

Zofia Tomaszewska

INTEGROWANA PRODUKCJA OWOCÓW JABŁONI W ZALEŻNOŚCI OD RODZAJU ZASTOSOWANEGO NAWOŻENIA

Streszczenie. Głównym celem integrowanej uprawy owoców jest opłacalna ich produkcja z uwzględnieniem ochrony środowiska. Jednym z warunków który należy spełnić jest uprawa odmian odpornych na choroby i szkodniki. Dlatego w sadzie posadzono w 2001 roku drzewa jabłoni odporne na *Venturia inaequalis* odmiany Pinova i częściowo odporne Jonica i Šampion na podkładkach M-26 stosując rozstaw 2,0 na 4,0 m. Badania przeprowadzono w latach 2001-2008. W połowie sadu stosowano organiczne nawożenie obornikiem (z własnego gospodarstwa) w ilości 30 t·ha⁻¹, co dwa lata, a od piątego roku, co trzy lata W drugiej połowie zastosowano każdego roku zrównoważone nawożenie mineralne W zrównoważonym pod względem odczynu i zbliżonej zasobności w przyswajalne formy makroskładników układzie warunków glebowych odnotowano podobieństwo działania pomiędzy nawożeniem organicznym a mineralnym. Natomiast odżywianie drzew określone na podstawie zawartości makroskładników w liściach wskazuje na optymalną zawartość N, P, K przy zastosowaniu nawozów mineralnych, natomiast nawożenie organiczne spowodowało tylko niską zawartość N i Mg .Wartość nawozowa obornika oceniana na podstawie sumy uzyskanych plonów, okazała się lepsza, pomimo mniejszej zawartości form przyswajalnych makroskładników w glebie.

Słowa kluczowe: jabłonie, plon, nawożenie organiczne, mineralne, integrowana produkcja.

WSTĘP

Wśród wielu czynników agrotechnicznych decydujących o jakości i wielkości plonu nawożenie jest jednym z ważniejszych [Koszański i in. 2006, Nurzyński 2008, Jaroszevska 2011]. W dążeniu do jak największych efektów ekonomicznych stosowano coraz to większe dawki nawozów mineralnych, często bez zaleceń ze Stacji Chemiczno Rolniczych. Skutkiem takiego postępowania było naruszenie równowagi ekosystemów, zwłaszcza w gospodarstwach specjalizujących się na przykład tylko w uprawie jabłoni. Ujawniły się zagrożenia zanieczyszczenia gleb i wód gruntowych. W związku z tym w latach ostatnich zwraca się szczególną uwagę na racjonalną gospodarkę składnikami pokarmowymi, czyli zrównoważone nawożenie stosowane w Integrowanej Produkcji Owoców (IPO) które to będzie obowiązywać od 2014 roku w krajach Unii Europejskiej.

MATERIAŁ I METODY BADAŃ

Doświadczenie założono w 2001 roku na glebie zaliczanej do IV klasy kompleksu żytniego słabego o pH 5,2 w 1M KCl W sadzie zastosowano metodę uprawy integrowanej produkcji owoców (IPO) uwzględniając trzy odmiany jabłoni; Pinova, Jonica i Šampion na podkładkach M-26 w rozstawie 2 na 4 m (1250 drzew na hektar). Badane odmiany są odporne na *Venturia inaequalis* Badania przeprowadzono w latach 2003-2008 Schemat przeprowadzonych doświadczeń obejmował trzy obiekty: kontrolne, po pięć drzew każdej odmiany posadzono jako część pasa ochronnego od strony drogi. W połowie sadu stosowano organiczne nawożenie obornikiem powierzchniowo (z własnego gospodarstwa) w ilości 30 t ha⁻¹, co 2 lata, a od piątego roku, co trzy lata stosując przyoranie. Z obornikiem wniesiono do gleby N – 150 kg·ha⁻¹, P – 38 kg·ha⁻¹, K – 175 kg·ha⁻¹, Mg – 62,6 kg·ha⁻¹. W drugiej połowie zastosowano każdego roku zrównoważone nawożenie mineralne. Nawozy azotowe N – 50 kg·ha⁻¹ (saletra amonowa po 72,5 kg·ha⁻¹ dwukrotnie), fosforowe P – 38 kg·ha⁻¹ (superfosfat potrójny 190 kg·ha⁻¹), potasowe K – 175 kg·ha⁻¹ (sól potasowa 60% 350 kg·ha⁻¹) i magnezowo wapniowe Mg – 25,0 kg·ha⁻¹ (prażony dolomit po 500 kg·ha⁻¹ dwukrotnie). Odczyn gleby oznaczono potencjometrycznie w 1M KCl, fosfor spektrofotometrycznie, potas metodą Egnera-Riehma, magnez Schachtschabela. Zawartość suchej masy w liściach metodą suszarkową, azot – metodą Kjeldahla, pozostałe pierwiastki analizowano po uprzednim zmineralizowaniu liści na mokro w mieszaninie kwasów: HNO₃, H₂SO₄ i HClO₄ metodą spektroskopowej absorpcji atomowej, zawartość fosforu oznaczono na kolorymetrze metodą molibdenowo-wanadową. Wyniki opracowano metodą wariancji w układzie zależnym, do porównania średnich użyto najmniejszej istotnej różnicy (NIR) przy poziomie istotności 0,05.

WYNIKI I DYSKUSJA

Przeprowadzone badania wykazały zróżnicowany korzystny wpływ nawożenia organicznego na plonowanie jabłoni (tab. 1). Analiza łącznego plonu z obiektów nawożonych organicznie w odniesieniu do nawożenia mineralnego i kontroli wskazuje na wzrost plonu badanych odmian. W pierwszych latach (2003-2004) zastosowane nawożenie mineralne spowodowało istotną wyżkę plonów w stosunku do wyżej wymienionych obiektów. Odmiana Szampion plonowała najlepiej.

Porównanie uzyskanych wyników z danymi innych autorów wymaga pewnej ostrożności ze względu na; metodę prowadzenia sadu (IPO), na zróżnicowanie przyrodniczo glebowych warunków, oraz czynników agrotechnicznych. W doświadczeniu prowadzonym przez Szewczuka i in. (2009) wykazano, że nawożenie potasem w formie siarczanu potasu nie miało wpływu na plonowanie. Wpływ letniego nawożenia azotem i fosforem badał Olszewski (1999), znacznie wyższe plony uzyskał poprzez nawożenie fosforanem amonu. Z wieloletnich badań prowadzonych przez Ttagliavini i Millard (2005) wynika, że należy znacznie ograniczyć nawożenie azotem stosując dawki progowe w celu ograniczenia jego strat, co wiąże się z zanieczyszczeniem środowiska tym pierwiastkiem.

Tabela 1. Wpływ nawożenia na plonowanie jabłoni (średnie z dwóch lat)
Table 1. Effect of fertilization on apple trees yielding (average from two years)

Nawożenie Fertilization	Odmiany Species	Plon kg·drzewo ⁻¹ Yield kg·trees ⁻¹			
		2003-2004	2005-2006	2007-2008	2003-2008 Σ
Kontrola Control	Jonica	1.44	7.42	14.44	23.30
	Pinova	2.45	5.03	18.95	26.43
	Šampion	3.02	9.50	22.25	34.77
Obornik Manure	Jonica	2.12	18.20	27.7	48.02
	Pinova	4.66	19.22	33.45	57.33
	Šampion	5.05	17.50	30.33	52.88
Mineralne Mineral	Jonica	4.04	15.58	28.00	47.62
	Pinova	6.33	16.75	30.95	54.03
	Šampion	6.83	17.25	29.50	53.58
LSD p=0,5 Nawożenie cz.I Fertilization		1,099**			
Odmiany cz.II Species		3,1212**			
Lata cz.III Years		5,2505**			
Cz. I x cz. II x cz.III		0,8660**			

Zastosowano saletrę amonową, ponieważ azot w tej formie jest łatwo pobierany przez korzenie. Podsumowując wyniki można stwierdzić, że wpływ badanych nawozów na plonowanie jabłoni był duży, a wartość nawozowa obornika i nawozów mineralnych okazała się zbliżona. Wprowadzenie do gleby substancji nawozowej może w różny sposób wpływać na środowisko.

Na podstawie badań przeprowadzonych przez wielu autorów [Wrona 2000, Szűcs 2005, Nurzyński 2008] zastosowane nawożenie najczęściej wpływa na lepsze plonowanie natomiast przenażenie np. azotem może je ograniczać.

Jak wpływa nawożenie mineralne i organiczne na zawartość: fosforu, potasu i magnezu w glebie ilustrują dane w tabeli 2. Na podstawie przedstawionych wyników wartość odczynu w ciągu pięciu lat na obiektach kontrolnych ulegała niewielkim zmianom. Było to spowodowane zmieniającą się aktywnością mikroflory, wydzielaniem jonów wodorowych przy pobieraniu kationów przez korzenie roślin.

Zastosowane nawożenie obornikiem przyczyniło się do wzrostu odczynu w granicach od 0,45 do 0,95 pH. Świadczy to o lepszej zdolności buforowej gleby. Zmiany odczynu były większe przy zastosowaniu nawozów mineralnych od 1,17 do 1,50 w warstwie 0-30 cm i 0,86 do 1,07 w warstwie 30-60 cm Bezpośrednią przyczyną było występowanie kationów o charakterze zasadowym takich jak: Ca⁺, K⁺, Mg⁺, które działały na wzrost wartości odczynu w obydwóch warstwach gleby. Wpływ rodzaju nawożenia na przyswajanie fosforu polegał na istotnym wzroście wskutek nawożenia obornikiem i nawozami mineralnymi a szczególnie zastosowanym superfosfatem potrójnym. Obornik w warstwie 0-30 cm spowodował wzrost fosforu 2,7 razy w stosunku do gleby nie nawożonej.

Tabela 2. Wpływ zastosowanego nawożenia na zawartość składników w glebie
Table 2. Effect of fertilization on the content of elements in soil

Obiekty Objects	Lata Badań Years of the study	Warstwy Gleby Layer of soil cm	pH 1nKCl	mg·100g ⁻¹			K/Mg
				P	K	Mg	
Kontrola Control	2003-2004	0-30 30-60	5.15	1,7	6.4	3.3	1.94
			4.58	1,4	3.8	2.4	1.6
	2005-2006		5.25	1,5	6.4	3.6	1.8
			4.63	1,7	3.2	2.4	1.3
	2007 - 2008		5.25	1,6	7.0	3.5	2.0
			4.60	1,5	3.1	2.8	1.1
Obornik Manure	2003-2004	0-30 30-60	5.95	4,5	8.1	4.0	2.0
			5.05	3,3	4.9	3.2	1.5
	2005-2006		6.20	3,9	8.8	5.0	1.8
			5.13	2,9	4.8	3.6	1.3
	2007 - 2008		5.98	5,9	8.9	5.2	1.7
			5.15	2,9	5.2	4.9	1.0
Mineralne Mineral	2003-2004	0-30 30-60	6.4	6,2	8.8	4.6	1.8
			5.65	3,9	5.5	3.7	1.5
	2005-2006		6.75	5,5	8.9	5.4	1.6
			5.49	3,8	5.3	4.0	1.3
	2007 - 2008		6.42	6,3	8.5	6.5	1.3
			5.75	3,6	5.7	3.2	1.8

Nawożenie mineralne superfosfatem potrójnym to 3,7 razy więcej przyswajalnego fosforu. Z danych tabeli 2 wynika, że przemieszczenie fosforu było średnio 1,2 razy większe przy nawożeniu mineralnym, niż z gleby nawożonej obornikiem. Można, zatem podsumować, że pomimo trudnego przemieszczania się fosforu w glebie uruchomienie form przyswajalnych było uzależnione od rodzaju zastosowanego nawozu. Tego typu zależności wystąpiły w badaniach prowadzonych przez Stępnia i Mercika (1999), Nurzyńskiego (2008).

Zawartość przyswajalnych form potasu była średnia dla tego typu gleb sadowniczych. Porównywane nawożenie obornikiem i nawożenie mineralne podobnie działały na zawartość tego składnika. W glebie z obornikiem otrzymano o 1,36 razy więcej potasu, a przy nawożeniu mineralnym o 1,40 razy więcej w badanym profilu glebowym.

W porównaniu do przedstawionych obserwacji z zastosowanym nawożeniem obornikiem opisują Nurzyński (2008), Stępień i Mercik (1999), Sienkiewicz i in. (2009), oraz Szewczuk i in. (2009), nawożenie organiczne sprzyja występowaniu

form przyswajalnych potasu w glebie, ponieważ nie tworzy on związków organicznych i łatwiej niż azot czy fosfor jest dostępny dla roślin.

W następstwie nawożenia organicznego nastąpił 34% wzrost zawartości magnezu w stosunku do obiektów kontrolnych. Oznacza to że w tym okresie ponad jedna trzecia magnezu z obornika przechodziła w środowisku glebowym w formy przyswajalne. Natomiast nawożenie dolomitem sprzyjało znacznie lepszemu w porównaniu z nawożeniem organicznym gromadzeniu magnezu w profilu glebowym. (56%) Pomimo pobrania przez rośliny zawartość tego składnika wzrastała w drugiej warstwie gleby przez cały okres badań, W celu uzyskania dobrego plonowania wskazane jest, aby przyswajalne formy potasu i magnezu występowały w odpowiednim stosunku. Jak wynika z tabeli 2 po siedmiu latach nawożenia organicznego proporcje te są poprawne. Natomiast nawożenie mineralne w warstwie 30-60 cm spowodowało, że, proporcja ta była zbyt niska. Większa ilość magnezu przemieściła się w głąb gleby i spowodowała zakłócenie stosunku między tymi pierwiastkami.

Bardzo ważne jest określenie stanu odżywienia rośliny na poprzez analizy istotnych pierwiastków w liściach. Na podstawie sumy zawartości azotu można stwierdzić, że nawożenie mineralne spowodowało wzrost tego składnika o 24,6 %, Natomiast dodatni wpływ nawożenia obornikiem ujawnił się dopiero w piątym roku (2005) a ilość azotu w liściach była większa w porównaniu do obiektów nie nawożonych o 14,6%. Nie potwierdzono tej zależności w badaniach prowadzonych przez Wronę (2000) Optymalna zawartość tego składnika w liściach z obiektów kontrolnych mogła być przyczyną braku istotnego zróżnicowania Prawdopodobnie ujawnienie takich zależności mogłoby mieć miejsce w przypadku wyraźnego deficytu azotu w glebie a zwłaszcza w liściach jabłoni. Zastosowane nawożenie organiczne i mineralne spowodowało wzrost zawartości fosforu w liściach odmiany Pinova z ilości niskiej do optymalnej. Lepsze jego wykorzystanie odnotowano w siódmym roku badań, a zawartość tą można zaliczyć do wysokiej według liczb granicznych podanych przez Nurzyńskiego (2008). Ilość potasu w liściach jabłoni na obiektach bez nawożenia kształtowała się w granicach 0,70 do 0,90 i zaliczana jest do niskich. Bez względu na rodzaj zastosowanego nawozu w pierwszych latach odnotowano wzrost tego składnika w liściach do zawartości optymalnej, a w latach późniejszych do ilości wysokiej. W liściach z obiektów nawożonych obornikiem odnotowano o 18,4% więcej magnezu, a zastosowane nawożenie mineralne to wzrost o 33,3% w stosunku do kontroli. Należy zaznaczyć, że od piątego roku ilość magnezu w liściach drzew nawożonych nawozami mineralnymi była określona jako wysoka.

Natomiast z badań Szűcs (2005) wynika, że przy zawartości niskiej i optymalnej wzrost potasu, i fosforu w liściach jabłoni jest niewielki w porównaniu z ilością tych składników wniesionych do gleby w nawozach, a zależy raczej od unieruchomienia w glebie, lub związane jest to z wymywaniem poza strefę korzeniową.

W przeprowadzonym doświadczeniu stwierdzono dużą zmienność pobrania makroskładników związaną z rodzajem zastosowanego nawozu, ponieważ w glebie z obiektów bez nawożenia odnotowano małe ilości fosforu, średnie potasu i magnezu. Zawartość badanych składników w liściach jabłoni zależała od odmiany; 'Jonica' miała najwięcej potasu i magnezu natomiast odmiana 'Szampion' azotu.

Tabela 3. Zawartość makroskładników w liściach jabłoni (% s. m.).**Table 3.** The macronutrients content of leaves of apple trees (% d. m.)

Obiekty Objects	Lata badań Years of the study	Odmiany Cultivars	N og.	P	K	Mg
Kontrola Control	2003-2004	Jonica	1.99	0.16	0.96	0.24
		Pinova	1.85	0.14	0.70	0.22
		Šampion	2.11	0.18	0.88	0.21
	2005-2006	Jonica	1.89	0.16	0.97	0.22
		Pinova	1.80	0.15	0.72	0.23
		Šampion	2.10	0.17	0.82	0.23
	2007 - 2008	Jonica	1.86	0.19	0.93	0.24
		Pinova	1.80	0.14	0.75	0.21
		Šampion	2.04	0.19	0.90	0.21
Obornik Manure	2003-2004	Jonica	2.28	0.18	1.58	0.28
		Pinova	2.28	0.17	1.07	0.23
		Šampion	2.35	0.20	1.50	0.25
	2005-2006	Jonica	2.20	0.20	1.55	0.30
		Pinova	2.30	0.16	1.46	0.25
		Šampion	2.27	0.27	1.48	0.27
	2007 - 2008	Jonica	2.09	0.27	1.55	0.29
		Pinova	2.03	0.26	1.51	0.24
		Šampion	2.15	0.27	1.34	0.28
Mineralne Mineral	2003-2004	Jonica	2.41	0.26	1.56	0.30
		Pinova	2.44	0.20	1.50	0.27
		Šampion	2.47	0.32	1.55	0.25
	2005-2006	Jonica	2.40	0.25	1.51	0.32
		Pinova	2.46	0.19	1.42	0.29
		Šampion	2.42	0.32	1.48	0.30
	2007 - 2008	Jonica	2.29	0.23	1.50	0.33
		Pinova	2.39	0.17	1.33	0.30
		Šampion	2.42	0.26	1.32	0.32

WNIOSKI

Suma plonów badanych odmian była wyższa po zastosowaniu obornika w stosunku do obiektów nie nawożonych i z zastosowanym nawożeniem mineralnym.

Na podstawie sumy zawartości badanych pierwiastków w glebie, można stwierdzić, że nawożenie obornikiem spowodowało mniejszy ich wzrost w stosunku do zastosowanych nawozów mineralnych, to jednak zawartość ta mieściła się w zakresie optymalnym dla tego typu gleb.

Optymalna ilość makro składników w liściach z obiektów nawożonych obornikiem wystarczy do dobrego plonowania, natomiast odżywianie luksusowe wysoka

zawartość niektórych z nich (N, K, Mg) po zastosowanym nawożeniu mineralnym w mniejszym stopniu poprawiła plonowanie jabłoni.

PIŚMIENNICTWO

- Jaroszevska A. 2011. Quality of fruit cherry peach and plum cultivated under different water and fertilization regimes J. Elementol., 16(1): 51-58.
- Koszański Z., Rumasz-Rudnicka E., Podsiadło C. 2006. Wpływ nawadniania kropłowego i nawożenia mineralnego na jakość owoców truskawki (Effect of sprinkling irrigation and mineral fertilization on quality of strawberry fruit.) J. Elementol., 11(1): 21-27.
- Nurzyński J. 2008. Nawożenie roślin ogrodnich. Wydawnictwo Akademii Rolniczej w Lublinie: 128-140.
- Olszewski T. 1999. Efektywność nawożenia dolistnego nawozami wieloskładnikowymi na tle nawożenia doglebowego oraz jego wpływ na wielkość i jakość plonu. I Ogólnopolskie Sympozjum Mineralnego Odżywiania Roślin Sadowniczych (Skierniewice 1-2.12. 1998): 142-151.
- Sienkiewicz S., Krzebietke S., Wojnowska T., Żarczyński P., Omilian M. 2009. Oddziaływanie wieloletniego zróżnicowanego nawożenia obornikiem i nawozami mineralnymi na zawartość P, K i Mg w glebie. J. Elementol., 14 (4): 779-786.
- Stępień A., Mercik K. 1999. Forms of potassium in soil and the balance of this element under long-term field experiments in Skierniewice. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol., 465: 81-89.
- Szewczuk A., Komosa A., Gudarowska E. 2009. Effect of different potassium soil levels and forms of potassium fertilizers on micro-elemental, nutrition status of apple trees in early fruition period. J. Elementol., 14(3): 553-563.
- Szűcs E. 2005. Some aspects integrated plant nutrition in orchards Acta Sci. Pol. Hort. Cultus, 4(1): 47-57.
- Tagliavini M., Millard P. 2005. Fluxe nitrogen within deciduous fruit trees. Acta Sci. Pol. Hort. Cultus, 4(1): 21-29.
- Wrona D. 2000. Wpływ nawożenia azotem na wzrost owocowanie i zawartość N w liściach jabłoni odmiany 'Szampion'. Zeszyty Naukowe Instytutu Sadownictwa i kwiaciarnictwa w Skierniewicach, 8: 2-9.

EVALUATION OF YIELDING AND NUTRIENT STATUS OF APPLE TREES GROWING ON INTEGRATED FRUIT PRODUCTION METHODS DEPENDENT ON KIND OF FERTILIZATION USED

Abstract. The experiment was conducted on rye soil classified as class IV (pH soil – 5,2). Cultivation methods of integrated fruits production were applied in orchard. The studies were carried out during 2003-2008. Trees of the 'Pinova' cultivar resistant on *Venturia inaequalis* and partly resistant 'Jonica' and 'Szampion' on M-26 rootstock were planted in 2001 at 2.0 x 4.0 m spacing. Five trees of each cultivars were planted in control objects from the side of the road as part of protective lent. Were being applied to the part of the orchard organic manuring with dung (from the own household) to 30 quantities t·ha⁻¹, whatever 2 years, but from the fifth year, whatever 3 years. The use of manure enhanced in soil the content of the following components: N – 159 kg·ha⁻¹, P – 38 kg·ha⁻¹, K – 175 kg·ha⁻¹, Mg – 62.6 kg·ha⁻¹. Balanced mineral fertilization was used in a different part of orchard each year. Nitrogenous fertilizer N-50 kg·ha⁻¹ phosphatic fertilizer; P-38 kg·ha⁻¹, potassic fertilizers; K-175 kg·ha⁻¹) and magnesic-lime fertilizers(roaster dolomite 1000 kg·ha⁻¹; Mg – 125 kg·ha⁻¹) were used in

spring. However, two doses of nitrogen (ammonium nitrate) and roaster dolomite were used in June. Chemical analysis was done by methods recommended by Chemical Agricultural Station in Olsztyn. The level of soil pH was determined according to PN ISO 10390, phosphorus (P) – PN-R 04023, potassium (K) – PN-R 04022, magnesium (Mg) – PN 04020 and K:Mg ratio was evaluated respectively. Content of dry matter in leaves was evaluated according to PN 88/R 04013, nitrate (N) – PB 0.5, phosphorus (P) – PB 94, potassium (K) – PB 03, magnesium (Mg) PB – 06 respectively. Activity of organic and mineral fertilization in the design of soil conditions, with equilibrated pH and level of available macro elements form is similar. It was found that fertilization value of manure, evaluated on the basis of sum of yielding was better in comparison to lower content of available form of macro elements in soil.

Keywords: apple, yield, fertilization, mineral, organic manuring, integrated nutrition.