soku w sterylnych warunkach laboratoryjnych z każdej próby i powtórzenia przelano 45 ml do probówek wirówkowych typu Falcon. Następnie przeprowadzono wirowanie prób soków NFC z prędkością 5000 obr./min., a klarowanych, zagęszczonych z prędkością 14000 obr./min. Kolejno w przypadku soków NFC przeprowadzano dekantację, a pozostały na dnie osad rozprowadzano przy użyciu głaszczki na powierzchni pożywki PDA Merck. W przypadku prób soków klarowanych, zagęszczonych po odwirowaniu nie tworzył się osad. Do miareczkowania wykorzystano pipety pneumatyczne, przy użyciu których pobierano z dna probówek po 1 ml soku i rozprowadzano również przy użyciu szklanej głaszczki na powierzchni pożywki PDA Merck.

Po upływie 7 dni od rozpoczęcia analiz, dokonano oceny mikroorganizmów grzybowych, tworzących kolonie na pożywkach. W przypadku soków NFC nie zaobserwowano wzrostu kolonii grzybów na żadnej z badanych prób. Na wszystkich szalkach z rozprowadzonymi sokami klarowanymi, zagęszczonymi obserwowano liczne zanieczyszczenia. W próbach soków pochodzących z jabłek objętych systemem Integrowanej Produkcji (IP), obserwowano zanieczyszczenia w postaci mikroorganizmów grzybowych takich jak *Aspergillus flavus* oraz *Mucor piriformis*. W pozostałych próbach pochodzących z owoców z sadu sokowego i sadu sokowego ale z objawami parcha, obserwowano dodatkowo występowanie licznych kolonii

grzyba *Penicillium expansum*. *P. expansum* i *A. flavus* wytwarzają bardzo szkodliwe mykotoksyny. Szczególnie niebezpieczny jest *A. flavus*, ponieważ wytwarza szereg mykotoksyn takich jak aflatoksyny B1, B2, G1 i G2, przy czym aflatoksyna B1 jest najbardziej toksycznym i najsilniejszym hepatokarcynogennym związkiem naturalnym jaki kiedykolwiek scharakteryzowano.

W związku ze stwierdzonymi zanieczyszczeniami mikrobiologicznymi zagęszczonych soków klarownych, wyprodukowana zostanie kolejna partia zagęszczonych soków klarownych i poddana ponownym analizom.

3.6. Analiza zawartości mykotoksyn oraz pozostałości środków ochrony roślin

W wyprodukowanych sokach wykonano oznaczenie zawartości patuliny, mykotoksyny, której zawartość jest ściśle określona w wymaganiach jakościowych dla soków jabłkowych - maksymalnie 50 µg/l. W żadnym z badanych soków nie stwierdzono obecności patuliny, również w sokach wytworzonych z owoców porażonych parchem.

Wyniki analizy pozostałości środków ochrony zarówno w sokach mętnych jak i klarownych są znacznie poniżej dopuszczalnych wartości. Na uwagę zasługuje fakt wystąpienia w zagęszczonych sokach klarownych metabolitów spirotetramatu (najprawdopodobniej pochodzącego z Movento), które nie zostały wykryte ani w owocach świeżych, ani w sokach mętnych. Wykrycie niewielkich ilości tych metabolitów wynika z zateżenia soku klarownego. W sokach mętnych wyprodukowanych z jabłek odmian 'Ligol', 'Szampion' i 'Fuji' pochodzących z kwater sokowych nie stwierdzono obecności TFNA, TFNG i Flonikamid oraz (Flonikamidu jako suma flonikamidu, TFNA i TFNG, wyrażona jako flonikamid).

4. Podsumowanie

Soki mętne NFC wytłoczone z jabłek (zarówno tych bez jak i z objawami parcha) pochodzących z kwater sokowych, mają porównywalną jakość do soku otrzymanego z owoców z kwater prowadzonych zgodnie z zasadami integrowanej ochrony. Soki te były wytworzone z owoców, które były krótko przechowywane od czasu zbiorów. W kolejnym etapie zostaną wytworzone soki z owoców, przechowywanych w warunkach chłodniczych co najmniej 3 miesiące. Poddane one zostaną analogicznym analizom.

Tabela 9. Pozostałości środków ochrony roślin w sokach mętnych

Kombinacja doświadczalna	Acetamipryd	TFNA	TFNG	Flonikamid	Flonikamid (suma flonikamidu, TFNA i TFNG, wyrażona jako flonikamid)	THPI (tetrahydroftalimid)	Kaptan (suma kaptanu i THPI wyrażona jako kaptan)
NFC_Ligol_IP_1T_p1		0,015 ± 0,008		0,014 ± 0,007	0,032 ± 0,016	0,017 ± 0,008	0,033 ± 0,017
NFC_Ligol_IP_1T_p2		0,016 ± 0,008		0,013 ± 0,007	0,032 ± 0,016	0,035 ± 0,018	0,033 ± 0,017
NFC_Ligol_SS_1T_p1	0,006 ± 0,003					0,057 ± 0,028	0,110 ± 0,055
NFC_Ligol_SS_1T_p2						0,068 ± 0,034	0,130 ± 0,065
NFC_Ligol_PCH_1T_p1						0,046 ± 0,023	0,092 ± 0,046
NFC_Ligol_PCH_1T_p2						0,036 ± 0,018	0,072 ± 0,036
NFC_Jonagored_IP_1T_p1	0,011 ± 0,005	0,081 ± 0,041	0,007 ± 0,004	0,016 ± 0,008	0,12 ± 0,060	0,26 ± 0,130	0,520 ± 0,260
NFC_Jonagored_IP_1T_p2	0,007 ± 0,004	0,087 ± 0,044	0,007 ± 0,004	0,018 ± 0,009	0,13 ± 0,065	0,18 ± 0,090	0,360 ± 0,180
NFC_Jonagored_SS_1T_p1	0,005 ± 0,003	0,007 ± 0,004		0,008 ± 0,004		0,25 ± 0,130	0,500 ± 0,250
NFC_Jonagored_SS_1T_p2		0,007 ± 0,004		0,008 ± 0,004		0,19 ± 0,095	0,380 ± 0,190
NFC_Jonagored_PCH_1T_p1	0,006 ± 0,003	0,008 ± 0,004		0,010 ± 0,005		0,25 ± 0,120	0,490 ± 0,240
NFC_Jonagored_PCH_1T_p2	0,006 ± 0,003	0,008 ± 0,004		0,010 ± 0,005		0,21 ± 0,110	0,430 ± 0,210
NFC_Szampion_IP_1T_p1	0,015 ± 0,008	0,064 ± 0,032	0,017 ± 0,009	0,046 ± 0,023	0,14 ± 0,070	0,48 ± 0,240	0,960 ± 0,480
NFC_Szampion_IP_1T_p2	0,014 ± 0,007	0,062 ± 0,031	0,017 ± 0,009	0,036 ± 0,018	0,13 ± 0,065	0,30 ± 0,150	0,610 ± 0,300
NFC_Szampion_SS_1T_p1	0,005 ± 0,003					0,090 ± 0,045	0,180 ± 0,090
NFC_Szampion_SS_1T_p2	0,005 ± 0,003					0,093 ± 0,046	0,180 ± 0,092
NFC_Szampion_PCH_1T_p1	0,005 ± 0,003					0,10 ± 0,052	0,210 ± 0,100
NFC_Szampion_PCH_1T_p2	0,005 ± 0,003					0,11 ± 0,053	0,210 ± 0,110
NFC_Fuji_IP_1T_p1	0,012 ± 0,006	0,032 ± 0,016	0,005 ± 0,003	0,019 ± 0,010	0,062 ± 0,031	0,17 ± 0,086	0,340 ± 0,170
NFC_Fuji_IP_1T_p2	0,013 ± 0,007	0,032 ± 0,016	0,005 ± 0,003	0,021 ± 0,011	0,064 ± 0,032	0,18 ± 0,088	0,350 ± 0,180
NFC_Fuji_SS_1T_p1	0,012 ± 0,006					0,11 ± 0,056	0,220 ± 0,110

NFC_Fuji_SS_1T_p2	0,013 ± 0,007					0,15 ± 0,073	0,290 ± 0,150
NFC_Fuji_PCH_1T_p1	0,016 ± 0,008					0,13 ± 0,065	0,260 ± 0,130
NFC_Fuji_PCH_1T_p2	0,016 ± 0,008					0,13 ± 0,065	0,260 ± 0,130
NFC_Braeburn_IP_1T_p1	0,009 ± 0,005	0,040 ± 0,020	0,005 ± 0,003	0,008 ± 0,004	0,061 ± 0,031	0,15 ± 0,075	0,300 ± 0,150
NFC_Braeburn_IP_1T_p2	0,005 ± 0,003	0,035 ± 0,018	0,005 ± 0,003	0,007 ± 0,004	0,054 ± 0,027	0,13 ± 0,065	0,250 ± 0,120
NFC_Braeburn_SS_1T_p1	0,005 ± 0,003					0,092 ± 0,046	0,180 ± 0,091
NFC_Braeburn_SS_1T_p2	0,009 ± 0,004					0,095 ± 0,047	0,190 ± 0,094
NFC_Braeburn_PCH_1T_p1	0,009 ± 0,005	0,006 ± 0,003			0,007 ± 0,004	0,14 ± 0,068	0,270 ± 0,140
NFC_Braeburn_PCH_1T_p2	0,007 ± 0,004	0,005 ± 0,003			0,006 ± 0,004	0,13 ± 0,063	0,250 ± 0,130
NFC_Idared_IP_1T_p1		0,008 ± 0,004			0,010 ± 0,005	0,038 ± 0,019	0,076 ± 0,038
NFC_Idared_IP_1T_p2		0,008 ± 0,004			0,010 ± 0,005	0,058 ± 0,029	0,120 ± 0,057
NFC_Idared_SS_1T_p1		0,008 ± 0,004			0,010 ± 0,005	0,008 ± 0,004	0,015 ± 0,008
NFC_Idared_SS_1T_p2		0,007 ± 0,004			0,008 ± 0,004	0,006 ± 0,003	0,013 ± 0,006
NFC_Idared_PCH_1T_p1		0,008 ± 0,004			0,010 ± 0,005	0,027 ± 0,013	0,053 ± 0,027
NFC_Idared_PCH_1T_p2		0,009 ± 0,005			0,011 ± 0,006	0,023 ± 0,012	0,046 ± 0,023

Tabela 10. Pozostałości środków ochrony roślin w zagęszczonych sokach klarownych (ZSK)

Kombinacja doświadczalna	Cyprodynil	BYI08330 Enol-glukozyd	BYI08330-Ketohydroksy	BYI08330-Monohydroksy	TFNA	Flonikamid (suma flonikamidu, TFNA i TFNG, wyrażona jako flonikamid)	THPI (tetrahydroftalimid)	Kaptan (suma kaptanu i THPI wyrażona jako kaptan)
ZSK_Idared_IP_1T_p1		0,005 ± 0,003		0,009 ± 0,005	0,030 ± 0,015	0,036 ± 0,018	0,70 ± 0,35	1,4 ± 0,690
ZSK_Idared_IP_1T_p2		0,006 ± 0,003	0,005 ± 0,003	0,008 ± 0,004	0,030 ± 0,015	0,036 ± 0,018	0,74 ± 0,37	1,5 ± 0,730
ZSK_Idared_SS_1T_p1		0,010 ± 0,005		0,012 ± 0,006	0,028 ± 0,014	0,034 ± 0,017	0,070 ± 0,035	0,14 ± 0,070
ZSK_Idared_SS_1T_p2				0,012 ± 0,006	0,027 ± 0,014	0,032 ± 0,016	0,077 ± 0,038	0,15 ± 0,076
ZSK_Idared_PCH_1T_p1	0,005 ± 0,003		0,005 ± 0,003	0,008 ± 0,004	0,029 ± 0,015	0,035 ± 0,018	0,12 ± 0,058	0,23 ± 0,120
ZSK_Idared_PCH_1T_p2	0,005 ± 0,003		0,005 ± 0,003	0,009 ± 0,005	0,032 ± 0,016	0,038 ± 0,018	0,11 ± 0,057	0,23 ± 0,120