

Raport

Ocena zawartości składników mineralnych w jabłkach zebranych w 2025 r., w sokach mętnych i w wyciekach pozostałych po produkcji soków.

Autorzy:

Dr Wioletta Popińska
Mgr inż. Monika Kroc
Mgr inż. Edyta Marcinkowska
Mgr Katarzyna Niedźwiadek
Mgr inż. Emilia Kowalczyk
Mgr Alina Majka-Kowalska
Mgr Elżbieta Gędek
Mgr Elżbieta Belta
Anna Pęzik
Mgr inż. Jan Piecko
Dr hab. Monika Mieszczakowska-Frąc, prof. IO
Dr Dorota E. Kruczyńska
Dr Krzysztof P. Rutkowski



Opracowanie przygotowane w ramach

Obszar 9. Zagospodarowanie pozbiornicze produktów ogrodnictwa

Zadanie celowe 9.1.

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

finansowanego w ramach dotacji celowej przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Skierniewice 2025

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Cel badań.....	3
3. Surowiec zebrany w 2025 r. z przekształcanych kwater	3
3.1. Pochodzenie owocu do prac przetwórczych	4
3.2. Produkcja soku z jablek.....	4
4. Analiza składników mineralnych owoców, soków jabłkowych i wytłoków	4
5. Podsumowanie	11

1. Wstęp

Polska należy do światowej czołówki producentów jabłek, od lat utrzymując pozycję jednego z największych producentów na świecie oraz głównego dostawcy zagęszczonego soku jabłkowego w Europie. W związku z tym w kraju powinna funkcjonować jasno zdefiniowana baza surowcowa w postaci sadów przemysłowych, przeznaczonych do przetwórstwa, w tym na potrzeby przemysłu sokowego (sady sokowe). Idea zakładania sadów sokowych pojawiła się już w latach 80. XX wieku, jednak do dziś nie została w pełni wdrożona w praktyce. Próby opracowania założeń dla sadów sokowych podjęto w latach 2011–2016 w Instytucie Ogrodnictwa (obecnie Instytut Ogrodnictwa – Państwowy Instytut Badawczy). W pierwszym etapie oceniano przydatność kilkunastu odmian jabłoni do sadów przemysłowych, klasyfikując je pod kątem podstawowych cech jakościowych zarówno do wielokrotnego zbioru, jak i krótkotrwałego przechowywania. Mimo tego, zainteresowanie sadzeniem sadów sokowych było początkowo niewielkie. W ostatnich latach temat bazy surowcowej dla przemysłu sokowego zyskuje jednak coraz większe znaczenie w środowisku sadowniczym.

Od 2022 roku w Instytucie Ogrodnictwa – Państwowym Instytucie Badawczym (IO-PIB) prowadzone są badania mające na celu opracowanie rozwiązań umożliwiających stopniowe przekształcanie sadów deserowych w sady sokowe. W 2023 roku wyłoniono dwa sady, w których kwatery o powierzchni 1 ha są przekształcane zgodnie z zasadami integrowanej ochrony (produkcji) w kwatery „sokowe”. Jeden z sadów znajduje się w Ostrowcu k. Łowicza w województwie łódzkim, a drugi w Koziętulach Nowych w województwie mazowieckim.

Oprócz oceny kosztów i potencjalnych zagrożeń związanych z redukcją zabiegów ochrony (występowanie szkodników i chorób grzybowych), w roku 2025 przeprowadzono szczegółowe badania składu mineralnego wybranych odmian jabłek. Dodatkowo scharakteryzowano profil tych składników w sokach mętnych oraz oceniono zawartość minerałów w wyciskach powstałych po produkcji soków.

2. Cel badań

Celem zadania było wdrożenie do praktyki modelowych rozwiązań pozwalających na przekształcanie istniejących sadów produkujących owoce deserowe w sady dostarczające owoce dla przemysłu przetwórczego, a także opracowanie założeń dla zakładania modelowych sadów sokowych. W ramach prowadzonych badań oceniano zawartość składników mineralnych w jabłkach zebranych w sezonie 2025, w wyprodukowanych z nich sokach mętnych oraz w wyciskach pozostałych po produkcji soków.

3. Surowiec zebrany w 2025 r. z przekształcanych kwater

3.1. Pochodzenie owocu do prac przetwórczych

Jabłka do badań zostały zebrane z drzew rosnących w kwaterach „sokowych” oraz „deserowych” prowadzonych zgodnie z zasadami Integrowanej Produkcji (IPO), zlokalizowanych w przekształcanych sadach w Kozietulach Nowych oraz w Ostrowcu, wybranych w 2023 roku w ramach realizacji zadania celowego 9.1 finansowanego przez MRiRW.

Do badań nad zawartością składników mineralnych wykorzystano owoce sześciu odmian: ‘Ligol’, ‘Jonagored’, ‘Camspur’, ‘Szampion’, ‘Braeburn’ (pochodzące z sadu w Kozietulach Nowych) oraz ‘Idared’ (z sadu w Ostrowcu).

3.2. Produkcja soku z jabłek

Soki mętne produkowano w skali półtechnicznej. Oceniano skład mineralny soków wytworzonych z owoców zebranych w sezonie 2025, pochodzących z kwater sokowych, oznaczone jako **SS**, z owoców pochodzących z kwater deserowych (prowadzonych zgodnie z integrowaną ochroną), oznaczonych jako **IPO**. Soki jabłkowe były produkowane z dwóch powtórzeń technologicznych.

Soki tłoczono w dwóch powtórzeń technologicznych, co stanowi 24 kombinacji doświadczalnych (6 odmian jabłka x 2 owoce z kwater sokowych i deserowych x 2 powtórzenia technologiczne) plus dwie dodatkowe kombinacje dla odmiany ‘Idared’, w rezultacie 26 kombinacje soków mętnych. Po produkcji soków oceniono skład mineralny w wyciskach.

4. Analiza składników mineralnych owoców, soków jabłkowych i wycisków

W Tabelach 1 i 2 przedstawiono skład mineralny owoców zebranych w sezonie 2025 z dwóch kwater: sokowej i deserowej. Z owoców każdej odmiany wytłoczono soki mętne, w których analizowano profil składników mineralnych, a także określano ich zawartość w wyciskach po produkcji soków pochodzących zarówno z sadów sokowych (SS), jak i sadów prowadzonych zgodnie z zasadami Integrowanej Produkcji (IPO).

Tabela 1. Zawartość makroskładników w owocach, sokach i wyciskach, pozostałych po produkcji soków, sezon 2025.

Składniki mineralne w świeżej masie	Odmiana	SS			IPO		
		Owoce [mg/kg]	Sok [mg/l]	Wyciski [mg/kg]	Owoce [mg/kg]	Sok [mg/l]	Wyciski [mg/kg]
Fosfor (P)	‘Ligol’	76.2	60.7	276	77.3	47.4	268
	‘Jonagored’	79.0	83.4	259	74.7	67.0	226
	‘Camspur’	71.3	58.3	208	55.6	61.5	224
	‘Szampion’	80.3	64.0	205	63.9	58.2	225
	‘Braeburn’	67.4	44.0	228	76.8	57.1	267
	‘Idared’ lekka PN	56.3	46.9	217	41.6	34.7	210
	‘Idared’ ciężka PN	46.0	–	–	53.1	–	–
	‘Idared’ lekka ON	62.3	59.3	224	–	–	–
	‘Idared’ ciężka ON	53.9	–	–	–	–	–
Potas (K)	‘Ligol’	843	824	1410	844	734	1358
	‘Jonagored’	1009	983	1573	845	859	1411
	‘Camspur’	903	861	1346	746	878	1377
	‘Szampion’	813	703	1130	922	766	1253
	‘Braeburn’	817	795	1073	876	868	1178
	‘Idared’ lekka PN	976	996	1489	796	848	1290
	‘Idared’ ciężka PN	735	–	–	761	–	–
	‘Idared’ lekka ON	912	976	1452	–	–	–
	‘Idared’ ciężka ON	592	–	–	–	–	–
Magnez (Mg)	‘Ligol’	51.9	34.7	126.3	52.1	33.4	129
	‘Jonagored’	47.2	38.1	119.9	44.4	36.2	113
	‘Camspur’	52.9	32.6	140.7	50.6	36.7	160
	‘Szampion’	41.4	29.9	107.0	48.3	33.8	137
	‘Braeburn’	40.9	36.0	97.9	44.1	38.6	115
	‘Idared’ lekka PN	44.2	36.9	96.6	39.8	34.0	92.4
	‘Idared’ ciężka PN	41.6	–	–	43.6	–	–
	‘Idared’ lekka ON	38.7	34.0	89.0	–	–	–
	‘Idared’ ciężka ON	34.1	–	–	–	–	–
Wapń (Ca)	‘Ligol’	31.6	42.7	156	31.4	50.8	159
	‘Jonagored’	33.2	37.1	205	27.1	56.3	172
	‘Camspur’	53.8	50.6	217	42.7	66.7	236
	‘Szampion’	38.3	67.9	145	34.2	61.7	199
	‘Braeburn’	25.0	58.6	144	31.7	59.1	177
	‘Idared’ lekka PN	38.8	54.3	144	36.1	60.3	162
	‘Idared’ ciężka PN	34.6	–	–	28.6	–	–
	‘Idared’ lekka ON	39.1	40.8	149	–	–	–
	‘Idared’ ciężka ON	46.9	–	–	–	–	–

Objaśnienie: lekka, ciężka – rodzaj ziemi z kwater, z których wyprodukowano owoce; PN – stosowane pełne nawożenie z azotem ON – stosowane ograniczone nawożenie azotem.

Tabela 2. Profil mikroskładników w owocach 6 odmian jabłek, w sokach i wyciekach po produkcji soków, sezon 2025.

Składniki mineralne [świeżej masy]	Odmiana	SS			IPO		
		Owoce [mg/kg]	Sok [mg/l]	Wyciek [mg/kg]	Owoce [mg/kg]	Sok [mg/l]	Wycieki [mg/kg]
Miedź (Cu)	‘Ligol’	0.262	0.432	0.978	0.271	0.432	1.01
	‘Jonagored’	0.283	0.472	1.331	0.337	0.521	1.34
	‘Camspur’	0.214	0.416	1.051	0.177	0.513	1.12
	‘Szampion’	0.267	0.519	0.725	0.284	0.555	0.837
	‘Braeburn’	0.290	0.447	0.922	0.290	0.489	1.02
	‘Idared’ lekka PN	0.382	0.518	1.077	0.348	0.417	0.939
	‘Idared’ ciężka PN	0.425	–	–	0.469	–	–
	‘Idared’ lekka ON	0.268	0.378	0.879	–	–	–
	‘Idared’ ciężka ON	0.481	–	–	–	–	–
Żelazo (Fe)	‘Ligol’	1.13	1.01	9.44	1.55	1.07	9.19
	‘Jonagored’	1.45	1.12	14.1	0.98	1.28	9.34
	‘Camspur’	2.68	1.40	6.49	0.99	1.22	11.1
	‘Szampion’	0.97	1.18	7.24	1.33	1.59	13.6
	‘Braeburn’	1.73	1.42	7.59	1.03	1.56	7.12
	‘Idared’ lekka PN	1.19	1.13	5.92	1.51	1.13	4.49
	‘Idared’ ciężka PN	1.11	–	–	1.21	–	–
	‘Idared’ lekka ON	1.27	1.04	4.84	–	–	–
	‘Idared’ ciężka ON	1.12	–	–	–	–	–
Mangan (Mn)	‘Ligol’	0.357	0.225	1.25	0.361	0.248	1.47
	‘Jonagored’	0.298	0.239	1.21	0.306	0.234	1.15
	‘Camspur’	0.374	0.202	1.39	0.383	0.238	1.58
	‘Szampion’	0.364	0.201	1.08	0.402	0.241	1.40
	‘Braeburn’	0.225	0.189	0.754	0.201	0.181	0.771
	‘Idared’ lekka PN	0.277	0.228	0.902	0.180	0.173	0.710
	‘Idared’ ciężka PN	0.166	–	–	0.207	–	–
	‘Idared’ lekka ON	0.230	0.209	0.814	–	–	–
	‘Idared’ ciężka ON	0.140	–	–	–	–	–
Cynk (Zn)	‘Ligol’	0.159	0.389	0.672	0.166	0.966	0.762
	‘Jonagored’	0.116	0.719	0.658	0.137	0.634	0.639
	‘Camspur’	0.181	0.346	0.851	0.181	1.14	1.10
	‘Szampion’	0.235	0.368	0.650	0.222	0.456	0.830
	‘Braeburn’	0.224	0.423	0.875	0.184	1.06	0.887
	‘Idared’ lekka PN	0.284	0.564	0.559	0.297	0.341	0.554
	‘Idared’ ciężka PN	0.405	–	–	0.381	–	–
	‘Idared’ lekka ON	0.185	0.281	0.531	–	–	–
	‘Idared’ ciężka ON	0.319	–	–	–	–	–

Owoce pochodzące z kwater sokowych (SS) odmian ‘Jonagored’ i ‘Idared’, dodatkowo nawożone azotem (lekka PN), wykazywały najwyższą zawartość makroskładników. Natomiast wśród owoców z kwater prowadzonych w systemie integrowanej produkcji (IPO) najwyższą gęstością składników mineralnych wyróżniały się jabłka odmian ‘Szampion’ i ‘Braeburn’.

Zawartość makroskładników w owocach pochodzących z sadów prowadzonych w systemie integrowanej produkcji (IPO) była nieznacznie wyższa niż w owocach z sadów sokowych (SS).

W badanych jabłkach dominującym makroskładnikiem był potas (K). Owoce zebrane w sezonie 2025 charakteryzowały się wyższym poziomem magnezu (Mg) w porównaniu do średnich wartości podanych w „Tabelach składu i wartości odżywczej” (3 mg/100 g, czyli 30 mg/kg). W odmianach ‘Camspur’ i ‘Ligol’, niezależnie od wariantu produkcji (SS czy IPO), odnotowano wyższe zawartości tego pierwiastka (tabela 1). Zawartość wapnia (Ca) w badanych odmianach mieściła się w normie, w zakresie 25–53,8 mg/kg. Odmiana ‘Szampion’ pochodząca z sadów deserowych wyróżniała się wyższą gęstością makroskładników w porównaniu do jabłek tej samej odmiany z sadów sokowych.

W przypadku mikroskładników owoce odmiany ‘Camspur’ pochodzące z kwater sokowych charakteryzowały się najwyższą zawartością mikroskładników spośród badanych odmian. Jabłka z kwater prowadzonych zgodnie z zasadami integrowanej produkcji (IPO) miały wyrównane wartości mikroskładników niezależnie od odmiany. Odmiana ‘Jonagored’ wykazywała niższą zawartość mikroskładników w porównaniu z pozostałymi badanymi odmianami. Owoce z sadów deserowych miały nieznacznie wyższe wartości mikroskładników niż owoce z sadów sokowych, jednak różnice te nie były istotne statystycznie.

Analiza mikroskładników (tabela 2) wykazała, że zarówno w owocach, jak i w sokach, niezależnie od systemu produkcji (IPO czy SS), zawartość żelaza (Fe), manganu (Mn) i cynku (Zn) była znacząco niższa niż wartości podane w literaturze („Tabele składu i wartości odżywczej żywności”) dla jabłek i soku jabłkowego. Wyjątkiem była miedź (Cu) w sokach, której zawartość była wyższa niezależnie od wariantu produkcji.

Tabela 3. Średnie wartości składników mineralnych w jabłkach i soku jabłkowym według „Tabel składu i wartości odżywczej żywności”.

Składniki mineralne	Średnie wartości wg Tabel składu i wartości odżywczej żywności	
	Owoce [mg/kg]	Sok jabłkowy [mg/l]
Fosfor (P)	90	60
Potas (K)	1340	1100
Magnez (Mg)	30	50
Wapń (Ca)	40	90
Miedź (Cu)	0.40	0.20
Żelazo (Fe)	3.00	2.00
Mangan (Mn)	0.80	0.20
Cynk (Zn)	1.60	1.20

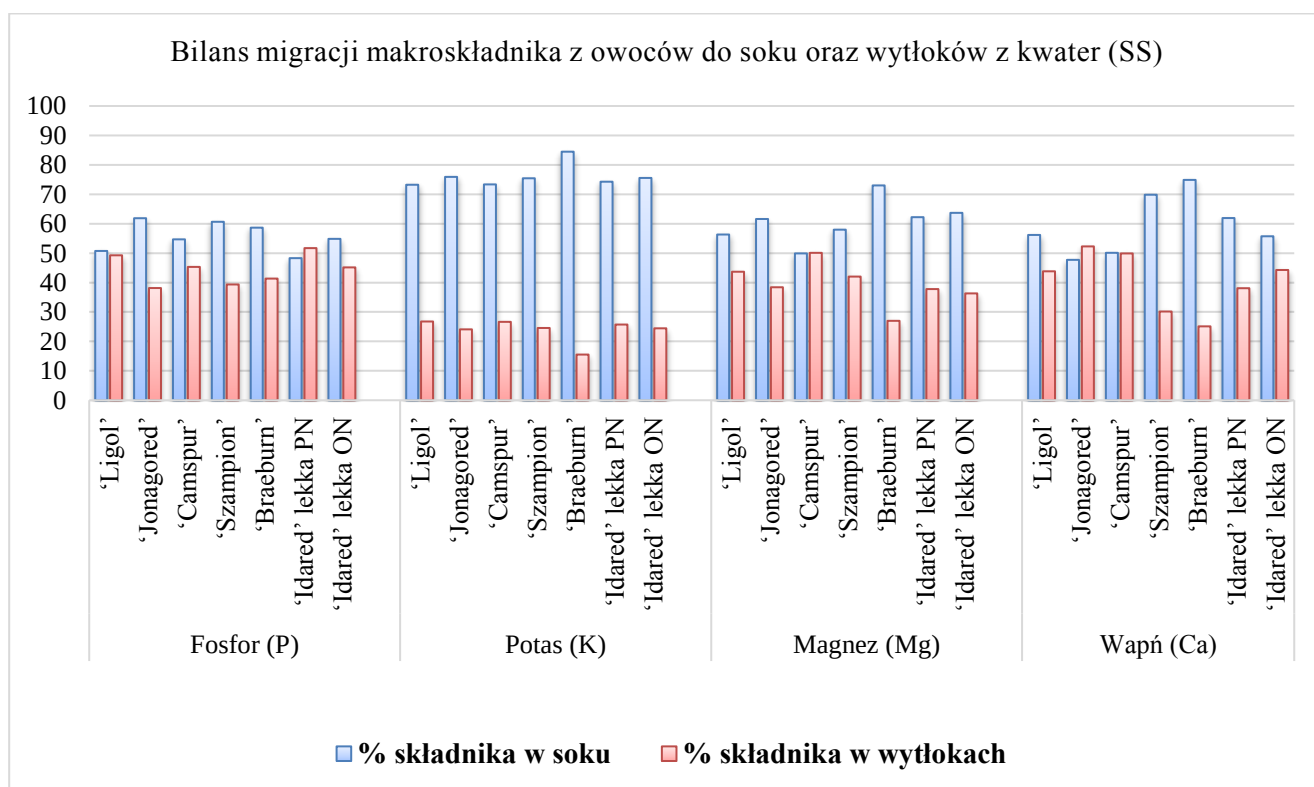
W soku mętym potas (K) i fosfor (P) z odmian ‘Ligol’, ‘Jonagored’ i ‘Idared’ były istotnie wyższe w przypadku jabłek pochodzących z kwater sokowych (SS). Zawartość magnezu (Mg) i wapnia (Ca) w sokach była wyrównana, niezależnie od wariantu produkcji (SS czy IPO). Natomiast

w sokach mętnych z odmiany ‘Szampion’ wyższe wartości mikroskładników odnotowano w jabłkach pochodzących z kwater IPO.

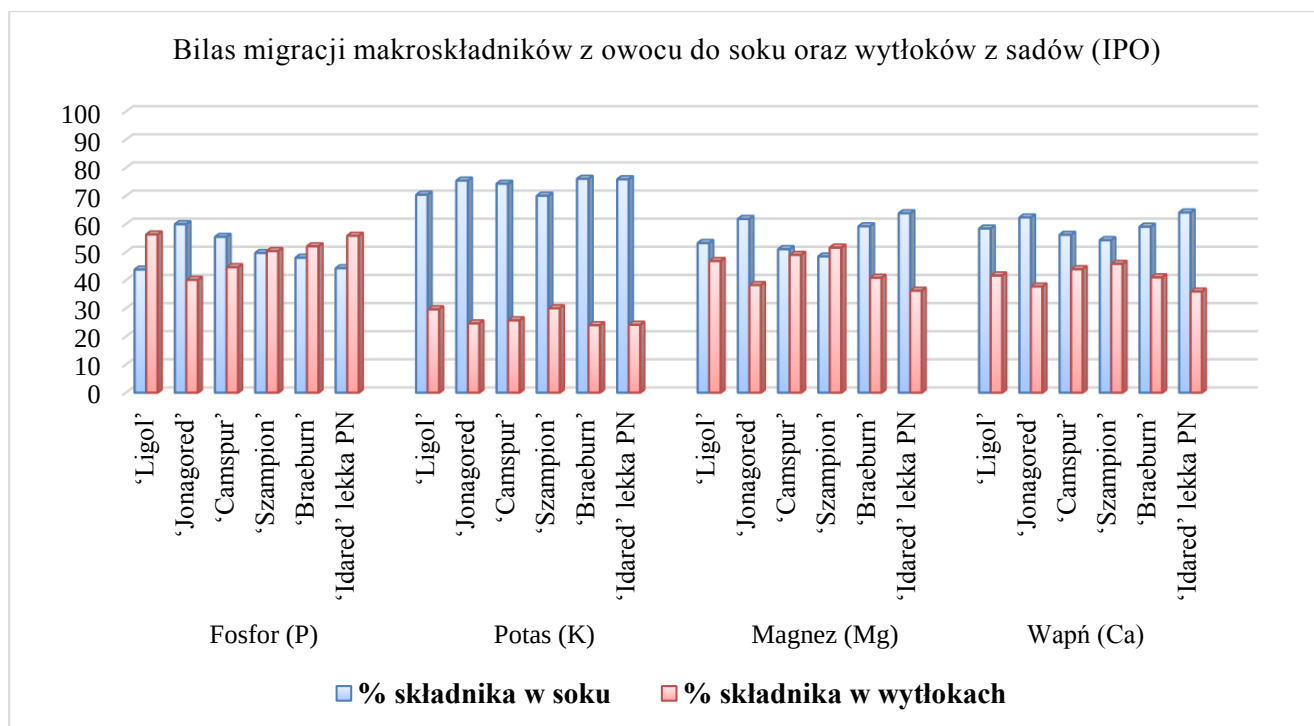
Różnice w zawartości składników mineralnych w jabłkach, sokach mętnych i wyciekach nie były silnie zależne od systemu produkcji (IPO vs. SS), lecz w większym stopniu determinowane były odmianą używaną do produkcji soków.

We wyciekach obserwowano wyższe nagromadzenie składników mineralnych, co wynika ze stanu fizycznego tego materiału – wycieki stanowią miazgę pozbawioną wody komórkowej. Na podstawie zawartości minerałów w owocach obliczono bilans, określający ich przejście z owoców do soku i wycieków.

Na rysunkach 1–4 przedstawiono charakterystykę zmian w przechodzeniu składników mineralnych z owoców sześciu odmian jabłek do wytworzonych z nich soków mętnych w zależności od typu sadu (kwatery), z którego pochodziły owoce. Przedstawiono procentowy bilans przejścia składników mineralnych z surowca owocowego do soku oraz do frakcji wyciekowej.



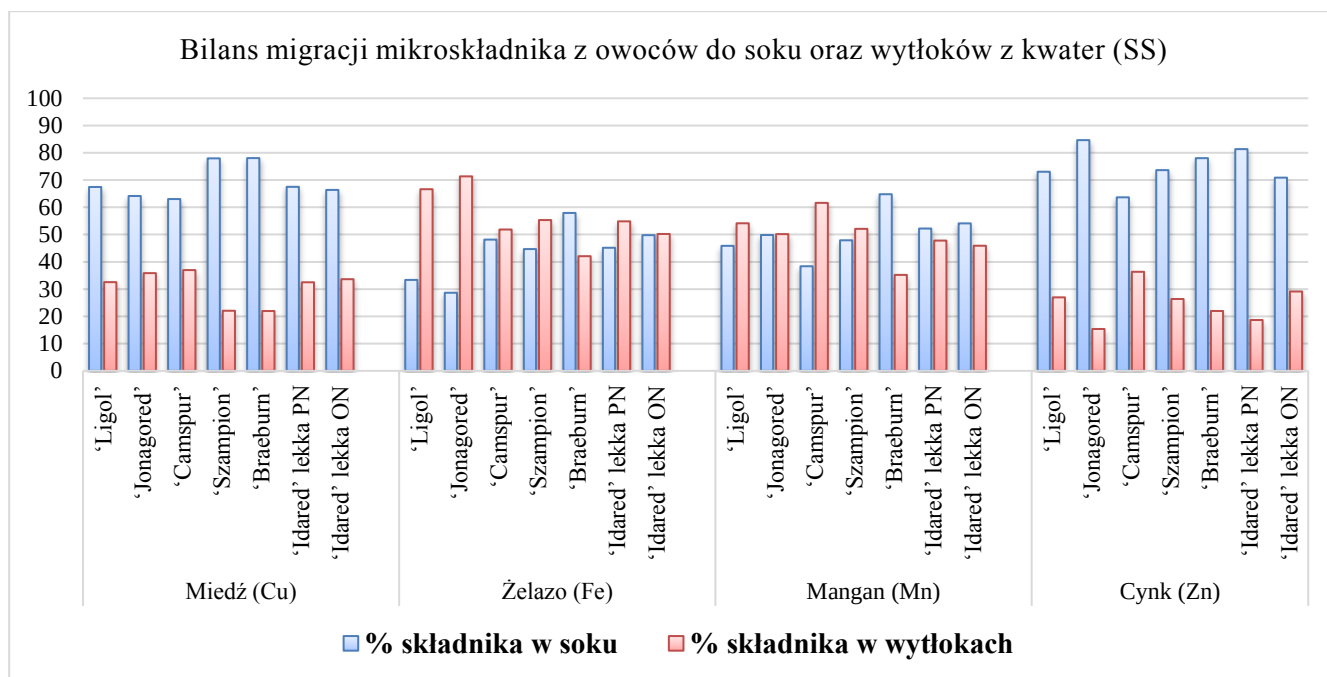
Rysunek 1. Charakterystyka zmian przedstawiona w %, zawartość makroskładników w soku i wyciekach, po przetworzeniu owocu pochodzących z kwater sokowych (SS).



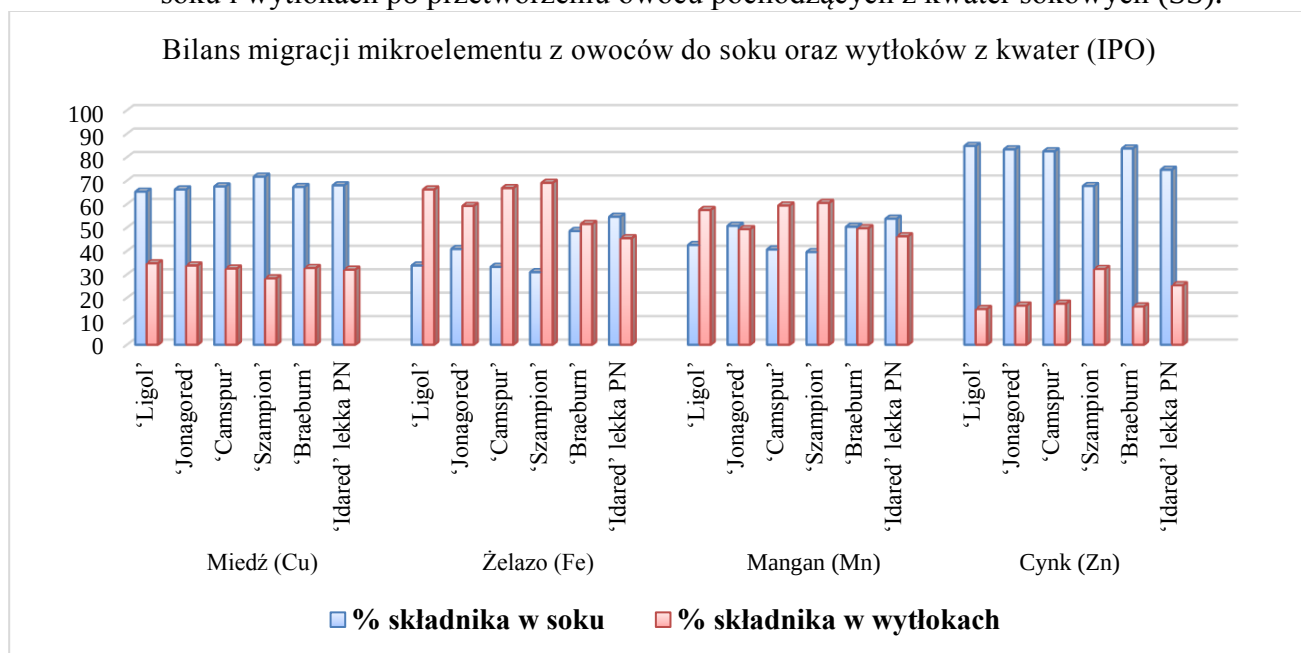
Rysunek 2. Charakterystyka zmian zawartości makroskładników [%] w soku i wyciekach po przetworzeniu owocu pochodzących z kwater prowadzonych integrowaną produkcją (IPO).

Najbardziej wyraźnie w sokach mętnych zaznaczał się potas (K), który przeszedł do soku w istotnej ilości. Migracja potasu z owocu do soku mieściła się w zakresie 70–76%, natomiast w wyciekach pozostawało około 24–30% tego pierwiastka. W przeciwieństwie do potasu, migracja fosforu (P), magnezu (Mg) i wapnia (Ca) była umiarkowana, a średni bilans przejścia tych trzech pierwiastków do soku wynosił około 55%.

Odmiana 'Braeburn' pochodząca z sadów sokowych wyróżniała się wyższymi wartościami w bilansie migracji zarówno makroskładników (K, Mg, Ca), jak i mikroskładników (Cu, Fe, Mn) w porównaniu z pozostałymi odmianami. W przypadku owoców z sadów IPO odmiany 'Jonagored' i 'Idared' wykazywały nieco wyższe wartości w bilansie migracji makroskładników, jednak różnice między odmianami nie były istotne statystycznie.



Rysunek 3. Charakterystyka zmian przedstawiona w [%], zawartość składników mineralnych w soku i wyciekach po przetworzeniu owocu pochodzących z kwater sokowych (SS).



Rysunek 4. Charakterystyka zmian zawartości mikroelementów [%] w soku i wyciekach po przetworzeniu owocu pochodzących z kwater prowadzonych integrowaną produkcją (IPO).

W przypadku mikroskładników (Rysunek 3 i 4) zauważono, że miedź (Cu) i cynk (Zn) przechodziły z owoców do soku średnio w około 65%. Odminną zależność stwierdzono dla żelaza (Fe), które pozostawało w wyciekach, niezależnie od sadu pochodzenia owoców. Nie stwierdzono istotnych różnic w zawartości manganu (Mn) w zależności od pochodzenia owoców.

Popińska W., Kroc M., Marcinkowska E., Niedźwiadek K., ... 2025. Ocena zawartości składników mineralnych w jabłkach zebranych w 2025 r., w sokach mętnych i pozostałych po produkcji soków wytłokach.

Różnice procentowe zawartości składników mineralnych w soku i wytłokach po ich produkcji nie były silnie zależne od kombinacji (IPO, SS), lecz w większym stopniu determinowane odmianą wykorzystaną do produkcji soków.

5. Podsumowanie

Owoce zebrane w sezonie 2025 oraz wyprodukowane z nich soki mętne, wytłoczone z jabłek pochodzących z kwater sokowych, charakteryzowały się jakością porównywalną do materiału uzyskanego z kwater prowadzonych zgodnie z zasadami Integrowanej Produkcji.

Nie stwierdzono istotnych różnic w składzie mineralnym owoców i soków w trakcie migracji badanych pierwiastków do soku i wytłoków. Analiza zawartości składników mineralnych w jabłkach, sokach i wytłokach wykazała, że owoce, niezależnie od rodzaju sadu (sokowy czy deserowy), cechują się zbliżoną jakością chemiczną, co skutkuje podobnym składem mineralnym w wytłoczonych sokach. Głównym czynnikiem determinującym zawartość składników mineralnych w owocach jest przede wszystkim odmiana jabłek.