

EUGENIUSZ KOŁOTA  
*Akademia Rolnicza we Wrocławiu*  
RENATA DOBROMILSKA  
*Akademia Rolnicza w Szczecinie*

## WPLYW NAWOŻENIA I WARUNKÓW UPRAWY NA WYSTĘPOWANIE KWASU SZCZAWIOWEGO W WARZYWACH

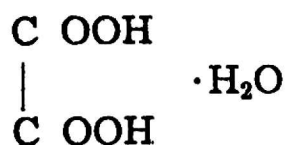
Warzywa odgrywają ważną rolę w diecie ludzkiej, ponieważ zawierają wiele związków biologicznie czynnych nie wytwarzanych przez organizm. Szczególne znaczenie w tym zakresie odgrywają witaminy, sole mineralne i kwasy organiczne, wśród których kwas cytrynowy, jabłkowy i winowy należą do najpowszechniej występujących. Podnoszą one wartość smakową warzyw oraz działają korzystnie na wydzielanie soków trawiennych i proces trawienia pokarmów.

Wyjątek pod tym względem stanowi kwas szczawiowy, którego obecność w warzywach uznaje się powszechnie za niepożądaną. Działa on odwapniająco na organizm i osadza się w postaci nierozpuszczalnego szczawianu wapnia. Prowadzone w tym zakresie badania wskazują na znaczne różnice w zawartości tego składnika u różnych gatunków warzyw jak również możliwości wpływania na tę zawartość poprzez agrotechnikę, nawożenie, warunki uprawy oraz terminu zbioru.

### *Występowanie kwasu szczawiowego w roślinach*

Kwas szczawiowy występuje w roślinach w formie wolnego kwasu, a także w postaci soli: szczawianów potasu, sodu, wapnia, magnezu i żelaza.

Wolny kwas szczawiowy jest substancją bezbarwną, krystaliczną, o smaku kwaśnogorzkim, cierpkim, posiadającą następującą budowę chemiczną:



Wolny kwas oraz występujące w roślinach szczawiany są rozpuszczalne w wodzie oraz w alkoholu, z wyjątkiem szczawianu wapnia, który praktycznie nie rozpuszcza się. Rozpuszczalność jego wynosi bowiem 0,00068 g w 100 g wody przy temperaturze 25°C. Szczawian wapnia pow-

staje w komórkach roślinnych w obecności jonów wapnia i występuje pod postacią pojedynczych kryształów, a także jako druzdy i rafidy.

Prekursorem kwasu szczawiowego w metabolizmie roślin są niektóre aminokwasy, kwas glioksalowy, puryny oraz kwas askorbinowy [55]. Według danych Nussa i Loewusa [56] oraz Yanga i Loewusa [88] wykorzystywany do tego celu może być zarówno kwas L-askorbinowy jak i produkt jego utlenienia kwas dehydro-L-askorbinowy. Stwierdzono między innymi, że fragmenty C-1 i C-2 kwasu askorbinowego są źródłem węgla przy syntezie kwasu szczawiowego [56].

Grütz [30] podaje dwie teorie tworenia się kwasu szczawiowego w roślinach. Jedna z nich mówi o powstawaniu tego związku w procesie redukcji węglowodanów, druga natomiast o tworzeniu się go w trakcie procesu fotosyntezy. Zwraca się przy tym uwagę, że wysokiemu poziomowi kwasu szczawiowego w liściach roślin towarzyszy zwykle duża zawartość kationów. Schmidt i in. [70] tłumaczy to w ten sposób, że związek ten może być końcowym produktem niepełnego procesu oddychania, zaś kationy  $\text{Ca}^{++}$ ,  $\text{Mg}^{++}$ ,  $\text{K}^+$  i  $\text{Na}^+$  są pobierane w dużych ilościach dla zrównoważenia anionu szczawianowego. Według innej hipotezy kwas szczawiowy jest syntetyzowany w komórkach roślinnych jako reakcja na nadmiar kationów w stosunku do nieorganicznych anionów jak  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{--}$ ,  $\text{SO}_4^{--}$  i  $\text{Cl}^-$ , ulegających w roślinach procesom metabolicznym [11, 60]. Zgodnie z tą sugestią można go więc uznać jako ważny anion organiczny, przyczyniający się do utrzymania równowagi jonowej w komórkach roślinnych. Powszechnie uważa się kwas szczawiowy za składnik obojętny występujący u roślin wyższych oraz pewnych bakterii i niektórych gatunków grzybów jak *Boletus sulfereus*, *Boletus igriarius*, *Aspergillus*, *Sclerotinia*, *Citromyces*, *Mucor* i *Peziza* [31].

W postaci soli wapnia kwas szczawiowy występuje między innymi u takich roślin jak *Rumex*, *Oxalis*, *Rheum*, *Geranium acetosum*, *Spinacia oleracea*, *Phytolacca oleandra*, *Atropa belladonna*, *Atriplex hortense*, *Beta vulgaris*. Szczawian sodu występuje u *Salsola* i *Salicornia*, szczawian magnezu w skórcie roślin z rodziny *Panicaceae*. Szczawianom potasu, sodu i magnezu często towarzyszy szczawian wapnia. Wyraźną jego obecność obserwuje się w korze drzew tropikalnych eukaliptusa i girlanda. Bardzo bogate w szczawiany są kaktusy, np. *Pilocereus senilis* zawiera w suchej masie 80—90% szczawianu wapnia. Duża ilość szczawianów znajduje się także w porostach, wśród których *Chlorangium* zawiera 65%, a *Lecanora esculenta* 66% szczawianu wapnia w suchej masie. Trawy i mchy pozbawione są kwasu szczawiowego, natomiast z roślin dwuliściennych ubogie w ten związek są rośliny z rodziny krzyżowych.

Większość roślin o wysokiej zawartości szczawianów, które używa się jako warzywa należy do subclassy *Caryophyllidae* oraz do następujących

rodzin [70]: *Aizoaceae* — Pryszczyrnicowate, *Amaranthaceae* — Szarłatowate, *Basellaceae* — Miłojowate, *Chenopodiaceae* — Komosowate, *Polygonaceae* — Rdestowate, *Portulacaceae* — Portulakowate.

Do gatunków warzyw nagromadzających duże ilości szczawianów należą: burak liściowy, szczaw, rabarbar, szpinak, pietruszka, burak ćwikłowy [8, 30, 55, 89]. Schmidt i in. [70] w grupie tej umieszczają także szarłat oraz wilec, natomiast Singh i Sur [81] łobodę ogrodową. Są to jednak rośliny, których spożycie w naszym kraju nie jest rozpowszechnione. Niską zawartością tego związku charakteryzują się warzywa kapustne, fasola, sałata, cebula, por, seler, marchew, pomidor i mięta [30, 56, 62], a także owoce [89]. W tabeli 1 przedstawione zostały średnie zawartości kwasu szczawowego stwierdzone u różnych gatunków warzyw.

Tabela 1

Zawartość kwasu szczawowego w różnych gatunkach warzyw  
w ‰ s.m. [wg 30]

Gatunek	Zawartość kwasu szczawowego
Szpinak	4,30—16,20
Rabarbar	4,00—10,10
Szczaw	2,72— 7,33
Burak liściowy	2,12— 8,09
Burak ćwikłowy	2,00— 8,00
Marchew	0,90
Cebula	0,70
Owoce pomidora (zielone)	0,69
Owoce pomidora (czerwone)	0,54
Fasola szparagowa	0,60
Seler (korzeń)	0,40
Kalarepa (liście)	0,40
Kalarepa (zgrubienie)	0,05
Kalafior	0,20
Por	0,20
Jarmuż	0,10

Z roślin paszowych bogate w szczawiany są liście buraków cukrowych i pastewnych, co należałoby uwzględnić przy racjonalnym żywieniu zwierząt [31]. Natomiast łubin słodki, sorgo cukrowe, trawa sudańska i rzepek są pozbawione tego związku.

Według niektórych autorów [30, 89] znaczne ilości kwasu szczawowego zawierają używki i przyprawy kuchenne, w tym szczególnie kawa, herbata (0,3—2‰), kakao (0,5‰) oraz pieprz (0,3‰).

Ponieważ kwas szczawiowy ma własności toksyczne można zakładać, że pokarmy zwierzęce zawierają niewielkie jego ilości. Sugestie te zostały poparte wynikami badań Zaremskiego i Hodgkinsa [89], którzy podają, że w przeliczeniu na 100 g świeżego produktu zawarte są następujące ilości kwasu szczawiowego: mleko — 0,5 mg, jaja i masło — 0,0 mg, baranina — 0,4 mg, bekon — 0,6 mg.

Stosunkowo mało jest danych odnośnie dziennego pobierania szczawianów wraz z pokarmem przez człowieka. Zaremski i Hodgkins [89] badali źródła kwasu szczawiowego w typowej diecie mieszkańców Wielkiej Brytanii. Pomimo najwyższej stwierdzonej zawartości kwasu szczawiowego w szpinaku i rabarbarze, rośliny te nie należały do najważniejszych źródeł tego związku w pokarmie. Główną rolę w tym zakresie odgrywa tam herbata, z którą spożywa się dziennie około 75 mg kwasu szczawiowego, co stanowi 63,5% ogólnego jego spożycia. Na kolejnych miejscach znalazły się natomiast ciasta (11,4 mg), chleb (7,3 mg) oraz gotowane ziemniaki (4,6 mg). Autorzy ci przebadali także sześć diet szpitalnych, stwierdzając, że średnie spożycie kwasu szczawiowego wynosiło średnio 97 mg na osobę.

### *Szkodliwość kwasu szczawiowego*

Z punktu widzenia fizjologii kwas szczawiowy ma niekorzystny wpływ na metabolizm ludzi i zwierząt. Wysoka zawartość tego związku w roślinach stwarza poważny problem żywieniowy, gdyż wapń w diecie ludzkiej oraz innych ssaków staje się w jego obecności częściowo, a w niektórych przypadkach prawie całkowicie nieprzyswajalny [1, 9, 19, 30, 54, 55, 70, 75, 89] przechodząc w nierozpuszczalne sole. Jest to szczególnie odczuwalne w przypadku niskiego poziomu spożycia mleka, kiedy to mogą wystąpić ciężkie schorzenia organizmu. Trzeba także pamiętać, że duży udział produktów zbożowych w pożywieniu i odwapniające działanie występujących w nich związków fitynowych oraz częste spożywanie pieczywa białego mogą być również przyczyną niedoboru wapnia w ustroju.

Działanie kwasu szczawiowego jest uznawane bezspornie jako toksyczne dla organizmów ludzkich i zwierzęcych [4, 26, 77, 79, 87], nie wykazuje on natomiast szkodliwego wpływu na rośliny, które go akumulują. Wśród autorów panuje pewna rozbieżność co do jego wartości granicznych szkodliwych dla człowieka. Grütz [30], Becker [9] oraz Kick i Massen [36] podają jako minimalną dawkę letalną spożycie jednorazowe 5 g kwasu szczawiowego. Becker-Dillingen [10] przyjmuje natomiast, że dla dorosłego człowieka dawką niebezpieczną jest 10 g kwasu szczawiowego,

zaś dla dzieci 3—4 g. Potwierdzeniem tego jest opisany przez Niconorowa [55] przypadek śmierci chłopca po spożyciu około 3,8 g tego związku.

Objawy zatrucia kwasem szczawiovym zostały dokładnie opisane przez Krauzego [43] i Niconorowa [55]. Ujawniają się one w postaci mdłości, wymiotów oraz bólu żołądka i nerek. Krystaliczny szczawian wapnia może spowodować zacinanie kanalików nerkowych, następuje także zwolnienie czynności serca i spadek ciśnienia krwi. Specyficzne powiązanie anionów kwasu szczawiovego z jonami wapnia wpływa na tworzenie się kamieni nerkowych oraz jest przyczyną takich schorzeń jak oxaluria i oxalemia [2, 30, 36, 38, 43, 55, 70, 78]. Wysuwane są też opinie, że schorzenia te są wynikiem działania kompleksowego i wiążą się ściśle z innymi czynnikami, które mogą być nawet ważniejsze od zawartości szczawianów w żywności.

### *Czynniki wpływające na zawartość kwasu szczawiovego w warzywach*

#### *Wpływ odmiany*

W świetle danych z literatury zawartość składników organicznych i mineralnych jest w dużym stopniu uwarunkowana genetycznie. Potwierdzają to również wyniki doświadczeń na temat zawartości kwasu szczawiovego w różnych odmianach szpinaku i rabarbaru (tab. 2, 3). Różnice w zawartości tego związku między odmianami szpinaku wahały się od 4,5 do 8,5% suchej masy, natomiast u rabarbaru od 7,11—10,10%. W badaniach przeprowadzonych w naszym kraju przez Michalik i Elkner [52] z kilkudziesięcioma liniami i odmianami szpinaku poziom szczawianów zmieniał się w granicach od 0,89 do 1,94% w świeżej masie.

Tabela 2

*Zawartość szczawianów w liściach różnych odmian szpinaku  
w % s.m. [wg 31]*

Odmiana	Zawartość szczawianów ogółem mg
Universal	4,50
Juliana	5,10
Fortschritt	7,58
Matador	7,63—8,50
Garant	7,75
Viroflay	8,10

Tabela 3

Zawartość szczawianów w ogonkach kilku odmian rabarbaru  
w ‰ s.m. [wg 31]

Odmiana	Zawartość szczawianów ogółem mg
Holstein Blut	7,11
Elmsgigant	7,74
Elmsblitz	9,99
Krauskopp	10,10

Eheart i Massey [19] przytaczają wyniki badań z 12 odmianami szpinaku i stwierdzają, że różniły się one istotnie pod względem zawartości szczawianów, różnice te nie były jednak na tyle duże, aby miały większe znaczenie praktyczne (wahania od 10,30—11,38‰ w s.m.). W innym doświadczeniu z 3 odmianami, 2 liniami i 3 krzyżówkami szpinaku autorzy ci uzyskali większe różnice w zawartości tego związku (od 8,66—10,52‰ w s.m.). Na tej podstawie sugerują oni, że krzyżowanie odmian uprawnych z danego rejonu z odmianami zagranicznymi o niskiej zawartości szczawianów może przyczynić się do obniżenia zawartości szczawianów u tych odmian [19]. Na celowość prowadzenia prac hodowlanych w tym zakresie zwracają uwagę także Michalik i Elkner [52] oraz De Vilmorin i Bilquez [15].

Zawartość kwasu szczawiowego w kompocie z różnych odmian rabarbaru oraz fasoli gotowanej, a więc warzywach przygotowanych już do spożycia badali Zarembski i Hodgkins [89]. Z danych zawartych w tabeli 4 wynika, że również i w tym przypadku zanotowano znaczne róż-

Tabela 4

Zawartość kwasu szczawiowego w fasoli gotowanej oraz w kompocie z rabarbaru  
w zależności od odmiany [wg 89]

Gatunek	Odmiana	Zawartość kwasu szczawiowego w mg/100 g świeżej masy
Fasola zwykła	Blue Lake	22,8
	Guernsey Runner	30,2
Fasola wielokwiatowa	Summer Runner	7,2
	Runner Mont d'Or	26,6
Rabarbar	Giant	460,0
	Victoria	620,0

nice odmianowe w ilości tego związku. Zależności takiej nie zaobserwowali natomiast Baker i Eden [3] w liściach buraka pastewnego, mimo zróżnicowanej zawartości w nich suchej masy.

### N a w o ż e n i e

Zarówno wcześniejsze jak i ostatnie opracowania naukowe dowodzą znacznego wpływu nawożenia mineralnego na poziom zawartości kwasu szczawiowego w roślinach [20, 21, 22, 25, 28, 30, 47, 66, 67, 71, 72 73 75].

W pracach tych szczególną uwagę zwrócono na azot oraz formę w jakiej stosuje się ten składnik. Stwierdzono w nich że wzrastające dawki azotu powodują zwiększenie syntezy kwasu szczawiowego, przy czym jedynie w doświadczeniach Vermy i in. [86] zależność ta nie została jednoznacznie określona. W przedstawionych przez Knauera i Simona [40] wynikach badań na ten temat stwierdzono, że wzrost dawki azotu z 60 do 120 kg N/ha przyczynił się do zwiększenia zawartości kwasu szczawiowego o około 16%, zaś z 60 do 100 kg N/ha o 18%.

Wzrastający udział formy azotanowej w nawożeniu oddziałuje jednak znacznie silniej na syntezę tego związku niż dawka azotu. Klasyycznym przykładem obrazującym tę zależność są rezultaty uzyskane przez Merkela [51]. W doświadczeniu ze szpinakiem (tab. 5) autor też stwierdził

T a b e l a 5

*Plon oraz zawartość szczawianów w szpinaku w zależności od formy nawozu azotowego [wg 51]*

Procentowy udział N-NO <sub>3</sub> w całości nawożenia	Plon suchej masy w g/roślinę	Zawartość w % suchej masy		% udział szczawianów rozpuszczalnych w wodzie
		szczawiany ogółem mg	szczawiany rozpuszczalny w wodzie mg	
40	1,73	6,9	3,8	55
70	1,87	9,8	5,4	55
99	1,99	11,7	5,8	50
100	1,94	12,9	6,5	50

niemal dwukrotny wzrost ilościowy szczawianów ogółem oraz ich frakcji rozpuszczalnej przy wzroście udziału formy azotanowej w całości nawożenia z 40 do 100%. Podobny wpływ wymienionej formy azotu obserwowali również inni autorzy [7, 9, 21, 30, 33, 36, 53]. W tym kontekście jako racjonalny sposób nawożenia uważa się użycie azotu saletrzanego i amonowego w równej proporcji, co warunkuje uzyskanie zarówno wysokiego jak i dobrej jakości plonu [9, 24, 51].

Można przypuszczać, że działanie azotu na syntezę kwasu szczawio-

wego jest raczej pośrednie i wiąże się z jego oddziaływaniem na pobieranie poszczególnych jonów przez rośliny. Azot dostarczany roślinom w formie amonowej może przyczyniać się do zmniejszenia pobierania takich kationów jak K, Ca i Mg, zwiększając równocześnie pobieranie anionów, szczególnie fosforanów. Z kolei przy zastosowaniu azotu azotanowego zwiększona jest zwykle absorpcja kationów, maleje natomiast pobieranie fosforanów [5, 6, 21, 37, 80]. Zwiększona w tych warunkach synteza kwasu szczawiowego pozwala roślinom na utrzymanie równowagi jonowej w komórkach.

Azot amonowy nie jest stabilną formą tego składnika w glebie. W normalnych warunkach glebowych ulega on procesowi nitryfikacji pod wpływem bakterii z rodzaju *Nitrosomonas* i *Nitrobacter* i przechodzi w formę saletrzaną. Skuteczność nawożenia formą N-NH<sub>4</sub> w aspekcie akumulacji kwasu szczawiowego ma zatem działanie ograniczone i dotyczy głównie warzyw o krótkim okresie wegetacji.

W ostatnich latach zainteresowanie nauki wzbudziły związki typu inhibitorów nitryfikacji, działające zabójczo na bakterie nitryfikacyjne w glebie i tym samym ograniczające przemiany N-NH<sub>4</sub> w N-NO<sub>3</sub>. Najbardziej popularne z nich to nitrapiryna: produkowana pod nazwą preparatu handlowego N — Serve oraz dwucyjanodwuamid. Dodane do gleby w niewielkich ilościach zmniejszają nie tylko akumulację azotanów

Tabela 6

*Plon i zawartość kwasu szczawiowego w szpinaku w zależności od dawki azotu, jego formy oraz dodatku inhibitora nitryfikacji [wg 36]*

Dawka N w g/wazon	Forma nawozu azotowego	Plon w g/wazon	Zawartość kwasu szczawiowego ogółem mg w % s.m.
—	—	6,2	4,68
1	azotniak	21,7	7,28
1,5	azotniak	22,6	7,52
1	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	21,5	7,80
1,5	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	20,2	9,13
1	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +N-Serve	16,2	2,19
1,5	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +N-Serve	14,8	2,13
1	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +dwucyjanodwuamid	19,4	2,84
1,5	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> +dwucyjanodwuamid	20,7	2,42
1	N-NO <sub>3</sub>	15,6	9,07
1,5	N-NO <sub>3</sub>	15,9	9,60
1	N-NO <sub>3</sub> +N-Serve	21,6	7,86
1,5	N-NO <sub>3</sub> +N-Serve	18,2	9,03



w roślinach lecz i zawartość kwasu szczawiowego [34, 35, 36]. W badaniach przeprowadzonych przez Kicka i Massena [36] dodatek tych związków do siarczanu amonu powodował ponad trzykrotne zmniejszenie zawartości kwasu szczawiowego w szpinaku (tab. 6). Działanie preparatu N — Serve, zgodnie zresztą z oczekiwaniem było nieskuteczne przy nawożeniu formą N-NO<sub>3</sub>.

W odróżnieniu od azotu fosfor okazał się pierwiastkiem wpływającym na obniżenie poziomu kwasu szczawiowego w roślinach, czego potwierdzeniem są liczne wyniki badań [20, 27, 30, 31, 53, 61, 67]. W warunkach niedoboru fosforu dochodzi do zwiększonej syntezy kwasu szczawiowego, ponieważ kwas bursztynowy nie może w reakcjach kwasu bursztynowo-fosforowego przechodzić w glukozę i skrobię, lecz redukuje się do kwasu szczawiowo-octowego i szczawiowego [20]. Ma to istotne znaczenie w żywieniu człowieka, ale także i zwierząt karmionych liśćmi [27], których jakość można wyraźnie polepszyć stosując wyższe dawki fosforu (tab. 7). Wzrastające nawożenie tym składnikiem prowadziło bowiem do podwyższenia zawartości P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> w liściach buraka, szpinaku oraz do zmniejszenia syntezy kwasu szczawiowego. Podkreśla się, że zależność między P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> i kwasem szczawiowym jest tym ściślejsza im mniejszy jest poziom K<sub>2</sub>O w roślinie [53].

Tabela 7

*Wpływ wzrastających dawek nawożenia fosforanem na zawartość kwasu szczawiowego w liściach buraka i szpinaku [wg 30]*

Dawka P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> w mg/wazon	Zawartość P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> w ‰ s.m.		Zawartość kwasu szczawiowego w ‰ s.m.	
	liście buraków	liście szpinaku	liście buraków	liście szpinaku
0	0,24	0,28	6,41	4,64
100	0,26	0,75	—	4,22
200	0,34	1,03	5,43	3,80
400	0,57	1,70	4,54	3,72
800	1,55	2,34	2,93	0,99
1200	1,92	2,35	2,00	1,44

Liczne badania przeprowadzone z różnymi gatunkami roślin wykazały, że wzrastające dawki nawożenia potasem przyczyniały się do zwiększenia zawartości tego pierwiastka w roślinach i równocześnie ilości fizjologicznie aktywnego kwasu szczawiowego [12, 20, 21, 22, 23, 30, 54, 61]. Zjawisko to wydaje się mieć ścisły związek z kształtowaniem się zawartości wapnia, w odniesieniu do którego K jest antagonistą. Grütz [30] wysuwa więc wniosek, że działanie potasu ma jedynie charakter po-

średni, wynikający ze słabszego pobierania Ca w obecności K. Zjawisko to obrazuje przykład buraka cukrowego, rośliny o długim okresie wegetacji pobierającej silnie wapń, gdzie wzrost dawki potasu zmniejszył zawartość Ca i zarazem kwasu szczawiowego. W przypadku szpinaku natomiast, rośliny o krótkim okresie wegetacji, pobieranie Ca podanego w formie węglanu jest niewielkie i potas działa bezpośrednio na zwiększenie syntezy kwasu szczawiowego. Gdy wapń był dawany w formie azotanu wapnia pobieranie jego było większe, rosnące zaś nawożenie K podobnie jak u buraka zmniejszało Ca w roślinach i tworzenie się kwasu szczawiowego (tab. 8).

Tabela 8

*Wpływ wzrastających dawek nawożenia potasem na zawartość kwasu szczawiowego w liściach szpinaku [wg 30]*

Dawka K <sub>2</sub> O w mg/wazon	CaO w % s.m.	K <sub>2</sub> O w % s.m.	Kwas szczawiowy w % s.m.
0	5,81	2,50	7,02
100	5,83	3,20	6,46
320	5,58	4,36	6,33
640	4,96	6,08	6,26
800	4,27	6,69	5,06

Potas może więc działać dwojako: jako kation zwiększać, a poprzez pobieranie wapnia zmniejszać tworzenie się kwasu szczawiowego. Składnik ten stosowany w formie chlorkowej przyczynia się do większego nagromadzenia tego związku w porównaniu z formą siarczanową [25, 30, 54].

W całokształcie problemu związanego z nawożeniem mineralnym zwraca się uwagę, że niska jakość szpinaku związana z wysokim poziomem szczawianów w roślinach wynika z niewłaściwej proporcji N:P:K, a mianowicie wysokiej zawartości N i K oraz niskiej P [21, 46, 63].

### *Warunki uprawy*

Uważa się powszechnie, że warunki środowiska mogą oddziaływać na zmianę zawartości szczawianów w tych gatunkach roślin, u których składnik ten występuje normalnie w dużych ilościach. Znane są w literaturze badania w tym zakresie dotyczące m. in. szpinaku [18, 19, 39, 54, 70, 73], rośliny zawierającej nawet do 16% kwasu szczawiowego w suchej masie [7]. Stwierdzono w nich, że czynniki genetyczne odgrywają tu rolę decydującą, natomiast warunki środowiska oraz technologia uprawy mogą jedynie wywierać wpływ modyfikujący. Eheart i Massey [19]

poddawali ocenie wpływ takich czynników jak intensywność światła, poziom wilgotności gleby oraz tempo wzrostu roślin (wysokie przy temperaturze 67—75°F i niskie przy 45—55°F). Na podstawie uzyskanych wyników stwierdzono, że tylko tempo wzrostu roślin oddziaływało istotnie na zawartość szczawianów, nie było ono jednak na tyle duże by mogło mieć większe znaczenie praktyczne.

Becker [9] przeprowadził cykl doświadczeń ze szpinakiem wiosennym i jesiennym rozmieszczonych w 12 różnych miejscowościach w NRD i stwierdził, że zarówno plony jak i zawartość kwasu szczawowego nie były zależne od położenia geograficznego, a jedynie od stosunku Ca, K i P w glebie. Mało znaczący okazał się również wpływ zawartości substancji organicznej w glebie na akumulację tego związku [18].

Spośród czynników agrotechnicznych istotne znaczenie dla jakości szpinaku, w tym i zawartości kwasu szczawowego posiada termin uprawy tej rośliny, co należy tłumaczyć odmiennym przebiegiem warunków atmosferycznych w różnych porach roku [9, 20, 24, 40, 49, 76]. W doświadczeniach Knauera i Simona [21] prowadzonych w kilku rejonach RFN, szpinak nawożony 3 różnymi dawkami azotu zawierał w uprawie wiosennej znacznie więcej kwasu szczawowego niż jesienią. Podobne wyniki uzyskali również Sengbusch i in. [76] oraz Maercke [49], odmienną natomiast tendencję obserwował Ehrendorfer [20, 21].

W doświadczeniach przeprowadzonych przez Nicolaisena i Kuhlana [54] szpinak wysiewano w 5 terminach w różnych porach roku, a mianowicie wiosną (17 marca i 13 kwietnia), latem (22 lipca i 12 sierpnia) oraz wczesną jesienią (29 sierpnia). Szpinak z wiosennych i letnich terminów siewu wykazywał nieznaczne tylko wahania w zawartości tego związku, natomiast przy siewie jesiennym poziom jego zawartości był znacznie niższy. Na podstawie uzyskanych rezultatów autorzy ci wyciągają wniosek, że tworzenie kwasu szczawowego w roślinach jest bezpośrednio lub pośrednio związane z warunkami świetlnymi. Mniej korzystnymi warunkami wzrostu, w tym głównie krótszym dniem i niższą temperaturą tłumaczą spadek syntezy kwasu szczawowego w okresie uprawy jesiennej także inni autorzy prac [40, 49, 76]. Tezę tę potwierdzają również badania Grütza [28], w których szpinak uprawiany przy krótkim dniu o naświetleniu wynoszącym 6 godzin na dobę zawierał mniej kwasu niż przy naświetlaniu 16-godzinnym.

W całokształcie problemu oceny jakości szpinaku należy jednak uwzględnić fakt, że obniżonej przy słabszych warunkach świetlnych zawartości kwasu szczawowego towarzyszy równoczesny wzrost poziomu akumulacji azotanów — także uznawanych powszechnie za składnik niepożądany w pożywieniu [42, 57, 59]. Redukcja azotanów w roślinach jest bowiem ściśle powiązana ze światłem [13, 14, 44, 45, 68, 69, 74, 82]. Niska

intensywność światła oraz krótki dzień, charakterystyczne dla jesieni obniżają aktywność reduktazy azotanowej, co prowadzi w konsekwencji do akumulacji azotanów. Potwierdzeniem tej zależności są między innymi wyniki badań Sengbuscha i in. [76], którzy w jesiennej uprawie szpinaku zanotowali kilkakrotny wzrost poziomu N-NO<sub>3</sub> przy równoczesnym zmniejszeniu zawartości kwasu szczawiowego o 1/3 (tab. 9).

Tabela 9

*Wpływ pory roku i dawki azotu na zawartość N-NO<sub>3</sub> oraz szczawianów w szpinaku w % s.m. [wg 76]*

Termin uprawy szpinaku	Zawartość N-NO <sub>3</sub> przy nawożeniu N w kg/ha			Zawartość kwasu szczawiowego przy nawożeniu N w kg/ha		
	60	120	180	60	120	180
Wiosenny (siew w IV)	0,21	0,25	0,22	12,23	12,74	12,75
Jesienny (siew w VIII)	0,67	1,55	2,47	8,40	8,30	8,50

Odmiennymi warunkami wzrostu należy także tłumaczyć różnice w zawartości kwasu szczawiowego w rabarbarze pędzonym i uprawianym w gruncie [41]. Pierwszy z nich zawierał średnio 1,183% rozpuszczalnego w wodzie kwasu szczawiowego w suchej masie ogonków, drugi natomiast 1,919%. Korzystne działanie, prowadzące do wyraźnego obniżenia kwasu szczawiowego w ogonkach rabarbaru zapewnia także użycie słon foliowych do przyspieszenia zbioru (tab. 10).

Tabela 10

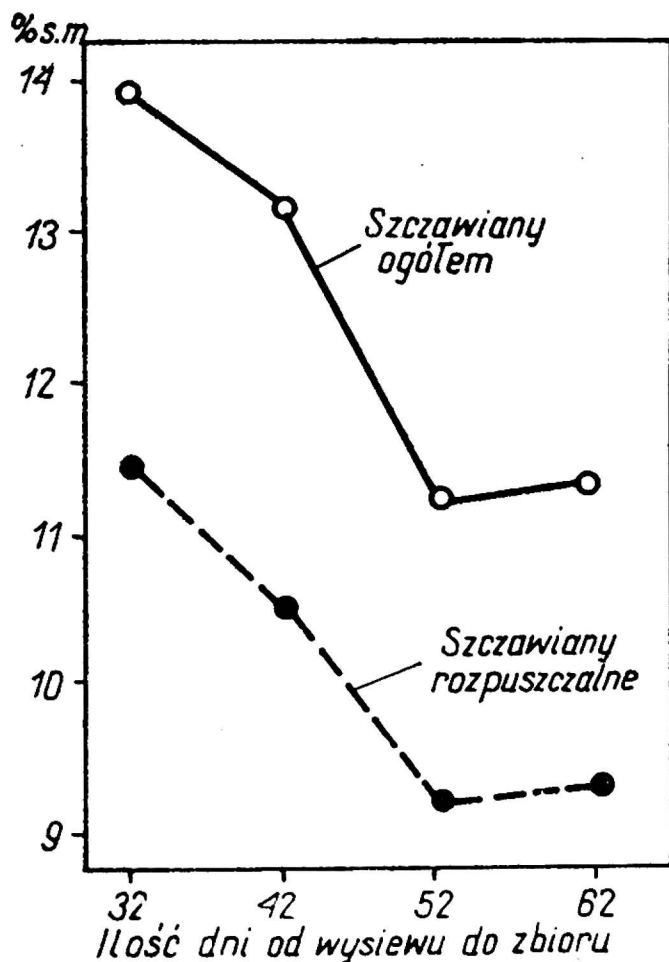
*Przeciętne i maksymalne zawartości rozpuszczalnego kwasu szczawiowego w mg/100 g świeżej masy ogonków rabarbaru w zależności od warunków uprawy [wg 8]*

Rodzaj uprawy	Zawartość średnia	Zawartość najwyższa
Rabarbar uprawiany pod osłoną z folii	145	173
Rabarbar uprawiany w gruncie odkrytym	215	304

#### *Wiek i rodzaj części jadalnej rośliny*

Do czynników fizjologicznych, kształtujących poziom kwasu szczawiowego należy również faza wzrostu rośliny. Baker i Eden [3] w doświad-

czeniu z burakiem pastewnym stwierdzili wzrost zawartości szczawianów ogółem w miarę upływu okresu wegetacji, przy równoczesnym niewielkim wzroście poziomu szczawianów rozpuszczalnych. Pogląd ten podziela wielu autorów [12, 49, 50, 54, 65, 73, 84] którzy przyczyn wyższej zawartości tego związku w młodych roślinach dopatrują się w bardziej intensywnym przebiegu procesu przemiany materii. Potwierdzają to również badania Kitchena i Burnsa [39] ze szpinakiem, których wyniki zostały przedstawione na rysunku. Nie brak jest jednak w literaturze



Rys.

odmiennych danych [16, 17, 29, 81] wskazujących na wzrost zawartości kwasu szczawowego wraz z wiekiem roślin. Rozbieżności te mogą wynikać z różnej fazy wzrostu roślin wziętych do badań, warunków uprawy, a także z różnego udziału blaszek i ogonków liściowych w zebranym plonie. Michalik i Elkner [52] stwierdziły, że ogonki liści szpinaku zawierały średnio 2,6 raza mniej szczawianów rozpuszczalnych w wodzie oraz 4-krotnie mniej szczawianów ogółem niż blaszki. Podobne rezultaty uzyskali również autorzy innych prac badawczych na ten temat [20, 65, 75, 76, 83]. Podkreśla się, że im większa jest odległość od tkanki liściowej, tym mniejsza staje się koncentracja szczawianów w roślinie [38]. Ten spadkowy gradient poziomu ogólnych i rozpuszczalnych szczawianów w kierunku od liści do korzeni wskazuje na ich przemieszczanie

z miejsca produkcji do innych części rośliny. Badania prowadzone ze szpinakiem [52] oraz burakiem [3] wykazały ponadto, że starsze liście zewnętrzne roślin nagromadzają więcej kwasu szczawiowego niż liście wewnętrzne.

W przeciwieństwie do szpinaku, rabarbar zawierał większe ilości kwasu szczawiowego w ogonkach liściowych, mniej natomiast w blaszkach [8, 30, 32, 48]. Tą samą zależność w odniesieniu do szpinaku stwierdzili Tripathi i Singh [85].

### *Sposób przygotowania warzyw do spożycia*

Czynnikiem wpływającym w istotny sposób na wartość biologiczną warzyw, w tym i zawartość kwasu szczawiowego jest sposób ich przygotowania do spożycia. Dla przykładu w 100 g świeżej masy marchwi gotowanej stwierdzono 22,7 mg kwasu szczawiowego, natomiast puszkowanej tylko 7,4 mg, zaś u grochu odpowiednio 1,3 i 0,8 mg [89]. Posprzętna obróbka technologiczna miała z kolei duży wpływ na zawartość tego związku w szpinaku. Okazało się bowiem, że świeże liście po ugotowaniu zawierały go 780 mg w przeliczeniu na 100 g świeżej masy, natomiast liście mrożone 458 mg.

Prowadzone były również badania dotyczące wpływu blanszowania, konserwacji poprzez suszenie powietrzem oraz mrożenie na zawartość kwasu szczawiowego w szpinaku [64]. Stwierdzono w nich, że tylko blanszowanie wodą istotnie obniża zawartość szczawianów rozpuszczalnych. W procesie tym następuje przechodzenie szczawianów rozpuszczalnych w nierozpuszczalny szczawian wapnia oraz ich wypłukiwanie z roślin.

### *Podsumowanie*

Na podstawie obecnego stanu badań nad występowaniem kwasu szczawiowego w warzywach można stwierdzić, że największe jego ilości gromadzą szpinak, rabarbar, szczaw, burak liściowy i ćwikłowy. W innych gatunkach warzyw uprawianych w naszym kraju jego zawartość jest niewielka. Decydujący wpływ na poziom nagromadzenia kwasu szczawiowego posiada czynnik genetyczny, inne zaś jak nawożenie i warunki uprawy mogą jednak w znacznym stopniu modyfikować tę zawartość.

Szczególne znaczenie dla obniżenia zawartości szczawianów ma wybór odpowiedniej odmiany, racjonalne nawożenie mineralne oraz termin uprawy. Spośród składników mineralnych azot i potas zwiększają te zawartości, fosfor natomiast obniża. Przy nawożeniu azotem jako bardziej

korzystną należy uznać formę amonową, która zwłaszcza w obecności inhibitorów nitryfikacji wyraźnie ogranicza syntezę kwasu szczawiowego.

Uprawa warzyw, w tym głównie szpinaku przy małej intensywności światła i krótkim dniu zmniejsza wprawdzie poziom kwasu szczawiowego lecz równocześnie przyczynia się do wzrostu akumulacji azotanów, stanowiących również składnik niepożądany w diecie ludzkiej. Pewne znaczenie dla zawartości tego związku może mieć również termin zbioru oraz obróbka technologiczna warzyw po sprzęcie.

#### LITERATURA

1. Ackermann H., Gebauer H.: Die Nahrung, 1, 278, 1957.
2. Ackerman H.: Der Oxalsäuregehalt in Gemse und dessen Einwirkung auf den Stoffwechsel. Diss., Berlin, 1957.
3. Baker C.J.L., Eden A.: J. Agric. Sci., 44, 394, 1954.
4. Bannes N.: Umschau, 55, 319, 1955.
5. Barker A.V., Maynard D.N.: J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97, 27, 1972.
6. Barker A.V., Volk R.J., Jackson W.A.: Soil Sci. Soc. Amer. Proc., 30, 228, 1966.
7. Becker M.: Über den Einfluss einiger exogener Faktoren auf den Oxalsäuregehalt bei Spitan (*Spinacia oleracea* L.). Diss., Berlin, 1962.
8. Becker M.: Arch. Gartenb., 12, 67, 1964.
9. Becker M.: Arch. Gartenb., 12, 539, 1964.
10. Becker Dillingen J.: Handbuch des Gesamten, Gemüsebaues, 1956.
11. Beevers H., Stiller M.L., Butt V.S.: Plant Physiology, t. 4 B, Academic Press, New York, 1966.
12. Bengtsson B.L., Basund I., Hylmö B.: Z. Pfl. Ernähr. Düng., 115, 192, 1966.
13. Cantliffe D.J.: J. Amer. Soc. Hort. Sci., 97, 152, 1972.
14. Cantliffe D.J.: Agron. J., 65, 563, 1973.
15. De Vilmorin R., Bilquez N.: C.R. Acad. Agric. Fr., 43, 497, 1957.
16. De Vilmorin R., Bilquez N.: C.R. Acad. Agric. Fr., 43, 743, 1957.
17. Doesburg J.J., Sweede A.K.: Chem. Abstr., 42, 2691, 1948.
18. Downs D.B., Jacobson H.G.M., Waggoner P.E.: Connecticut Agr. Exp. Sta. Cir. 220, 1962.
19. Eheart J.F., Massey P.H.: J. agric. Food Chem., 10, 325, 1962.
20. Ehrendorfer K.: Bodenkultur, 12, 100, 1961.
21. Ehrendorfer K.: Bodenkultur, 15, 1, 1964.
22. Ehrendorfer K.: Bodenkultur, 15, 105, 1964.
23. Ehrendorfer K.: Phosphorsäure, 24, 180, 1964.
24. Ehrendorfer K.: Bodenkultur, 22, 34, 1971.
25. Ehrendorfer K.: Z. Pfl. Bodenkunde, 135, 44, 1973.
26. Fahrner H.: Gesunde Ernährung aus dem Garten. München, 1961.
27. Gericke S.: Phosphorsäure, 25, 263, 1965.
28. Grütz W.: Z. Pfl. Düng. Bodenkunde, 62, 107, 1953.
29. Grütz W.: Chem. Abstr., 2946, 1954.
30. Grütz W.: Landw. Forsch., 7, 121, 1956.

31. Grütz W.: Phosphorsäure, 16, 181, 1956.
32. Hermann K.: Z. Lebensmittel Untersuch. Forsch., 148, 206, 1972.
33. Joiner J.N., Knoop W.E.: Proc. Fla. Sta. Hort. Sci., 82, 403, 1969.
34. Jurkowska H.: Prace Nauk. Inst. Technol. Nieorg. Nawozów Mineral. Politech. Wrocław, 6, 31, 1973.
35. Jurkowska H., Lityński T.: VIII th Int. Fert. Congr. Moscow, Papers of foreign participants, 2, 159, 1976.
36. Kick H., Massen G.G.: Z. Pflanzenernähr. Bodenkunde, 135, 220, 1973.
37. Kirby E.A., Mengel K.: Plant Physiol. 42, 6, 1967.
38. Kitchen J.W., Burns E.E.: J. Food Sci., 30, 589, 1965.
39. Kitchen J.W., Burns E.E., Langston R.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 85, 465, 1964.
40. Knauer N., Simon C.: Z. Acker — und Pflanzenbau, 128, 197, 1968.
41. Kochs I.: Gartenbauwiss., 2, 456, 1929.
42. Kołota E.: Post. Nauk. Rol., 1, 23, 1983.
43. Krauze S.: Zarys nauki o środkach żywności. PZWL, Warszawa, 1975.
44. Kühlen H.: XVI th Int. Hort. Congr., Brüssel, 1, 216, 1962.
45. Kühlen H.: XVI th Int. Hort. Congr., Brüssel, Book of Summaries, T, S, 81, 1962.
46. Lambeth V.N. i in.: Food Technol. Champaign., 23(7), 77, 1969.
47. Leskovec E., Doberšek-Urbanc A.: Zbornik Biotehniške Fakultete Univerze v Ljubljani, Kinetijstwo, 19, 101, 1972.
48. Maeda: Chem. Abstr., 64, 1269a, 1966.
49. Maercke D.: Mededelingen van de Faculteit Landbouwwetenschappen Rijksuniversiteit Gent., 38, 173, 1973.
50. Mathams R.H., Sutherland A.K.: Queensland J. Agr. Sci., 9, 317, 1952.
51. Merkel D.: Landw. Forsch., 28, 34, 1975.
52. Michalik H., Elkner K.: Ograd., 1, 10, 1984.
53. Munk H.: Phosphorsäure, 25, 250, 1965.
54. Nicolaisen W., Kühlen H.: Gartenbauwiss., 32, 237, 1967.
55. Niconorow H.: Toksykologia żywności. PZWL, Warszawa, 1979.
56. Nuss R.F., Loewus F.A.: Plant Physiol., 61, 590, 1978.
57. Olday F.C., Barker A.V., Maynard D.N.: J. Amer. Soc. Hort. Sci., 101, 219, 1976.
58. Olsen C.: C.R. Trav. Lab. Carlsberg, 32, 101, 1939.
59. Philips W.E.J.: J. Agric. Food Chem., 16, 88, 1968.
60. Pierce E.C., Appelman C.O.: Plant Physiol., 8, 224, 1943.
61. Prummec J.: Tuinb., 5, 49, 1971.
62. Rajnowa L. i in.: Grad. i Łoz. Nauka, 10, 43, 1973.
63. Regan W.S. i in.: Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 93, 485, 1968.
64. Richter E., Handke S.: Proc. XIX th Int. Hort. Congr., Warszawa, 1B, 691, 1974.
65. Ryder A.E.: J. Home Econ., 22, 309, 1930.
66. Scharrer K., Jung J.: Z. Pflanzenern. Düngung, Bodenkunde, 62, 63, 1953.
67. Scharrer K., Jung J.: Z. Pflanzenern. Düngung, Bodenkunde, 66, 1, 1954.
68. Scharrer K., Seibel W.: Landw. Forsch., 9, 168, 1956.
69. Scheffer F.: Stickstoff und Pflanze. Düsseldorf, 1961.
70. Schmid D.R., MacDonald H.A., Brockman F.E.: Agron. J. 63, 559, 1971.
71. Schuphan W.: Landw. Forsch., 4, 154, 1953.



72. Schuphan W.: Zur Qualität der Nahrungspflanzen, Erzeugerinteressen Verbraucherwünsche. München, Bonn, Wien. Bayer Landwirtschaftsverlag, 1961.
73. Schuphan W.: The nutritional values in crops and plants. Foer and Faber, London, 1965.
74. Schuphan W.: 6-th Symp. Study Group Europ. Nutrit. Scientists, Bad Soden, 120, 1967.
75. Schuphan W., Weinmann J.: Qual. Plantarum Mat. Veg., 5, 1, 1958.
76. Sengbusch R., Sicker I., Handke Z.: Züchter, 35, 90, 1965.
77. Sengbusch R., Timmermann A.: Urol. Inter., 4, 76, 1957.
78. Sengbusch R., Timmermann A.: Urol. Inter., 5, 218, 1957.
79. Sengbusch R., Timmermann A.: Deutsche Mediz Wochenschr. 13, 501, 1958.
80. Shear C.B., Faust M.: J. Amer. Soc. Hort. Sci., 96, 234, 1971.
81. Singh P.P., Sur B.K.: Curr. Sci. 31, 334, 1962.
82. Spencer D.: Handbuch Pflanzenphysiologie, Springer Verlag Berlin—Göttingen—Heidelberg, 1958.
83. Srivastova S.K., Krishmann P.S.: J. Sci. Ind. Res., 18C, 146, 1959.
84. Stino K.R., Abdelfattah M.A.: Agric. Res. Rev., 51, 109, 1973.
85. Tripathi R.D., Singh P.: Indian J. Agric. Res., 11, 151, 1977.
86. Verma A.N., Srivastova D.C., Sharma R.K.: Plant Sci, 1, 189, 1969.
87. Wolff M.: Urania, 12, 479, 1956.
88. Yang J.C., Loewus F.A.: Plant Physiol., 56, 283, 1975.
89. Zarembski P.M., Hodgkins A.: Brit. J. Nutrit., 16, 627, 1962.

## PAŃSTWOWE WYDAWNICTWO ROLNICZE I LEŚNE POLECA

AUGUSTYN WOŚ

### ROZWÓJ I POSTĘP W ROLNICTWIE POLSKIM

WARSZAWA, 1987, NAKŁAD 5 000 EGZ., STRON 257, CENA ZŁ 350,—

Ta niezwykle cenna publikacja (pierwsze wydanie) poświęcona jest polskiemu rolnictwu od drugiej połowy XIX wieku do chwili obecnej. Autor przedstawia mechanizmy społeczno-ekonomiczne wprowadzające postęp w rolnictwie. Publikacja składa się z trzech części.

I tak w części pierwszej „Analiza procesu historycznego” — zawarto syntezę procesu historycznego w okresie ostatnich 150 lat. W tym okresie zaszły wyjątkowo ważne zmiany, które doprowadziły do postępu w polskim rolnictwie. Pierwszą część Autor dzieli na sześć stadiów rozwojowych. I tak pierwszy okres adaptacyjny przypadający do drugiej wojny światowej. Autor wymienia epokę „wielkiego przełomu” gdzie powstają wyspecjalizowane gospodarstwa produkcji rolnej i hodowlanej dalej nastąpiło włączenie ziemianina w system organizacji pośredniczących, wreszcie oddzielenie od gospodarstwa

rolnego czynności związanych z przetwarzaniem surowców wytwarzanych w rolnictwie (wyrób alkoholu, piwa...). Następnie omówiono okres II Rzeczypospolitej. Na uwagę zasługuje wielka rola przemysłu, jaką spełnił dla rolnictwa, ożywienie w budownictwie. W okresie kryzysu następuje zwiększona podaż produktów rolnych. Rolnictwo w tym czasie osiągnęło wysoki stopień sprawności dostosowawczej, choć brakowało dostosowań makroekonomicznych, które przyczyniły się do rozwoju rolnictwa.

Drugi rozdział części pierwszej poświęca Autor procesowi odbudowy po II wojnie światowej. Jest to okres odnowy rolnictwa ukierunkowany nowym ustrojem społeczno-politycznym (reforma rolna, upaństwowienie przemysłu...). Przed rolnictwem stała poważna sprawa — wyżywienie narodu, odbudowa po długotrwałym kryzysie gospodarczym i wyniszczeniu wojennym. Autor analizuje wpływ zmienionych czynników społeczno-gospodarczych na rolnictwo (osadnictwo na ziemiach zachodnich i północnych).

Okres intensywnego uprzemysłowienia kraju i jego wpływ na rolnictwo — to dalszy rozdział pierwszej części publikacji (migracja zawodowa, dwuzawodowość).

Nowa równowaga w gospodarce a także w rolnictwie (zmiany w polityce rolnej) — to lata po 1956 r. i połowa lat sześćdziesiątych, któremu to okresowi poświęca Autor dalszą część publikacji, wreszcie w piątym rozdziale części pierwszej, którą zatytułowano „Strategia wzrostu zrównoważonego” — Autor podaje cechy tego specyficznego okresu. Autor podaje sześć czynników rozwoju rolnictwa w latach sześćdziesiątych a kończy ten rozdział analizą kierunków postępu naukowo-technicznego w rolnictwie w latach siedemdziesiątych. Pierwszą część publikacji kończy analiza okresu kryzysu gospodarczego.

W drugiej części publikacji przeprowadzono syntezę procesu historycznego w okresie 150 lat. W trzech rozdziałach podano syntetyczny obraz postępu rolniczego i procesów dostosowawczych, omówiono podmiotową stronę postępu (wielcy pionierzy przełomu XIX i XX w., wyższe uczelnie, instytuty naukowo-badawcze, samorządowe organizacje chłopskie), a następnie lata Polski Ludowej (stan nauki rolniczej). Omówiono także proces przenikania postępu rolniczego przez instytucje doradztwa rolniczego oraz przodujących rolników (gospodarstwa wzorcowe, wdrożeniowe, przykładowe, demonstracyjne, specjalistyczne).

W trzeciej części, która ma raczej charakter akademicki, Autor rozważa zagadnienie społecznych kosztów postępu w rolnictwie oraz finansowanie postępu w rolnictwie, a także społeczno-ekonomiczne mechanizmy upowszechniania postępu. Autor wskazuje na trzy słabe ogniwa wprowadzania postępu w rolnictwie: 1 — niedostateczna możliwość wprowadzenia w skali masowej postępu w rolnictwie wskutek uzależnienia od działów nierolniczych a wytwarzających środki produkcji dla rolnictwa; 2 — niska skuteczność doradztwa rolniczego; 3 — wadliwy sposób zarządzania, a co z tym idzie niska chłonność na innowacje.

Książka przeznaczona dla studentów choć winna zainteresować szeroki krąg Czytelników, którym nie obce są problemy rozwoju i postępu w rolnictwie.