



Ministerstwo Rolnictwa
i Rozwoju Wsi

Raport

Ocena zmian zasobności gleb w składniki mineralne w przekształcanych sadach/kwaterach na podstawie analiz gleby wykonanych w latach 2023-2025

Autorzy:

dr Jacek Filipczak

dr hab. Paweł Wójcik, prof. IO-PIB

dr Zbigniew Buler

dr inż. Wioletta Popińska

Opracowanie przygotowane w ramach

Obszar 9. Zagospodarowanie pozbiornicze produktów ogrodniczych

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 2025

Spis treści

1. Wstęp	3
2. Cel badań	3
3. Analiza chemiczna gleby	3
4. Ocena zagrożeń wynikających z ograniczonego nawożenia mineralnego.....	14
5. Podsumowanie	17

1. Wstęp

W ramach Zadania Celowego 9.1. „**Opracowanie technologii produkcji jabłek przemysłowych z uwzględnieniem transformacji sadów produkujących owoce deserowe (sady tradycyjne) oraz modelu sadu sokowego**”, finansowanego przez MRiRW, prowadzone były badania mające na celu wskazanie realnych korzyści (zmniejszenie kosztów produkcji) oraz zagrożeń (występowanie niedoborów składników pokarmowych w liściach, obniżenie plonowania i pogorszenie jakości owoców) w przekształcanych sadoch. Badania prowadzone były w latach 2023-2025, w kwaterach jabłoniowych w dwóch sadoch wybranych w 2023 roku na potrzeby tego zadania celowego. Jeden z sadów zlokalizowany był w Ostrowcu k. Łowicza w województwie łódzkim, drugi w Koziętulach Nowych w województwie mazowieckim. W wybranych lokalizacjach, przekształceniu sadu deserowego na sad sokowy podlegały kwatery o powierzchni około 1 ha. Kwatery deserowe były prowadzone zgodnie z zasadami integrowanej produkcji owoców (IPO), podczas gdy kwatery przekształcane w sokowe były prowadzone z ograniczoną ochroną oraz redukcją nawożenia przez właścicieli sadów. Działania te były wykonywane w konsultacji z pracownikami Instytutu Ogrodnictwa PIB.

Obserwacje pod kątem występowania objawów niedoborów składników mineralnych na liściach, pędach i owocach prowadzili pracownicy Zakładu Uprawy i Nawożenia Roślin Ogrodniczych.

2. Cel badań

Celem zadania było wdrożenie do praktyki modelowych rozwiązań przekształcania istniejących sadów produkujących owoce deserowe w sady dostarczające owoce dla przemysłu przetwórczego oraz opracowanie założeń dla zakładania modelowych sadów sokowych. W ramach prowadzonych badań oceniane były między innymi następujące efekty corocznego ograniczania nawożenia mineralnego składnikami pokarmowymi oraz wpływ tych ograniczeń na wielkość plonowania i jakość uzyskiwanych owoców.

3. Analiza chemiczna gleby

W obu lokalizacjach, z kwater objętych doświadczeniami, pobierano w dwóch terminach (wiosna, jesień) próby gleby z warstwy ornej i podornej i wykonano następujące analizy:

- zasolenie metodą konduktometryczną,
- pH w KCl metodą potencjometryczną
- zawartość fosforu (P) i potasu (K) wg metody Egnera-Rhiema, z użyciem atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej ICP-OES
- zawartość magnezu (Mg) wg metody Schachtschabela, z użyciem atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej ICP-OES

- zawartość boru (B), miedzi (Cu), żelaza (Fe), manganu (Mn), cynku (Zn), sodu (Na) w wyciągu 1N kwasu solnego, z użyciem atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej ICP-OES
- zawartość siarki siarczanowej (S-SO₄) w wyciągu glebowym po ekstrakcji w roztworze 0,25 mol/l kwasu octowego i octanu amonu metodą atomowej spektrometrii emisyjnej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej ICP-OES
- zawartość azotu ogólnego (Nog.) wg metody Dumas'a i węgla (Cog.) metodą wysokotemperaturowego spalania z detekcją w podczerwieni (IR), z wykorzystaniem analizatora TruSpec CNS
- zawartość substancji organicznej określono stosując współczynnik wynoszący 1,72 wynikający z założenia udziału węgla w próchnicy na poziomie 58 %, zgodnie z normą PN-ISO 10694.

W Tabelach 1-30 zamieszczono wyniki analiz chemicznych prób gleby prowadzonych w latach 2023-2025. W sadzie zlokalizowanym w Kozietulach Nowych w kwaterach doświadczalnych rosną jabłonie na podkładce karłowej M.9 i półkarłowej M.26, natomiast w Ostrowcu na silnie rosnącej podkładce A2. W sadzie w Kozietulach Nowych w kwaterach IPO stosowano pełne nawożenie mineralne: 80 kg N, 60 kg P₂O₅ i 100 kg K₂O, natomiast w kwaterach sokowych nawożenie to było ograniczone o 50 %. Nieco inaczej wyglądał schemat nawożenia mineralnego w sadzie w Ostrowcu. Na potrzeby tego doświadczenia wydzielono kwatery jabłoni odmiany 'Idared' rosnące na glebie lekkiej i ciężkiej. Na każdej z tych gleb wydzielono kwatery z pełnym nawożeniem mineralnych (deserowe, IPO) oraz z ograniczonym nawożeniem (kwatery sokowe).

Wyniki analizy gleby. Sad w Koziętulach Nowych

Tabela 1. Odczyn gleby - sad Koziętulę Nowe woj. mazowieckie

Kwatera	pH w KCl					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	6.83	6.96	7.07	7.13	6.92	7.10
Kw. II sokowa; 20-40 cm	6.51	7.05	6.81	6.72	6.75	6.63
Kw. II IPO; 0-20 cm	5.76	7.11	6.95	7.06	7.07	7.14
Kw. II IPO; 20-40 cm	5.51	7.00	6.71	6.61	6.84	6.72
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	6.79	6.89	6.97	7.08	7.21	6.92
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	6.27	6.79	6.65	6.93	6.91	6.76
Kw. VII IPO; 0-20 cm	6.56	7.02	6.85	7.24	6.98	7.14
Kw. VII IPO; 20-40 cm	5.87	6.84	6.62	6.86	6.60	6.76

Tabela 2. Zasolenie gleby - sad Koziętulę Nowe woj. mazowieckie

Kwatera	Zasolenie [gKCl/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	0.20	0.16	0.51	0.36	0.24	0.19
Kw. II sokowa; 20-40 cm	0.11	0.17	0.23	0.25	0.26	0.17
Kw. II IPO; 0-20 cm	0.13	0.22	0.70	0.16	0.21	0.32
Kw. II IPO; 20-40 cm	0.10	0.20	0.27	0.17	0.20	0.13
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	0.17	0.17	0.47	0.25	0.24	0.26
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	0.12	0.15	0.17	0.28	0.35	0.19
Kw. VII IPO; 0-20 cm	0.19	0.18	0.40	0.34	0.18	0.29
Kw. VII IPO; 20-40 cm	0.11	0.15	0.18	0.12	0.26	0.24

Tabela 3. Zawartość azotu ogólnego w glebie - sad Koziętulę Nowe woj. mazowieckie

Kwatera	Nog [% psm]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	0.10	0.10	0.12	0.09	0.09	0.08
Kw. II sokowa; 20-40 cm	0.03	0.07	0.07	0.04	0.05	0.03
Kw. II IPO; 0-20 cm	0.05	0.11	0.10	0.09	0.10	0.12
Kw. II IPO; 20-40 cm	0.03	0.08	0.05	0.05	0.04	0.05
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	0.06	0.07	0.09	0.08	0.07	0.07
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	0.02	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
Kw. VII IPO; 0-20 cm	0.09	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07
Kw. VII IPO; 20-40 cm	0.02	0.06	0.08	0.08	0.04	0.02

Tabela 4. Zawartość węgla organicznego w glebie- sad Koziętulę Nowe woj. mazowieckie

Kwatera	Cog. [% psm]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	1.11	0.97	1.38	1.17	1.12	1.07
Kw. II sokowa; 20-40 cm	0.29	0.67	0.81	0.62	0.64	0.44
Kw. II IPO; 0-20 cm	0.82	1.17	1.19	1.16	1.21	1.49
Kw. II IPO; 20-40 cm	0.58	0.74	0.61	0.50	0.60	0.52
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	0.80	0.80	0.96	1.04	1.01	1.02
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	0.35	0.58	0.69	0.59	0.65	0.56
Kw. VII IPO; 0-20 cm	0.91	0.95	1.16	1.04	0.97	1.20
Kw. VII IPO; 20-40 cm	0.27	0.63	0.75	0.43	0.50	0.47

Tabela 5. Zawartość substancji organicznej w glebie - sad Kozietuły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	Substancja organiczna [% psm]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	1.91	1.68	2.38	2.01	1.92	1.84
Kw. II sokowa; 20-40 cm	0.50	1.16	1.39	1.07	1.09	0.75
Kw. II IPO; 0-20 cm	1.41	2.01	2.05	2.00	2.08	2.56
Kw. II IPO; 20-40 cm	0.99	1.27	1.05	0.86	1.03	0.89
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	1.37	1.38	1.65	1.79	1.74	1.75
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	0.61	0.99	1.18	1.02	1.11	0.97
Kw. VII IPO; 0-20 cm	1.56	1.63	1.99	1.78	1.66	2.07
Kw. VII IPO; 20-40 cm	0.46	1.09	1.30	0.74	0.86	0.80

Tabela 6. Zawartość boru w glebie - sad Kozietuły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	B [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	2.30	2.28	2.40	2.32	4.17	1.41
Kw. II sokowa; 20-40 cm	1.88	2.05	2.03	2.06	2.71	1.08
Kw. II IPO; 0-20 cm	1.95	2.52	2.29	2.46	4.41	1.50
Kw. II IPO; 20-40 cm	1.87	2.15	1.94	1.97	2.70	1.02
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	2.15	2.15	2.22	2.33	4.03	1.47
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	1.96	2.01	1.95	2.18	3.25	1.16
Kw. VII IPO; 0-20 cm	2.33	2.38	2.37	2.43	4.11	1.57
Kw. VII IPO; 20-40 cm	1.87	1.99	2.04	1.95	2.40	1.18

Tabela 7. Zawartość miedzi w glebie - sad Kozietuły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	Cu [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	13.6	20.9	18.3	9.42	11.1	14.59
Kw. II sokowa; 20-40 cm	4.03	9.95	7.41	4.23	7.05	2.86
Kw. II IPO; 0-20 cm	7.17	26.5	19.6	16.8	10.0	13.91
Kw. II IPO; 20-40 cm	4.67	11.5	5.92	3.79	3.57	3.24
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	11.1	14.9	14.1	7.42	9.61	11.51
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	4.14	8.94	8.75	3.83	4.79	3.85
Kw. VII IPO; 0-20 cm	15.2	18.4	16.2	10.2	10.8	11.80
Kw. VII IPO; 20-40 cm	3.89	10.2	9.05	2.25	3.36	3.29

Tabela 8. Zawartość żelaza w glebie - sad Kozietuły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	Fe [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	910	1038	794	636	645	613
Kw. II sokowa; 20-40 cm	597	1010	676	434	621	365
Kw. II IPO; 0-20 cm	751	967	634	535	765	737
Kw. II IPO; 20-40 cm	723	992	571	372	631	544
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	772	814	718	692	649	629
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	655	809	685	575	587	471
Kw. VII IPO; 0-20 cm	912	920	759	729	689	651
Kw. VII IPO; 20-40 cm	528	881	683	485	493	417

Tabela 9. Zawartość manganu w glebie- sad Kozietuły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	Mn [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	130	142	163	110	131	98.6
Kw. II sokowa; 20-40 cm	43.9	129	108	54.2	73.7	30.5
Kw. II IPO; 0-20 cm	81.3	142	134	105	142	121.0
Kw. II IPO; 20-40 cm	52.6	120	79.2	33.4	74.3	44.6
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	115	114	148	123	133	100.8
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	56.6	102	112	67.2	95.3	50.1
Kw. VII IPO; 0-20 cm	175	153	169	145	127	117.7
Kw. VII IPO; 20-40 cm	44.2	134	130	36.8	55.9	42.0

Tabela 10. Zawartość cynku w glebie - sad Kozietuły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	Zn [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	13.6	112	57.8	14.7	9.80	8.59
Kw. II sokowa; 20-40 cm	3.34	146	55.9	4.74	15.5	2.28
Kw. II IPO; 0-20 cm	8.42	34.5	28.6	8.70	13.8	14.6
Kw. II IPO; 20-40 cm	4.34	67.9	40.8	2.56	14.1	3.30
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	5.59	37.0	16.8	6.31	6.67	5.17
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	3.19	70.8	30.4	2.98	6.03	2.27
Kw. VII IPO; 0-20 cm	8.80	33.8	27.5	6.15	4.84	5.63
Kw. VII IPO; 20-40 cm	2.69	56.5	34.8	2.05	2.55	3.20

Tabela 11. Zawartość sodu w glebie - sad Kozietuły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	Na [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	9.6	9.87	26.1	22.8	12.8	8.8
Kw. II sokowa; 20-40 cm	9.4	12.0	11.5	8.67	14.5	9.7
Kw. II IPO; 0-20 cm	10.7	9.9	30.2	11.3	14.9	9.6
Kw. II IPO; 20-40 cm	8.8	12.1	14.3	7.22	11.1	10.8
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	8.1	8.9	16.8	10.7	13.9	11.5
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	9.9	10.0	10.5	8.29	13.9	11.9
Kw. VII IPO; 0-20 cm	6.6	10.2	17.2	18.1	16.5	10.9
Kw. VII IPO; 20-40 cm	6.1	12.4	9.87	8.35	11.1	10.9

Tabela 12. Zawartość fosforu w glebie - sad Kozietuły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	P [mg/100g]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	4.44	6.25	8.21	8.01	11.8	6.16
Kw. II sokowa; 20-40 cm	2.64	7.63	3.89	4.64	4.45	1.50
Kw. II IPO; 0-20 cm	6.18	11.0	12.5	9.54	6.58	4.15
Kw. II IPO; 20-40 cm	3.74	6.02	6.01	2.64	3.20	1.62
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	12.5	11.4	9.50	8.67	9.94	7.09
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	5.71	10.6	7.58	3.26	6.78	2.31
Kw. VII IPO; 0-20 cm	17.0	12.1	14.2	9.03	11.9	6.17
Kw. VII IPO; 20-40 cm	10.9	9.77	9.12	1.83	3.39	2.22

Tabela 13. Zawartość potasu w glebie - sad Kozietyły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	K [mg/100g]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	4.12	9.4	22.2	14.5	18.5	15.79
Kw. II sokowa; 20-40 cm	2.65	5.0	5.71	6.06	3.82	3.10
Kw. II IPO; 0-20 cm	3.42	13.1	32.3	20.2	9.81	20.20
Kw. II IPO; 20-40 cm	3.11	5.0	8.14	4.93	3.09	4.79
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	6.70	10.1	19.8	5.9	12.7	11.52
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	6.69	6.4	7.24	4.87	6.64	4.34
Kw. VII IPO; 0-20 cm	10.8	12.5	17.6	21.4	13.4	15.09
Kw. VII IPO; 20-40 cm	6.37	6.1	8.48	5.63	4.35	4.74

Tabela 14. Zawartość magnezu w glebie - sad Kozietyły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	Mg [mg/100g]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	11.1	10.4	17.1	12.9	11.2	10.32
Kw. II sokowa; 20-40 cm	8.60	8.59	12.9	12.0	12.6	8.64
Kw. II IPO; 0-20 cm	10.4	12.2	13.7	11.4	11.5	12.81
Kw. II IPO; 20-40 cm	9.82	9.02	13.0	10.6	8.59	9.11
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	9.58	9.53	12.1	7.61	8.26	9.63
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	9.94	9.25	12.5	7.98	8.23	7.76
Kw. VII IPO; 0-20 cm	9.86	9.94	12.3	10.0	8.68	10.36
Kw. VII IPO; 20-40 cm	6.74	8.01	12.1	7.34	7.93	6.90

Tabela 15. Zawartość siarki (formy siarczanowej) w glebie - sad Kozietyły Nowe woj. mazowieckie

Kwaterna	S-SO ₄ [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Kw. II sokowa; 0-20 cm	20.3	2.79	30.2	33.5	3.85	2.61
Kw. II sokowa; 20-40 cm	12.4	5.09	9.91	8.72	15.8	4.64
Kw. II IPO; 0-20 cm	13.0	3.86	42.6	16.3	2.66	2.71
Kw. II IPO; 20-40 cm	11.8	9.35	15.1	5.34	7.28	1.94
Kw. VII sokowa; 0-20 cm	17.6	6.28	35.8	12.5	6.64	17.52
Kw. VII sokowa; 20-40 cm	9.88	6.45	4.92	14.6	26.8	13.32
Kw. VII IPO; 0-20 cm	16.2	5.31	17.1	30.2	3.05	11.08
Kw. VII IPO; 20-40 cm	6.96	6.28	4.25	6.21	22.8	12.33

Wyniki analizy gleby. Sad w Ostrowcu

Tabela 16. Odczyn gleby – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwaterna	pH w KCl					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	7.41	7.31	7.55	7.48	7,76	7.53
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	7.49	7.57	7.65	7.53	7,77	7.69
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	7.47	7.52	7.32	7.59	7,71	7.61
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	7.54	7.75	7.50	7.52	7,84	7.79
IPO – ciężka; 0-20 cm	7.46	7.43	7.48	7.72	7,71	7.52
IPO – ciężka; 20-40 cm	7.49	7.47	7.65	7.84	7,76	7.63
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	6.47	5.66	6.70	6.02	5,36	6.45
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	4.85	4.39	4.64	4.81	5,04	5.15
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	6.41	6.41	6.62	7.12	6,85	7.15
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	6.13	5.96	4.98	7.69	7,09	6.82
IPO – lekka; 0-20 cm	5.21	5.86	6.44	6.09	5,36	5.44
IPO – lekka; 20-40 cm	4.3	4.79	5.30	5.34	5,03	4.92

Tabela 17. Zasolenie gleby – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwaterna	Zasolenie [gKCl/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	0.40	0.34	0.45	0.36	0,38	0.31
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	0.38	0.31	0.37	0.34	0,36	0.34
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	0.41	0.38	0.35	0.31	0,39	0.32
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	0.30	0.33	0.33	0.31	0,34	0.32
IPO – ciężka; 0-20 cm	0.40	0.31	0.49	0.30	0,52	0.33
IPO – ciężka; 20-40 cm	0.32	0.33	0.30	0.32	0,35	0.39
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	0.26	0.15	0.19	0.17	0,15	0.16
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	0.08	0.09	0.08	0.09	0,11	0.10
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	0.16	0.17	0.17	0.24	0,22	0.23
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	0.14	0.13	0.09	0.34	0,30	0.24
IPO – lekka; 0-20 cm	0.11	0.15	0.19	0.14	0,24	0.09
IPO – lekka; 20-40 cm	0.08	0.07	0.10	0.10	0,15	0.10

Tabela 18. Zawartość azotu ogólnego w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwaterna	Nog [% psm]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	0.11	0.11	0.12	0.11	0,09	0.12
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	0.06	0.05	0.09	0.10	0,06	0.06
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	0.07	0.13	0.11	0.12	0,09	0.09
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	0.05	0.07	0.08	0.07	0,06	0.05
IPO – ciężka; 0-20 cm	0.07	0.13	0.15	0.10	0,08	0.12
IPO – ciężka; 20-40 cm	0.05	0.09	0.08	0.09	0,07	0.08
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	0.06	0.08	0.10	0.09	0,06	0.07
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	0.01	0.03	0.02	0.03	0,01	0.02
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	0.06	0.06	0.11	0.11	0,07	0.09
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	0.01	0.04	0.03	0.04	0,03	0.03
IPO – lekka; 0-20 cm	0.05	0.07	0.09	0.06	0,10	0.08
IPO – lekka; 20-40 cm	0.01	0.01	0.02	0.04	0,02	0.01

Tabela 19. Zawartość węgla organicznego w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwatera	Cog. [% psm]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	1.87	1.82	1.93	2.11	2,18	2.15
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	1.43	0.98	1.35	1.68	1,52	1.37
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	1.66	1.91	1.87	1.94	1,97	2.07
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	1.31	1.60	1.16	1.45	1,13	1.43
IPO – ciężka; 0-20 cm	1.77	1.81	2.15	1.84	1,96	2.17
IPO – ciężka; 20-40 cm	1.48	1.10	1.18	1.59	1,56	1.49
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	1.01	0.90	1.19	1.11	1,09	1.20
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	0.50	0.40	0.40	0.48	0,45	0.62
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	0.77	0.79	1.16	1.33	1,21	1.39
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	0.38	0.45	0.45	0.79	0,59	0.64
IPO – lekka; 0-20 cm	0.89	0.84	1.11	1.01	1,17	1.12
IPO – lekka; 20-40 cm	0.39	0.25	0.44	0.58	0,52	0.52

Tabela 20. Zawartość substancji organicznej w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwatera	Substancja organiczna [% psm]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	3.21	3.13	3.32	3.62	3,75	3.70
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	2.46	1.68	2.33	2.88	2,62	2.35
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	2.86	3.29	3.21	3.34	3,39	3.56
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	2.26	2.74	1.99	2.50	1,94	2.45
IPO – ciężka; 0-20 cm	3.04	3.11	3.69	3.16	3,37	3.74
IPO – ciężka; 20-40 cm	2.54	1.89	2.02	2.74	2,69	2.56
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	1.74	1.54	2.05	1.90	1,87	2.06
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	0.85	0.69	0.69	0.82	0,78	1.07
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	1.32	1.36	2.00	2.28	2,08	2.40
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	0.66	0.78	0.77	1.36	1,01	1.10
IPO – lekka; 0-20 cm	1.53	1.45	1.91	1.73	2,02	1.93
IPO – lekka; 20-40 cm	0.67	0.43	0.75	1.00	0,90	0.89

Tabela 21. Zawartość boru w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwatera	B [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	3.21	3.57	2.40	0.25	2,99	2.72
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	2.83	2.48	1.83	0.24	2,69	1.93
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	3.03	3.74	2.63	0.24	2,88	2.50
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	2.60	3.01	2.01	0.22	2,55	2.12
IPO – ciężka; 0-20 cm	2.98	3.40	3.49	3.20	2,96	2.64
IPO – ciężka; 20-40 cm	2.67	3.12	1.59	2.75	2,81	2.18
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	1.88	2.00	0.47	0.40	1,83	1.17
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	1.94	1.90	0.71	0.31	1,72	1.10
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	2.05	2.04	0.66	0.49	1,99	1.56
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	1.83	2.00	0.33	0.44	1,85	1.17
IPO – lekka; 0-20 cm	1.87	2.37	0.92	2.06	1,86	1.06
IPO – lekka; 20-40 cm	1.79	2.10	0.73	1.84	1,68	1.08

Tabela 22. Zawartość miedzi w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwaterna	Cu [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	8.43	8.57	9.43	1.37	8,65	10.04
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	4.73	2.46	4.20	0.77	3,39	3.78
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	7.34	7.77	8.04	1.48	7,79	8.36
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	4.42	3.63	3.73	0.84	3,13	3.88
IPO – ciężka; 0-20 cm	7.25	8.36	11.7	6.86	7,92	10.27
IPO – ciężka; 20-40 cm	4.26	3.47	3.73	3.80	4,05	4.05
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	5.99	5.04	7.02	4.04	4,07	5.86
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	2.97	1.42	1.61	1.27	1,28	2.33
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	4.16	4.62	7.78	3.90	5,93	9.18
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	2.61	1.46	1.63	1.52	1,95	2.14
IPO – lekka; 0-20 cm	5.16	4.53	5.99	4.17	5,02	6.20
IPO – lekka; 20-40 cm	2.67	1.05	1.96	2.05	1,94	2.34

Tabela 23. Zawartość żelaza w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwaterna	Fe [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	424	445	547	60.8	384	401
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	412	500	522	72.6	371	373
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	452	513	488	61.2	378	404
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	471	483	434	72.9	313	379
IPO – ciężka; 0-20 cm	374	501	543	422	372	412
IPO – ciężka; 20-40 cm	382	552	484	447	409	427
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	488	498	575	284	448	444
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	418	426	286	241	429	330
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	341	551	689	283	429	507
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	353	447	552	181	287	281
IPO – lekka; 0-20 cm	395	484	434	401	388	523
IPO – lekka; 20-40 cm	415	353	321	318	416	340

Tabela 24. Zawartość manganu w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwaterna	Mn [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	114	89.6	92.3	11.75	71,7	69.9
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	86.4	49.4	56.8	10.16	47,7	44.6
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	105	94.4	94.2	12.17	67,5	76.0
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	85.8	83.1	55.8	11.65	39,4	54.9
IPO – ciężka; 0-20 cm	108	101	113.0	84.5	89,6	72.1
IPO – ciężka; 20-40 cm	98.9	48.2	53.4	63.8	59,6	48.7
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	16.4	17.4	19.8	9.67	8,77	15.1
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	7.71	7.12	8.44	4.91	9,94	7.1
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	13.2	27.7	35.7	21.09	20,8	34.5
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	10.9	9.18	18.4	7.92	10,2	6.8
IPO – lekka; 0-20 cm	20.4	15.1	30.2	10.9	14,5	13.8
IPO – lekka; 20-40 cm	6.44	5.74	11.0	6.99	13,2	5.1

Tabela 25. Zawartość cynku w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwaterna	Zn [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	16.0	22.2	17.0	1.66	10,4	12.87
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	6.64	20.7	6.29	1.12	4,67	4.78
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	11.8	29.0	1.02	1.74	10,3	10.28
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	7.90	43.5	1.02	1.02	4,62	4.58
IPO – ciężka; 0-20 cm	8.24	22.4	24.9	9.46	7,99	12.71
IPO – ciężka; 20-40 cm	4.97	13.7	5.10	5.27	5,28	5.07
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	8.09	12.3	24.9	5.75	4,82	7.82
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	3.95	11.3	5.10	2.23	1,84	2.68
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	4.75	9.95	28.7	9.82	13,9	18.12
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	2.36	15.2	2.29	6.99	2,82	3.20
IPO – lekka; 0-20 cm	7.60	12.3	8.83	6.36	5,75	13.52
IPO – lekka; 20-40 cm	2.02	15.4	2.25	2.06	1,90	2.84

Tabela 26. Zawartość sodu w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwaterna	Na [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	34.2	30.0	29.5	6.28	26,3	19.83
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	32.1	21.2	24.0	4.59	19,5	16.83
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	30.6	27.6	27.5	5.62	25,0	25.34
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	26.1	25.1	19.4	5.87	13,8	19.86
IPO – ciężka; 0-20 cm	36.0	26.2	30.4	25.01	30,1	23.64
IPO – ciężka; 20-40 cm	31.5	19.6	15.7	26.0	22,7	16.09
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	9.14	8.64	6.15	5.98	6,39	6.92
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	7.71	7.80	5.13	5.05	4,70	6.49
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	8.40	7.90	5.26	5.50	5,57	9.68
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	7.97	7.18	4.87	5.85	5,19	8.01
IPO – lekka; 0-20 cm	6.00	9.47	7.16	5.16	8,69	7.89
IPO – lekka; 20-40 cm	9.10	10.6	6.43	5.05	7,06	7.33

Tabela 27. Zawartość fosforu w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwaterna	P [mg/100g]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	18.8	9.12	13.7	10.01	11,4	9.27
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	4.96	3.18	3.79	5.55	4,04	3.29
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	8.57	10.97	9.36	13.80	15,0	5.33
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	8.48	3.21	3.33	7.00	7,36	1.93
IPO – ciężka; 0-20 cm	6.04	12.71	9.36	8.35	6,10	8.92
IPO – ciężka; 20-40 cm	2.46	5.53	3.33	4.65	5,14	4.24
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	8.53	8.49	9.36	12.2	9,11	6.62
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	10.6	8.28	3.33	11.1	7,73	7.53
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	6.25	11.12	12.13	24.32	16,8	14.95
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	5.24	5.82	11.06	13.73	9,68	5.72
IPO – lekka; 0-20 cm	9.79	8.60	7.14	6.31	5,85	9.32
IPO – lekka; 20-40 cm	8.88	5.49	4.82	6.86	4,23	9.16

Tabela 28. Zawartość potasu w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwatera	K [mg/100g]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	22.1	20.1	29.2	82.43	26,6	26.6
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	8.18	5.30	6.14	9.09	11,9	8.4
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	23.3	22.9	25.8	16.89	20,3	19.4
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	11.9	11.6	9.19	8.81	6,77	9.3
IPO – ciężka; 0-20 cm	22.7	23.9	34.8	16.7	24,6	29.6
IPO – ciężka; 20-40 cm	10.5	6.08	7.10	8.72	9,54	11.1
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	12.0	10.2	34.8	16.7	12,2	10.9
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	5.66	4.95	7.10	8.72	5,67	6.1
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	13.6	13.9	14.9	10.77	15,2	13.4
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	5.99	5.41	6.84	5.74	6,06	5.7
IPO – lekka; 0-20 cm	10.2	10.8	20.8	6.69	16,2	8.3
IPO – lekka; 20-40 cm	4.55	4.27	6.51	4.21	6,53	7.8

Tabela 29. Zawartość magnezu w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwatera	Mg [mg/100g]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	8.76	7.82	8.70	8.28	7,77	7.44
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	9.18	7.22	8.75	8.53	7,43	6.10
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	7.17	7.36	6.87	7.38	9,11	7.31
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	8.00	8.58	7.23	7.61	8,18	6.99
IPO – ciężka; 0-20 cm	7.35	7.99	8.64	7.83	8,02	7.37
IPO – ciężka; 20-40 cm	8.54	8.99	7.69	7.46	8,46	7.56
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	1.60	2.34	2.62	2.40	2,36	3.48
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	1.26	0.76	0.38	1.05	1,03	1.29
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	1.92	2.68	2.62	6.03	3,58	3.13
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	1.32	1.75	0.38	2.13	1,63	1.90
IPO – lekka; 0-20 cm	1.80	3.47	3.82	3.33	3,13	2.66
IPO – lekka; 20-40 cm	0.63	1.04	1.13	1.44	0,93	1.24

Tabela 30. Zawartość siarki (formy siarczanowej) w glebie – sad w Ostrowcu woj. łódzkie

Kwatera	S-SO ₄ [mg/kg]					
	2023		2024		2025	
	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień	Wiosna	Jesień
Sokowa – ciężka; PN; 0-20 cm	9.86	4.15	8.85	8.79	8,60	7.23
Sokowa – ciężka; PN; 20-40 cm	11.5	1.43	8.16	8.59	8,54	11.31
Sokowa – ciężka; ON; 0-20 cm	11.0	4.47	28.3	9.79	9,15	10.39
Sokowa – ciężka; ON; 20-40 cm	8.35	1.94	6.53	12.69	7,45	10.82
IPO – ciężka; 0-20 cm	10.7	4.81	7.24	9.79	8,93	8.37
IPO – ciężka; 20-40 cm	11.9	2.20	6.24	15.4	10,4	9.27
Sokowa – lekka; PN; 0-20 cm	2.58	3.17	2.45	5.29	4,73	3.69
Sokowa – lekka; PN; 20-40 cm	3.47	0.71	4.50	4.30	5,47	4.72
Sokowa – lekka; ON; 0-20 cm	3.18	4.24	3.03	8.69	5,16	3.39
Sokowa – lekka; ON; 20-40 cm	4.20	1.04	5.88	12.14	9,19	9.95
IPO – lekka; 0-20 cm	2.35	2.61	2.91	5.83	5,57	2.13
IPO – lekka; 20-40 cm	3.68	0.43	3.82	4.88	8,85	4.06

4. Ocena zagrożeń wynikających z ograniczonego nawożenia mineralnego

W ramach realizacji zadania prowadzono bieżące obserwacje jabłoni zarówno w kwaterach IPO (deserowych), jak i sokowych. Ze względu na ograniczone nawożenie mineralne w kwaterach sokowych monitorowano występowanie ewentualnych objawów niedoborów składników na liściach, pędach i owocach.

Lokalizacja Kozietyły Nowe

W latach 2023-2025 w sadzie w Kozietyłach Nowych jabłonie rosły na glebie o odczynie lekko kwaśny i obojętnym (Tabela 1). Odczyn gleby utrzymywano w zakresie optymalnym dla prawidłowego wzrostu jabłoni, zarówno w kwaterach sokowych, jak i deserowych (tradycyjnych). Kolejnym badanym parametrem było zasolenie gleby [wyrażone w g KCL/kg gleby] (Tabela 2). Zasolenie gleby wzrastało po zastosowaniu nawozów mineralnych, jednakże wartości te były na poziomie nie wpływającym ujemnie na wzrost i plonowanie drzew.

W analizie gleby określono także zawartość azotu ogólnego (Nog) i węgla organicznego (Tabele 3 i 4). Stosunek C:N informuje nas o szybkości mineralizacji substancji organicznej w glebie. Prawidłowy stosunek C:N wynosi 24:1. W badanych próbkach gleby z kwater sokowych i deserowych w latach 2023-2025 stosunek C:N kształtował się $< 20:1$. W omawianym doświadczeniu zawartość substancji organicznej w glebie była na średnim poziomie (Tabela 5).

W analizowanych próbach gleby w latach 2023 - 2025 oznaczono zawartość boru (B), która była na średnim poziomie zarówno w glebie pobranej z kwater sokowych, jak i deserowych (Tabela 6).

W próbach gleby pochodzącej z kwater sokowych i deserowych zawartość miedzi (Cu) w warstwie ornej była na poziomie wysokim (Tabela 7). Natomiast w warstwie podornej zawartość tego mikroelementu była na poziomie średnim i wysokim. Wysoka zawartość miedzi w glebie (szczególnie w warstwie ornej) świadczy o tym, iż składnik ten musiał być stosowany rutynowo w ochronie roślin przed patogenami grzybowymi.

W badanych próbkach gleby stwierdzono różną zawartość żelaza (Fe). W zależności od rodzaju kwatery, z której została pobrana gleba, zawartość ta była od wysokiej do niskiej szczególnie w warstwie podornej (Tabela 8). W badanym sadzie nie obserwowano niedoborów żelaza na roślinach. Należy zaznaczyć, że w warunkach polowych nadmiar żelaza (Fe) na jabłoniach nie jest obserwowany nawet na glebach silnie zakwaszonych.

Zawartość manganu (Mn) w badanych próbach glebowych w warstwie ornej była na poziomie średnim, niezależnie od rodzaju kwatery, z której została pobrana gleba (Tabela 9). W warstwie podornej zawartość tego składnika w glebie była na poziomie średnim do niskiego.

Niezależnie od rodzaju kwatery (sokowa czy deserowa) warstwie ornej gleby stwierdzono wysoką zawartość fosforu (P) (Tabela 12). Wymagania pokarmowe jabłoni względem fosforu nie są zbyt wysokie. Składnik ten bardzo wolno przemieszcza się w głąb profilu glebowego, dlatego więcej jest go w warstwie ornej gleby. W warunkach polowych rzadko spotykane są objawy niedoboru fosforu.

Zawartość potasu (K) wiosną 2023 była na poziomie niskim, a jesienią tego samego roku na poziomie średnim (Tabela 13). Zawartości te nie są optymalne dla prawidłowego wzrostu i owocowania jabłoni. W kolejnym roku badań zawartość tego składnika w glebie była na wysokim poziomie. Wynikało to z zastosowania uzupełniających dawek nawożenia tym składnikiem. W 2025 roku zawartość potasu (K) w glebie pobranej z kwater sokowych była na poziomie średnim lub niskim. Okazało się, że po trzech latach ograniczania nawożenia potasem (K) pojawiły się na roślinach objawy niedoboru tego składnika. Susza występująca w roku 2025 dodatkowo potęgowała objawy niedoboru potasu na drzewach.

Niezależnie od rodzaju kwatery oraz sezonu wegetacyjnego zawartość magnezu (Mg) w glebie była na poziomie wysokim (Tabela 14). Mimo ograniczonego nawożenia mineralnego w kwaterach sokowych wysoka zawartość tego składnika w glebie prawdopodobnie pochodziła z wody używanej do podlewania sadu w okresie wegetacji. Wysoka zawartość magnezu (Mg) w glebie może prowadzić do ograniczonego pobierania potasu (K) i wapnia (Ca), co prawdopodobnie miało miejsce w sadzie w Kozietałach Nowych.

Na podstawie analizy gleby wykazano wysoką zawartość siarki siarczanowej (S-SO₄) w glebie. Świadczyć to może o tym, iż składnik ten był stosowany rutynowo w ochronie roślin przed patogenami grzybowymi.

Sad w Ostrowcu

Doświadczenie w sadzie w Ostrowcu prowadzono na glebie lekkiej i ciężkiej. W poszczególnych latach badań, odczyn na glebie ciężkiej był zasadowy. Na glebie lekkiej odczyn był w zakresie od lekko kwaśnego do obojętnego (Tabela 16). Dla uprawy jabłoni powyższe wartości pH gleby są prawidłowe. Oceniając pH gleby nie stwierdzono różnic między typami kwater (sokowa czy deserowa).

Kolejnym badanym parametrem było zasolenie gleby (Tabela 17). Wzrastało ono nieznacznie wiosną w kombinacji z pełnym nawożeniem, po zastosowaniu nawozów mineralnych, jednakże wartości te były na poziomie nie wpływającym ujemnie na wzrost i plonowanie drzew.

W analizie gleby określono także zawartość azotu ogólnego (Nog) i węgla organicznego (Tabele 18 i 19). Stosunek C:N informuje nas o szybkości mineralizacji substancji organicznej w glebie. Prawidłowy stosunek C:N powinien wynosić około 24:1. W badanych próbkach gleby pobranych z kwater sokowych i deserowych w obu latach badań stosunek C:N kształtował się $< 20:1$.

Na glebie ciężkiej zawartość substancji organicznej w glebie była zdecydowanie większa niż na glebie lekkiej (Tabela 20). W poszczególnych latach badań zawartość próchnicy w glebie ciężkiej była wysoka, a w glebie lekkiej średnia. Zawartość substancji organicznej w glebie jest parametrem potrzebnym do ustalenia orientacyjnych dawek nawozów azotowych.

W badanych próbkach gleby ciężkiej zawartość miedzi (Cu) była na średnim poziomie, natomiast w próbkach gleby lekkiej zawartość tego składnika była wysoka (Tabela 22). Świadczyć to może o tym, iż składnik ten musiał być stosowany rutynowo w ochronie roślin przed patogenami grzybowymi.

Niezależnie od rodzaju gleby i dawek nawożenia mineralnego w kwater jabłoniowych zawartość żelaza (Fe) w glebie była na średnim poziomie (Tabela 23).

Zawartość manganu (Mn) w badanych próbkach gleby była niska, niezależnie od rodzaju gleby i dawek nawożenia mineralnego (Tabela 24). Podobne zależności stwierdzono w przypadku zawartość cynku (Zn) w glebie (Tabela 25).

Niezależnie od rodzaju badanej gleby i dawek nawożenia mineralnego w badanych kwaterach jabłoniowych, zawartość fosforu (P) była na wysokim poziomie (Tabela 27). Podobne zależności stwierdzono w przypadku zawartości potasu (K) w glebie (Tabela 28).

Niezależnie od sposobu prowadzenia kwater jabłoniowych IPO czy sokowa, zawartość magnezu (Mg) w glebie ciężkiej była wysoka (Tabela 29). Na glebie lekkiej zawartość tego makroskładnika była na poziomie niskim i średnim. W drugim roku badań, ze względu na

wystąpienie objawów niedoboru magnezu (Mg) na liściach drzew rosnących na glebie lekkiej (niezależnie od rodzaju kwatery – IPO czy sokowa), zastosowano nawożenie uzupełniające tym składnikiem.

Podwyższona zawartość siarki siarczanowej ($S-SO_4$) w badanych próbkach gleby może świadczyć o tym, iż składnik ten musiał być stosowany rutynowo w ochronie roślin przed patogenami grzybowymi (Tabela 30).

5. Podsumowanie

W sadzie w Kozietałach Nowych ograniczenie o 50 % dawek nawożenia mineralnego w kwaterach sokowych skutkowało w trzecim roku badań pojawieniem się objawów niedoborów azotu, potasu i magnezu na liściach i pędach jabłoni. W wyniku tego zjawiska w trzecim roku badań plon owoców z kwater sokowych był niższy o około 15-20% w porównaniu do kwater deserowych. Dodatkowo owoce zebrane z kwater sokowych były drobniejsze i słabo wybarwione.

W sadzie w Ostrowcu obserwowano jedynie objawy niedoboru magnezu. Właściciel tego sadu nie stwierdził obniżonego plonowania drzew w kwaterach sokowych. Powodem tych różnic między testowanymi sadami może być rodzaj podkładki na której rosną jabłonie. W sadzie w Kozietałach Nowych drzewa rosną na podkładce karłowej i półkarłowej, natomiast w Ostrowcu na podkładce silnie rosnącej.

Redukcja kosztów prowadzenia sadoch sokowych w stosunku do sadoch deserowych, wynikająca z obniżenia dawek nawożenia mineralnego, jest możliwa, jednakże nie dłużej, niż do drugiego sezonu wegetacyjnego. W kolejnym trzecim sezonie powinno się ponownie rozważyć stosowanie nawozów mineralnych w pełnym zakresie.