



**INSTYTUT OGRODNICTWA  
ZAKŁAD UPRAWY I NAWOŻENIA ROŚLIN  
OGRODNICZYCH**  
**Pracownia Uprawy Warzyw i Grzybów Jadalnych**  
96-100 Skierniewice, ul. Rybickiego 15/17  
Tel.: 46 8346664  
e-mail: agnieszka.stepowska@inhort.pl

## **Zalecenia nawozowe dla sałaty w uprawie pod osłonami**

Autor: dr inż. Agnieszka Stębowska

Opracowanie przygotowane w ramach **zadania 3.2:**

„Rozwój zrównoważonego nawożenia roślin ogrodniczych i zapobieganie degradacji gleby i skażenia wód gruntowych”

### **Programu wieloletniego**

Działania na rzecz poprawy konkurencyjności i innowacyjności sektora ogrodniczego z uwzględnieniem jakości i bezpieczeństwa żywności oraz ochrony środowiska naturalnego” finansowanego przez Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi

Skierniewice 2020

## PODSUMOWANIE 3-LETNIEGO MONITORINGU UPRAW SAŁATY POD OSŁONAMI

Analizy gleby pobieranej z różnych lokalizacji upraw gruntowych sałaty pod osłonami, wykazały że przy prawidłowym nawożeniu gleby (na podstawie wyników analiz wykonanych każdorazowo przed kolejnym cyklem produkcji), w głównej strefie systemu korzeniowego sałaty (głębokość do -20 cm):

- **Odczyn**, w ciągu sezonu monokulturowej uprawy sałaty masłowej zmieniał się przyjmując wzrastające wartości pH, średnio od pH 6,3 do 7,3, przed kolejnymi cyklami (wiosna, lato, jesień).

Nie są to wartości ograniczające pobieranie mikroskładników, ale wskazują na potrzebę stosowania substancji zakwaszających, substancje organiczne, nawozy zakwaszające z amonową formą azotu, lub siarczanowe, szczególnie przed cyklem letnim i jesiennym. Wzrost pH nie był skorelowany z bardzo wysokim poziomem Ca, choć odnotowano jednoczesny wzrost ilości tego składnika w stosunku do poziomu określonego przed wiosennym cyklem uprawy sałaty.

W monokulturowej uprawie 3-letniej, obserwowano stopniowe zmiany odczynu w kierunku zasadowienia gleby. Co rocznie, pH gleby przed kolejnymi cyklami było wyższe niż przed tym samym cyklem uprawy. w sezonie poprzedzającym,

- **Zasolenie gleby** w monitorowanych obiektach było zróżnicowane: od 0,2-0,5 g NaCl/dm<sup>3</sup> w precyzyjnie prowadzonej uprawie w Instytucie Ogrodnictwa, do 0,4-3,5 NaCl/dm<sup>3</sup> w gospodarstwach prywatnych. Wartości zasolenia przed wiosennym cyklem uprawy były związane z wykazaną ilością azotu, w późniejszym okresie również (lub tylko) z ilością siarki wnoszonej z nawozem potasowym.
- **Azot** uzupełniano każdorazowo do poziomu 180 mg/dm<sup>3</sup>, za wyjątkiem lokalizacji, w których stwierdzano wyższy poziom N (z reguły wiosną). W tych przypadkach obserwowano tylko jak kształtuje się jego poziom po kolejnym cyklu uprawy sałaty. Przy zalecanym poziomie 180 mg/dm<sup>3</sup>, w strefie korzeniowej sałaty na powierzchni 1 m<sup>2</sup> znajduje się ok. 36 g N. Sałata wykorzystuje 60-80% N dostępnego w warstwie ornej tj. ok. 25 g N czyli ok. 100 mg N z każdego 1 dm<sup>3</sup>. W przypadku doświadczeń w IO oznaczało to każdorazowe wyczerpanie ilości N do poziomu 30-60 mg/dm<sup>3</sup>, a w lokalizacjach z wysokim poziomem N spadek wyjściowej wartości do zalecanego poziomu 180 mg/dm<sup>3</sup> lub poniżej. Przy czym główki osiągały masę 250 g, jakość handlową i poziom azotanów nie przekraczający dopuszczalnej granicy 4000 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg św.m.

Tylko w dwóch przypadkach, gdy zasolenie przekraczało 3 g NaCl/dm<sup>3</sup> a poziom N 300 mg/dm<sup>3</sup> sałata wykorzystwała mniej niż 30% dostępnego azotu, główki nie miały jakości handlowej (osiągnęły masę <200 g, i były bardzo zwięzłe, zbite, z tendencją do pękania, nieco ciemniejsze), a zawartość azotanów nieznacznie przekraczała dopuszczalną normę,

**Oznacza to, że dopóki całkowite zasolenie gleby nie przekracza bezpiecznej dla sałaty granicy 2 g NaCl/dm<sup>3</sup> sałata wykorzystuje tyle składnika ile jest w stanie przetworzyć dla wykształcenia pełnowartościowej główki. W przeciwnym wypadku, zniszczenie korzeni i stan suszy fizjologicznej ogranicza możliwość metabolizmu i przekształcania związków azotowych w aminokwasy i białka.**

W obiektach, w których wyjściowy poziom N nie przekraczał 180 mg/dm<sup>3</sup>, poziom azotanów nie przekraczał 2000 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg św.m. czyli połowy dopuszczalnego zakresu.

- **Fosfor**. Ze względu na zalecany poziom 150-300 mg P/dm<sup>3</sup> i wyniki analiz gleby, które wykazały zawartości P mieszczące się w tym zakresie, nie stosowano nawożenia fosforowego w żadnej lokalizacji. Wykorzystanie fosforu w poszczególnych cyklach kształtowało się na poziomie 20 % poziomu wyjściowego. Kumulację P stwierdzono po cyklu wiosennym w 7 przypadkach (na 15), po cyklu letnim w 4 (na 15 oraz w 2 lokalizacjach po cyklu jesiennym w drugi i trzecim roku uprawy na tym samym stanowisku).

**Przedstawione wyniki wskazują na potrzebę ograniczenia nawożenia fosforowego i zaniechanie stosowania nawozów fosforowych „na oko”. Wysoki poziom P nie ma wprawdzie negatywnego wpływu na rośliny, ale jego pozostałości w glebie są znaczne.**

Każdorazowe dodawanie P, do istniejącej już wysokiej zawartości sprzyja powstawaniu coraz większych depozytów, które mogą być wymywane do płytkich wód gruntowych (< -180 cm) i zanieczyszczać środowisko.

- **Potas** wykorzystywany jest przez sałatę w ilości ok. 30% dostępnej dawki. Sałata nie ma wysokich wymagań w stosunku do tego składnika, co nie oznacza, że może go jej brakować. Tym bardziej, że bardzo łatwo jest wymywany w głąb profilu glebowego podczas podlewania. Zalecany poziom zasobności gleby to 300-350 mg K/dm<sup>3</sup>. Monitoring wykazał, że ilość potasu w glebach jest bardzo zróżnicowana. Od bardzo niskich (<100 mg/dm<sup>3</sup>) do wysokich (>300 mg/dm<sup>3</sup>). Ze względu na około 20-50 % ubytek K w trakcie uprawy (pobieranie przez rośliny, wymycie podczas podlewania), przed kolejnymi cyklami stosowano nawożenie uzupełniające zależne od wyników analizy gleby. **Stosując uzupełniające nawożenie do poziomu 300 mg/dm<sup>3</sup>, nie wykazano ani nadmiernych pozostałości w glebie ani niedoborów czy dysproporcji składników w roślinie.**

Potas nie generuje szkodliwych dla środowiska depozytów. Bardziej groźny jest nadmiar składnika dla rośliny ponieważ może ograniczyć pobieranie N i Ca.

- **Magnez.** Niepokojącym zjawiskiem jest kumulacja magnezu w glebach, często znacznie przekraczająca zalecany poziom 60-120 mg/dm<sup>3</sup>. Nie stanowi to ryzyka dla gleb, ale może być szkodliwe dla roślin, zwłaszcza w warunkach słabej intensywności światła. Sałata pobiera około 20% dostępnej ilości Mg, ale w przypadku np. niedoborów N, K, Ca w podłożu, mogą zwiększyć ryzyko ich niedoborów w roślinie.

Szkodliwe jest przekroczenie poziomu 400 mg Mg/dm<sup>3</sup> w glebie. Kumulacja Mg występuje na skutek intensywnego podlewania wodą wodociągową, bardzo zasobną w magnez i wapń oraz w przypadku stosowania nawozów wapniowych z magnezem.

W monitorowanych uprawach, tylko w 8 przypadkach (na 45 analiz) poziom Mg mieścił się w zalecanym zakresie (zwłaszcza przed cyklem wiosennym). Przekroczenie poziomu stwierdzono nawet w doświadczeniu w Instytucie Ogrodnictwa (po cyklu wiosennym i letnim). Niższe zawartości po cyklu jesiennym wynikają z mniejszych dawek wody stosowanych w tym okresie.

Nie ma możliwości zmniejszenia poziomu magnezu w glebie. **Należy dbać o prawidłowy bilans składników w podłożu i nie stosować nawozów magnezowych bez oceny realnej potrzeby. Nie ma potrzeby stosowania nawozów z magnezem przy analitycznie wykazanym poziomie 60 mg Mg/dm<sup>3</sup>.**

- **Wapń** jest bardzo istotnym składnikiem pokarmowym w życiu roślin, ale sałata w uprawie gruntowej wykorzystuje nie więcej niż 10% dostępnej ilości. Zalecane, bardzo wysokie dawki wapnia (800-2000 mg Ca/dm<sup>3</sup>, dawniej nawet 2500 mg/dm<sup>3</sup>), mają za zadanie przede wszystkim utrzymać odpowiednie pH gleby. Tylko w uprawach hydroponicznych utrzymuje się wapń na poziomie nie przekraczającym 200 mg/dm<sup>3</sup>.

Podobnie jak magnez, Ca w znacznych ilościach występuje w wodzie. I chociaż zaledwie około połowa jest z wody dostępna dla roślin (ok. 60 mg/l wody) to przy intensywnym podlewaniu oznacza to, że ilość ta jest właściwie wystraszająca dla sałaty. Dlatego w trakcie uprawy **notuje się albo małe wykorzystanie wapnia z gleby, albo wręcz jego kumulację. Ze względu na ograniczenia w pobieraniu Ca, z reguły nie grozi roślinom jego nadmierna ilość w stosunku do Mg i K. Z reguły bywa nawet odwrotnie, co skutkuje nasileniem tipburn.**

Monitorowane uprawy nie wymagały nawożenia Ca i nie wykazywały objawów tipburn.

**KONTROLOWANE (I OGRANICZONE) NAWOŻENIE, ZGODNIE Z OKREŚLONYMI WCZEŚNIEJ TENDENCJAMI DO KUMULACJI SKŁADNIKÓW W DANEJ GLEBIE MOGĄ STYMULOWAĆ ROŚLINY DO WYKORZYSTYWANIA SKUMULOWANYCH WCZEŚNIEJ SKŁADNIKÓW. WÓWCZAS JEST SZANSA NA ZMNIEJSZENIE DEPOZYTÓW SKŁADNIKÓW POKARMOWYCH I LEPSZE ICH WYKORZYSTANIE PRZEZ ROŚLINY.**

## ZALECENIA NAWOZOWE DLA SAŁATY POD OSŁONAMI

Sałatę uprawia się w szklarniach, głównie w starych szklarniach wolnostojących oraz ogrzewanych i nieogrzewanych tunelach wolnostojących i zblokowanych, a także w tunelach drewnianych. W obiektach ogrzewanych (od połowy stycznia) sadi się sałaty masłowe, w nieogrzewanych (od marca) – sałatę masłową, kruchą, liściową i niekiedy rzymską mini. Terminy letnie (VI-IX) są mało popularne ze względu na konkurencyjne uprawy polowe. Uprawy jesienne trwają od września do początku listopada w obiektach nieogrzewanych a w ogrzewanych do połowy grudnia, a nawet przez całą zimę. Możliwość uprawy w okresie zimowym ogranicza jednak brak doświetlania, bez którego nie można uzyskać główek o dobrej jakości i niskim poziomie azotanów. W okresie jesienno-zimowym nie uprawia się sałaty kruchej.

Większość upraw pod osłonami to produkcja gruntowa. Nieliczne gospodarstwa decydują się na uprawę bezglebową np. w workach z substratem torfowym, pouprawowych matach z wełny mineralnej czy kokosowych. Pojawiają się też specjalistyczne zakłady produkujące sałatę, kilka innych gatunków warzyw sałatkowych (rukola, pak-choi, szczaw), oraz przyprawowe warzywa (pietruska naciowa, szczypiorek, koper) i zioła w systemie NFT (uprawa w zamkniętych rynnach w systemie cienkowarstwowych kultur przepływowych) czy tzw. suchej hydroponice (sałata umieszczona na pływających tacach styropianowych). Produkcja taka odbywa się w wielu cyklach w ciągu roku (nawet ponad 100), ale technologia wymaga zarówno specjalistycznego wyposażenia w elementy konstrukcyjne (np. rynny przepływowe), zamknięty (recykulacyjny) system fertygacji programowany komputerowo, oraz systemy doświetlania (lampy LED lub HPS). Warunki popytu nie zawsze zachęcają producentów do takiej specjalizacji. Stwarzają jednak możliwości wyeliminowania chorób podstawy główki i znacznego ograniczenia innych chorób liści, ze względu na łatwiejsze utrzymanie optymalnych warunków klimatycznych.

Dominujące uprawy gruntowe stanowią największe wyzwanie dla producentów, w zakresie efektywnego nawożenia i minimalizowania akumulacji azotanów w liściach w okresie od jesieni do późnej wiosny. W obiektach gruntowych sałata jest przedplonem dla ogórka, zwłaszcza partenokarpnego, pomidora, papryki i oberżyny oraz fasoli szparagowej. Uprawiana jest też w kilku cyklach po sobie. Pozostawia stanowisko, mało wyeksploatowane pokarmowo, ale które może być zanieczyszczone przez szarą pleśń i zgniliznę twardzikową, a nierzadko zachwaszczone. Nie wolno jednak używać przed jej uprawą żadnych herbicydów. Możliwe jest zastosowanie cyjanamidu wapnia (nawóz Perlka) w dawce 300 kg/ha, 2-3 tygodnie przed sadzeniem. Nawóz ten ogranicza zachwaszczenie, likwiduje szkodniki i organizmy chorobotwórcze, ale niestety również glebowe organizmy pożyteczne. Ściółkowanie gruntu czarną włókniną również eliminuje wyrastanie chwastów i ogranicza występowanie innych patogenów, zwłaszcza, jeśli rośliny nawadnia się za pomocą linii kroplujących, co stabilizuje wilgotność podłoża na poziomie 70-75% polowej pojemności wodnej, bez zwilżania podstawy główki.

Jako poplon sałata uprawiana jest tylko po ogórku i wówczas może być zagrożona przez wciornastka, dlatego obiekt taki, wraz z podłożem, wymaga odkażenia chemicznego. Między kolejnymi okresami uprawy sałaty, wewnętrzne elementy konstrukcyjne, ściółki i

zakamarki pod matami mogą być wymyte tylko wodą pod ciśnieniem, a raz do roku odkażone odpowiednim środkiem chemicznym.

Niezależnie od okresu uprawy największym zagrożeniem są mszyce. Niewiele jest środków chemicznych możliwych do zastosowania z uwzględnieniem okresu karencji, a mszyca zwykle pojawia się krótko przed zbiorem. Należy, więc wykorzystywać walkę biologiczną np. tzw. aphibanki – pojemniki ze zbożem zasiedlonym przez mszycę zbożową, będąca wstępnym pokarmem dla entomofagów. W uprawie sałaty liściowej należy wybierać odmiany odporne na mszycę porzeczkową (*Nasonovia ribes-nigri*). Zalecane jest, aby w otworach wietrznikowych i bramach wejściowych zainstalowane były siatki antyowadzie o średnicy oczek < 1 mm.

Uprawy gruntowe wymagają przedwegetacyjnego ustalenia poziomu składników pokarmowych i uzupełnienia ich w miarę potrzeby ponieważ nie jest zalecane pogłówne nawożenie sałaty. Uprawy w substratach są na ogół nawożone metodą fertygacji, w której stosuje się pożywki w ilości i o składzie dostosowanym do rodzaju podłoża, terminu i metody uprawy, często także do fazy rozwojowej roślin. Dzięki temu można kontrolować podawanie i pobieranie składników pokarmowych (przemywanie podłoża wodą lub pożywką bezazotową przed zbiorem w celu zmniejszenia poboru azotu i akumulacji azotanów). Mniejsze jest również narażenie roślin na choroby odglebowe i ekspansję szkodników bytujących w glebie. Sałata najlepiej tworzy główki jeżeli dzień trwa krócej niż 14 godzin. Gdy okres świetlny jest dłuższy następuje wydłużanie międzywęźli i wybijanie pędów kwiatostanowych. Proces ten jest jednak związany z temperaturą i może być inicjowany także przy krótkim dniu i znacznym przechłodzeniu młodych roślin czyli jarowizacji.

Do prawidłowego rozwoju wegetatywnego sałata potrzebuje światła o natężeniu co najmniej 4-6 tys. luksów (najlepiej 10-15 tys. lux.). Niedobór światła po sadzeniu, podobnie jak zbyt długi dzień, powoduje wydłużanie międzywęźli wewnątrz główki, ograniczenie zwijania liści i zwiększenie ilości azotanów, mimo bardzo jasnej barwy liści. Niedoświetlenie roślin występuje również przy zbyt dużym zagęszczeniu oraz brudnych pokryciach szklarni i tuneli (do roślin może docierać zaledwie 30% światła). Optymalne dla sałaty masłowej, liściowej i rzymskiej mini zagęszczenie to 12-16 szt./m<sup>2</sup> (III-XI) i do 20-25 szt./m<sup>2</sup> (XI-II).

Optymalne warunki klimatyczne (temperatura 12-16 °C, wilgotność powietrza 70-75%, podłoża 75-80% połowej pojemności wodnej) sprzyjają szybkiemu wzrostowi sałaty zmniejszając niebezpieczeństwo infekcji mączniakiem rzekomym (*Bremia lactucae*). Krytyczną temperaturą minimalną dla sałaty jest +5 °C, zaś maksymalną +20 °C. Sałata łatwo ulega przemrożeniu, zwłaszcza jeśli jej tkanki są mocno uwodnione.

System korzeniowy sałaty jest mały i w czasie uprawy wymaga optymalnej wilgotności podłoża. Niska wilgotność podłoża to zmniejszenie plonu i pogorszenie jego jakości, oraz większa podatność na mączniaka rzekomego sałaty. Wahania wilgotności podłoża ograniczają pobieranie wapnia, a jego brak w tkankach powoduje zapadanie się ścian komórek, wycieki soku mlecznego i zasychanie brzegów liści. Przy wzmożonej transpiracji następuje odwodnienie liści, czego widocznym dowodem jest brunatnienie i zasychanie brzegów liści zewnętrznych zwijających główkę tzw. tipburn suchy, tipburn brzegowy. Nadmiar wody w podłożu powoduje pojawianie się glonów i porostów na powierzchni pojemników rozsadowych oraz nasilenie chorób odglebowych.

W uprawie pod osłonami wskazane jest dokorzeniowe nawadnianie sałaty, za pomocą linii kroplujących lub wielopunktowych emiterów kapilarnych (typu „pająk”), w którym z jednego punktu na przewodzie doprowadzającym wodę wychodzi 6-8 kapilar jednakowej długości. Nawet ostrożne nawadnianie polewowe (z węża) powoduje zraszanie roślin i narażanie ich na uszkodzenia. Prawidłowa wilgotność podłoża na głębokości 5-10 cm kształtuje się na poziomie około 80 % p.p.w. Praktycznie można to określić ścisłując w dłoni grudkę podłoża. Woda nie powinna przeciekać przez palce, a po rozwarciu dłoni podłoże nie może się rozsypywać. Dawki wody zależą od systemu nawadniania, metody i okresu uprawy. W uprawie gruntowej, na 1 m<sup>2</sup> zużywa się: wiosną 5-8 l wody, od maja do sierpnia 8-10 l, jesienią 3-4 l; na warstwie mineralnej zaś odpowiednio 200 ml, 300 ml i 100 ml na roślinę w ciągu doby.

Nadmierna wilgotność powietrza w okresie wypełniania główki ogranicza transpirację a woda wydalana przez liście wewnątrz główki nie ma możliwości odparowania. W warunkach beztlenowych gniją najmłodsze liście. Zaburzenia te (tipburn naczyniowy) występują niezależnie od temperatury, a sprzyja im niedobór wapnia w liściach. Objawy takie można zaobserwować zarówno przy niskiej jak i wysokiej temperaturze. Wilgotność powietrza w szklarniach i tunelach można skutecznie zmniejszać przez ogrzewanie i wietrzenie, nawet w okresie jesienno-zimowym.

Dopływ świeżego powietrza zapewnia również wzrost zawartości dwutlenku węgla w atmosferze szklarni. Sałata wymaga 0.08-0.1% CO<sub>2</sub>. Efektywność CO<sub>2</sub> zależy od temperatury i wilgotności powietrza oraz intensywności światła. Najprostszą metodą jest wietrzenie i stosowanie nawożenia organicznego. W uprawie zimowej sprawdza się ustawianie w szklarni balotów słomy, zwilżanej wodą. Bardziej wyspecjalizowane źródła to nawiewowe systemy kompostowe (ok. 10 kg kompostu o wilgotności 90%p.p.w na 1 m<sup>2</sup> szklarni, na ok. 3 tygodnie uprawy). W dużych gospodarstwach stosuje się spalanie mieszanki propan-butan oraz rozprowadzanie czystego, skroplonego dwutlenku węgla. Dokarmianie CO<sub>2</sub> rozpoczyna się 1-2 godziny po wschodzie słońca. Przy prawidłowo prowadzonym dokarmianiu możliwe jest przyspieszenie rozwoju i wzrost plonu nawet o 40%. Nadmiar CO<sub>2</sub> może doprowadzić do mięknienia i nadmiernego wydelikacenia liści, które szybko tracą jędrność po zbiorze.

Sałata masłowa jest bardzo wrażliwa na zasolenie podłoża i niemożliwe jest wyprodukowanie dużej, prawidłowo wykształconej główki przy nadmiernej ilości składników pokarmowych w podłożu. Przenawożona sałata jest ciemnozielona, ale zamiast główek tworzy płaskie rozety okrągławych, twardych, skórzastych liści. Przy zasoleniu > 4 g NaCl /dm<sup>3</sup> podłoża, młode rośliny sałaty giną, starsze (w okresie wypełniania główek) wykazują szybko nasilające się objawy zamierania brzegów liści. Ze względu na budowę anatomiczną i delikatną konsystencję liści większość zaburzeń spowodowanych niedoborem lub nadmiarem składników pokarmowych objawia się w postaci nekroz na ich wierzchołkach.

### **Dokarmianie roślin**

W tradycyjnej uprawie sałaty, w gruncie nie stosuje się klasycznego dokarmiania roślin, za wyjątkiem incydentalnych sytuacji, drastycznego zahamowania wzrostu po sadzeniu oraz dolistnego stosowania preparatów wapniowych w okresie przed wiązaniem główki. Dolistne dostarczanie wapnia ma na celu zapobieganie jego niedoborom w brzegowych partiach liści, zwłaszcza okrywających główką i najmłodszych, wewnątrz niej. Zabieg jest

skuteczny pod warunkiem dokładnego pokrycia liści preparatem, ponieważ wapń wnika w głąb liści właściwie tylko w miejscu naniesienia. Nie jest transportowany „pod prąd” czyli przeciwnie do strumienia wody i soku komórkowego transportowanego od korzeni (inne składniki pokarmowe mają taką możliwość). Kilkukrotny oprysk (co 7-14 dni) umożliwia naniesienie wapnia na sukcesywnie przyrastającą powierzchnię liści. Po zamknięciu główki nie ma już jednak sposobu na dostarczenie go w ten sposób do wnętrza główki. Nie sprawdza się również późniejsze dokorzeniowe dostarczanie Ca ponieważ w większości nawozów jest on związany z azotem, co powoduje zarówno zwiększenie ilości N w liściach (nie zawsze równoznaczne z nadmiarem azotanów) jak i pewne ściemnienie ich barwy (nieakceptowane na rynku). Bezpieczne są pod tym względem tylko preparaty na bazie wyciągów organicznych np. z muszli.

Sałata dobrze reaguje na suplementację żywienia przy wykorzystaniu ulepszczy glebowych i stymulatorów wzrostu. Preparaty humusowe (wyciągi z leonardytyw, mielony węgiel brunatny wzbogacony wapniem), z glonów, z grejpfruta, a także zawierające pożyteczne bakterie azotowe i fosforowe (*Azotobacter vinelandii*, *Bacillus megaterium* var. *pfosphaticum*) wyraźnie sprzyjają intensyfikacji wzrostu i tworzeniu kompaktowych główek. Należy je stosować w fazie rozsady, przed, w trakcie, lub krótko po sadzeniu roślin, zgodnie z zaleceniami umieszczonymi na etykietach środków. Godne polecenia są także preparaty zawierające grzyby z rodzaju *Trichoderma*.

### Uprawa w gruncie szklarni lub tunelu

Sałata pobiera z gleby 60%-80% zawartego w warstwie ornej azotu, 10-30% P i mniej więcej tyle samo potasu. Na wytworzenie 1 kg masy potrzebuje około 130 g podstawowych składników. Jej wymagania co do zasobności wynoszą 700 g NPKMgCa/m<sup>2</sup>, a więc przy plonie 5 kg/m<sup>2</sup>, wykorzystuje zaledwie 20 % składników z czego większość stanowi azot. Pozostałe 80% pozostaje w glebie. Przy prawidłowo ułożonym zmianowaniu (np. sałata jako przedplon dla pomidorów) składniki te wykorzystywane są przez rośliny plonu głównego lub sałatę w kolejnych cyklach.

Sałata bardzo dobrze plonuje po oborniku. Można ją uprawiać nawet w pierwszym roku po jego przyoraniu. W bilansie składników należy wówczas uwzględnić 25 mg N i 90-140 mg K na 1 dm<sup>3</sup> pochodzące z obornika bydłęcego. Ze względu na minimalną ilość wnoszonego fosforu (1.5-5 mg P/dm<sup>3</sup>) można pominąć go przy obliczaniu dawki mineralnych nawozów fosforowych. Pod osłonami stosuje się też komposty roślinne w dawce podobnej jak obornik. Zależnie od składników kompostu, zawartość potasu i fosforu może się znacznie różnić. Przygotowywane samodzielnie komposty z kory i trocin drzew iglastych wymagają wzbogacenia w azot (3-5 g N/m<sup>3</sup>), przez zastosowanie mocznika, gnojówki lub gnojowicy i leżakowania przez kilka miesięcy. Komposty takie zakwaszają podłoże, więc około dwa tygodnie przed uprawą należy ustalić dawkę nawozu wapniowego, oraz ilość pozostałych składników jakie trzeba uzupełnić. Nie można układać obornika czy kompostu w rowkach, przykrywanych ziemią, na których potem sadi się rośliny ponieważ może doprowadzić do „przypalenia” korzeni sałaty.

Torf niski może także spełniać rolę nawozu organicznego, w ilości stanowiącej ok. 20 % warstwy ornej. Jego odczyn jest zbliżony do obojętnego, ale może mieć bardzo zróżnicowany skład chemiczny.

Zawsze trzeba pamiętać, o dokładnym i niezbyt głębokim (15-20 cm) wymieszaniu nawozów z glebą. Wtedy dopiero materia organiczna poprawia właściwości fizyczne gleby, głównie strukturę oraz pojemność wodną i powietrzną. Nawozy organiczne stosuje się tylko przed pierwszym cyklem sałaty w sezonie.

W uprawach gruntowych, przedwegetacyjnie zastosowany cyjanamid wapnia (nawóz Perlka) dostarcza azot i łatwo przyswajalny wapń. należy go stosować tylko przed pierwszym cyklem sałaty w dawce 300 kg/ha, ponieważ większe wpływają toksycznie na sałatę.

Analiza gleby jest wskazana przed każdym cyklem sałaty, a konieczna po zastosowaniu nawozów organicznych i Perlki. Zasobność gleby przed sadzeniem sałaty zawsze powinna wynosić (w 1 dm<sup>3</sup>): od 120–150 mg N (X-III) do 150-200 mg N (III-X), 200-300 mg P, 300- 350 mg K, 100-120 mg Mg, 1800 – 2500 mg Ca. Analiza gleby wykaże czy i ile poszczególnych składników musimy uzupełnić. Najlepszą formą nawozową azotu dla upraw wczesnowiosennych jest mocznik, saletra amonowa i siarczan amonu, które zmniejszają ryzyko kumulacji azotanów w warunkach niedostatecznej intensywności światła, lub przy krótkim cyklu uprawy. Można dzięki nim również obniżyć odczyn gleby. Zastosowanie ich w warunkach drastycznie obniżonego natężenia światła może jednak skutkować toksycznością dla roślin. Zalecane jest natomiast stosowanie nawozu mikroelementowego z molibdenem (Mo) co z kolei wpływa na obniżenie zdolności gromadzenia NO<sup>3-</sup> w liściach sałaty.

Do kompleksowego przygotowania podłoża coraz częściej stosowane są mieszanki nawozowe oraz nawozy wieloskładnikowe, które zapobiegają jednostronnemu przenawożeniu, nie powodują zasolenia a ich składniki w mniejszym stopniu są wymywane z warstwy ornej. Jednak stosowanie ich stale w tej samej dawce, przed każdym cyklem sałaty jest nieefektywne, gdy nie wiemy jaki jest rzeczywisty ubytek składników z podłoża.

Obliczając dawki nawozów należy uwzględnić, że 1 mg składnika w 1 dm<sup>3</sup> podłoża, przy 20 cm warstwie ornej oznacza 2 kg tego składnika na hektar.

Gruntowej sałaty pod osłonami nie nawozi się pogłównie. Jedynym wyjątkiem jest dokarmianie wapniem, które zmniejsza ryzyko porażenia przez antraknozę. Nie jest to jednak zabieg całkowicie skuteczny jako uzupełnienie niedoboru Ca w liściach, ponieważ pierwiastek ten jest w znikomym stopniu pobierany i transportowany w dół rośliny. Zwiększenie skuteczności zabiegu uzyskuje się tylko przy dokładnym pokryciu liści roztworem nawozu lub stymulatora wzrostu w zalecanych przez producentów dawkach (mrówczan wapnia, roztwory wapnia organicznego, chlorek wapnia, saletra wapniowa). Zabiegi można wykonywać od sadzenia do momentu zamknięcia główki.

### **Uprawy w pojemnikach**

Sałata nadaje się do uprawy w pojemnikach wypełnionych próchnicznym podłożem, (najlepiej substratem torfowym) o dużej chłonności i retencji wody, o pH 5.5-6.5, z prawidłowo zbilansowanymi składnikami pokarmowymi. W pojemnikach jest mniejsze zużycie nawozów a wykorzystanie składników mineralnych lepsze niż w uprawie gruntowej. Nawozy można wyeliminować z pożywek około 7-14 dni przed zbiorami co sprzyja maksymalnemu wykorzystaniu nagromadzonych substancji i ogranicza kumulację azotanów. Główki zawierają nawet do 10 razy mniej azotanów niż uprawiane w tym samym czasie w gruncie (4000 mg NO<sub>3</sub>/kg), a ich wielkość i jakość nie odbiega od roślin z upraw



tradycyjnych. Rośliny praktycznie nie mają styczności z podłożem a więc mniejsze jest zagrożenie patogenami odglebowymi. Pojemniki można dowolnie przestawiać, regulując zagęszczenie w miarę wzrostu roślin lub wystawiać je poza osłony, jeśli zachodzi konieczność opróżnienia miejsca w szklarni czy tunelu. W przypadku fertygacji stosuje się bezchlorkową pożywkę o jak najmniejszej zawartości amonowej formy azotu, pH ok. 6, EC=1.5-1.8 mS cm<sup>-1</sup> i składzie: 120 mg N, 30-50 mg P, 250-300 mg K, 30-60 mg Mg, 200 mg Ca w 1000 dm<sup>3</sup> roztworu roboczego.

Rośliny można sadzić w dużych płaskich kontenerach (15 cm głębokości) lub w doniczkach o pojemności 1.5 dm<sup>3</sup> wypełnionych substratem torfowym o zasobności odpowiedniej dla sałaty (w ciągu uprawy będzie tylko nawadniana) lub substratem o niskiej zasobności wymagającym fertygacji podczas wzrostu roślin. Doniczki ustawia się w rozstawie 25 x 25 –30 cm, na macie podsiąkowej (lepsze utrzymywanie wilgotności) i nawadnia poprzez system kropłowy z przewodami doprowadzonymi do każdej doniczki. Dzienna dawka wody dla rośliny wynosi wiosną 200 cm<sup>3</sup>, a jesienią 150 cm<sup>3</sup>.

Wszystkie zalety upraw pojemnikowych, przy jednocześnie niskim nakładzie kosztów, ma metoda polegająca na sadzeniu rozsady w workach wypełnionych substratem organicznym. Może to być podłoże świeże lub pozostałe po uprawie np. ogórka. Coraz częściej można kupić gotowe worki z podłożem przystosowanym do bezpośredniej uprawy warzyw z substratem z torfu wysokiego, odkwaszonego dolomitem lub kredą do pH ok. 6, o zawartości 1,5 kg nawozu (o procentowej zawartości NPK np. 12–14–24) w 1 m<sup>3</sup>. Liczba sałat sadzonych na worku zależy od jego wielkości. Należy zachować zagęszczenie zgodne z zaleceniami dla danego okresu uprawy i odmiany sałaty. Worki można układać bezpośrednio na powierzchni gruntu lub na stołach na folii zabezpieczającej przed przedostawaniem się wód drenarskich do gleby. Nawożenie wprowadza się dopiero w okresie zwijania główek stosując roztwory nawozów, takie jak do uprawy w doniczkach, wykorzystując nawozy z małą zawartością amonowej formy azotu. Do fazy zwijania główek wodę podaje się w ilości 100-200 cm<sup>3</sup>/ roślinę np. 4 razy dziennie przez 4 min. Później, zwiększenie dawki do 200-300 cm<sup>3</sup> uzyskuje się przez wydłużenie czasu podawania. Przed końcem uprawy (3-5 dni w lecie, 10-14 dni zimą) należy wyeliminować z pożywki nawozy i podlewać samą wodą, nie dopuszczając do przesuszenia substratu.

Również na podłożach po wiosennej uprawie ogórka (baloty słomy, drobna i gruba siewka ze słomy, mieszanka drobnej siewki z korą lub substrat torfowy w workach) można uprawiać sałatę w trzech kolejnych cyklach, poczynając od lata (bezpośrednio po zakończeniu uprawy ogórka). Jeśli na worku rosły dwa ogórki a posadzono 6 sałat, każda kapilara musi nawodnić trzy rośliny, dlatego trzeba zwiększyć jednostkowy wydatek wody o 30-50%. Zasady upraw są takie jak na workach ze świeżym substratem, konieczna jest jednak wstępna analiza podłoża w celu przygotowania prawidłowego programu nawożenia. Jeśli zawartość podstawowych składników jest optymalna dla sałaty, przed ustawieniem roślin podłoże nasącza się tylko wodą. W kolejnym cyklu na tych samych podłożach (sadzenie około połowy września) zmniejsza się dawki wody. Na tych samych podłożach można sałatę uprawiać zimą w obiekcie ogrzewanym.

## Uprawa na wełnie mineralnej i w kokosie

W szklarniach z dolnym systemem ogrzewania do produkcji sałaty można wykorzystać wełnę mineralną, kokos, maty torfowe czy z węgla brunatnego ułożone na ściółce z folii kiszonkowej (biało-czarna). Te same maty są użytkowane w 4-5 cyklach w roku, także jako podłoże po uprawie pomidora czy ogórka. Ze względu na to, że sałata nie jest porażana przez choroby powodujące więdnienie, nie ma potrzeby odkażania takiego podłoża. Nie ma też konieczności różnicowania wilgotności podłoża między dniem a nocą, wręcz przeciwnie - wyrównana wilgotność sprzyja wzrostowi wegetatywnemu.

Rozsadę w paluszkach lub kostkach wysiewnych (AO blok) wciska się w nacięcia w macie, rośliny w kostkach rozsadowych, ewentualnie pierścieniach z substratem torfowym ustawia się na płytach, w liczbie zależnej od okresu uprawy i szerokości płyty:

- płyta 20 cm – 6 do 8 sztuk w dwóch rzędach, naprzemianlegle
- płyta 15 cm – 5 sztuk w jednym rzędzie (późna wiosna, lato)
- 6 sztuk w dwóch rzędach, naprzemianlegle (jesień – wczesna wiosna)

Nowe płyty wełny przeznacza się do uprawy całorocznej czyli do 5-7 cykli uprawowych. Płyty układa się w rzędach co 20-25 cm. Po raz pierwszy używane, muszą być najpierw zakwaszone do pH 5.7-6 (tak samo jak paluszki, AO bloki i kostki rozsadowe), a następnie nasączone pożywką. Po zakończeniu każdego cyklu uprawy, płyty muszą być przepłukane, a ostatni wyciąg z płyt poddany analizie. Przesuszone płyty, bez zakwaszania nasącza się świeżą pożywką (3-5 dm<sup>3</sup> na płytę) o składzie zmodyfikowanym zgodnie z wynikami analizy, a dalej postępuje się tak jak przy pierwszym cyklu. Okres podawania pożywki o ustalonym EC i odpowiednim składzie jest uzależniony od okresu uprawnego i związany z intensywnością promieniowania. EC pożywki powinno zmieniać się w następujący sposób:

po sadzeniu	1,7 mS/cm
po ukorzeniu	2,1-2,3 mS/cm
od zwijania do wypełniania główek	stopniowy spadek do 1,5 mS/cm
14 dni przed zbiorem	ok. 1 mS/cm (bez nawozów za wyjątkiem saletry wapń)
7 dni przed zbiorem	0,5-0,7 mS/cm (na ogół sama woda)

Przy nadmiernym wzroście EC płyty przemywa się wodą, a przez kilka następnych dni rośliny nawozi się roztworem o stężeniu zmniejszonym o 50-70%, powoli podnosząc je do zalecanego poziomu. Roztwór pożywki powinien być dawkowany przynajmniej 3 razy dziennie. W okresie wiosenno-letnim dzienna dawka pożywki dla 1 rośliny wynosi 150-300 dm<sup>3</sup>, a jesienią i zimą 50-100 dm<sup>3</sup>.

Do uprawy w matach (wełna mineralna, kokos, torf) konieczne jest opracowanie pożywek o składzie zależnym od składu wody, okresu uprawy, fazy rozwojowej. Wyeliminowanie N z pożywki na kilka przed zbiorami zmniejsza poziom azotanów o 30-50% w stosunku do upraw gruntowych. Przykłady pożywek do uprawy na wełnie mineralnej podano w tabeli 1.

Sałatę można sadzić też na płytach pozostałych po zakończeniu uprawy pomidora czy ogórka. Płyty przygotowuje się tak jak w przypadku kolejnych cykli sałaty uprawianej po sobie. Każdy pozostawiony po pomidorach emiter obsługuje ok. 1.7-2,7 rośliny. Wypływająca z niego ilość wody powinna wynosić około 1,2-1,5 dm<sup>3</sup> dziennie aby utrzymać płytę w wilgotności 75 - 85 % p.p.w.

Ponieważ zagęszczenie płyt po pomidorze lub ogórku jest zbyt małe dla uprawy sałaty, w celu efektywnego wykorzystania powierzchni, między rzędami płyt układa się dodatkowe maty lub ustawia się rozsądę wyprodukowaną w dużych „pomidorowych” kostkach. Roztwór z przelewów, podsiąkowo nawadnia kostki. Trzeba jednak dość często mierzyć EC i pH tej cieczy i korygować jej skład.

Tab. 1 Przykładowy skład pożywki do uprawy sałaty na wełnie mineralnej

Składnik	Zawartość składników (w mg/dm <sup>3</sup> pożywki)			
	EC = 1,7 mS/cm		EC = 2,1 mS/cm	
<b>N-NO<sub>3</sub></b>	120	215 <sup>1</sup>	180	200
<b>P</b>	25	32	39	60
<b>K</b>	115	215	240	300
<b>Mg</b>	15	40	52	50
<b>Ca</b>	95	250	190	170
<b>HNO<sub>3</sub></b>	4 cm <sup>3</sup>	6 cm <sup>3</sup>	6 cm <sup>3</sup>	6 cm <sup>3</sup>

### Inne sposoby uprawy

Sałata może być uprawiana w dowolnej technologii. Decyzja zależy w dużej mierze od możliwości technicznych obiektu.

Dość prostym i mało wymagającym sposobem uprawy jest metoda kontenerowatacowa. Pojemniki o perforowanym dnie (tace) o wymiarach około 30 x 30 x 20 cm, wypełniana się podłożem o dużej zdolności podsiąkania (w ten sposób odbywa się nawadnianie) np. substratem torfowym, wełną mineralną i ustawia w rynnach (kontenerach) napełnianych pożywką. Do poszczególnych rynien, pożywka (EC=1.8-2.1 mS cm<sup>-1</sup>) jest doprowadzana ze zbiornika z zaworem pływakowym. Tace o płaskim dnie muszą być zanurzone w pożywce nie głębiej niż na 3 cm, zanurzenie tac profilowanych zależy od ukształtowania dna. Wielkość i jakość główek sałaty nie odbiega od uzyskanych metodą tradycyjną (ponad 200 g), mniejsze jest zużycie wody i nawozów oraz 4 krotnie niższa zawartość azotanów (wiosną ok. 700 mg NO<sub>3</sub>·kg<sup>-1</sup> św. m) niż w uprawie w gruncie.

Nieporównywalnie bardziej zaawansowaną technologią jest system przepływowy (NFT). Rozsądę produkuje się w małych (ok. 150 cm<sup>3</sup>), ażurowych pojemnikach (np. doniczki PE z dolną, ażurową częścią lub w specjalnych, siatkowych koszyczkach z biodegradowalnych polimerów z substratem torfowym/torfowo-kokosowym). Rozsada powinna być ustawiona na litej powierzchni, aby przyspieszyć przerastanie korzeni poza dno pojemnika. Gdy osiągną długość ok. 1-1,5 cm, pojemniki umieszcza się w otworach, specjalnych, zamkniętych rynien. Korzenie wyrastające poza pojemnikiem ustawicznie opływa cienka warstwa pożywki (0,3-0,8 cm). Pożywka koniecznie musi być napowietrzana, kontrolowana pod względem stężenia (EC ok. 1,4-2,3 mS/cm), składu, odczynu (pH 6-6,5) i temperatury (18 °C-22 °C). Rynny są przesuwne, dlatego można zwiększać między nimi odstęp, w miarę wzrostu roślin aby zapewnić im optymalny dostęp światła (również podczas doświetlania). Jego niedobór, zbyt wysoka lub za niska temperatura pożywki oraz wilgotność powietrza > 80 % sprzyjają porażeniom bakteryjnym korzeni. W odróżnieniu od innych systemów uprawy, w NFT temperatura powietrza powinna być niższa od temperatury pożywki; nadal obowiązuje zakres

14-18 °C. Tylko w odpowiednich warunkach klimatycznych pobieranie składników pokarmowych i kompaktowy wzrost sałaty będzie możliwy.

Największych inwestycji wymaga uprawa pływająca tzw. sucha hydroponika. Baseny napełnione są napowietrzaną, pożywką. Na jej powierzchni pływają lekkie (np. styropianowe) tace z otworami, w których umieszcza się pojemniki z rozsadą. Tace z roślinami mogą przemieszczać się w kolejne strefy szklarni, o parametrach zmieniających się zgodnie z wymaganiami roślin. Tace z sałatą można też przenosić do innych basenów.

### **Zaburzenia fizjologiczne**

Z żywieniem roślin nierozdzielnie związany jest problem zaburzeń fizjologicznych (chorób nieinfekcyjnych), które najczęściej wynikają nie tyle z niedoboru składników w podłożu, co z niemożności ich pobrania lub wadliwej translokacji w roślinie.

W uprawach gruntowych przyczyna bywa przede wszystkim ogólnie wysokie zasoleniem, zbyt ciężka gleba, z nadmiernym poborem N (przerost blaszki liściowej), niedoborem Ca w roślinie w nieodpowiednich warunkach klimatycznych (tipburn) oraz przechłodzeniem główek (szklistość liści). Uszkodzenia liści występują również na skutek oparzeń słonecznych, oparzeliny wodnej i przemrożenia liści.

**Susza fizjologiczna** – rozetowaty (różowaty) pokrój roślin, brak zawiązanej główki, niebiesko-zielone, małe, twarde i ząbkowane brzegi liści. Występuje przede wszystkim w uprawie na zbyt ciężkiej glebie i przy drastycznie za wysokich dawkach nawozów, które uszkodziły korzenie. Rośliny takie są całkowicie niehandlowe. W przypadku wczesnego zaobserwowania objawów należy napowietrzyć glebę i zastosować preparaty humusowe, podane w dużej dawce wody (0,5-1 litra wody na roślinę). Następnie podlewanie roślin powinno być umiarkowane, aby nie zalać zniszczonych korzeni. Na lekkich glebach jednorazowe dawki wody można zwiększyć. Nieprawidłowo ukształtowane liście nie odzyskują wyglądu i jakości ale po kilkunastu dniach mogą wyrosnąć nowe i zdrowe. Bardzo wydłuża to jednak okres uprawy. Może pomóc dolistne dokarmianie nawozem z azotem albo stymulatorem glonowym, ale jednocześnie będzie utrzymywać się dość ciemna barwa liści i może zwiększyć się w nich poziom azotanów.

**Brazowanie brzegów liści związających główkę (tipburn)** – niedobór wapnia w roślinie występuje najczęściej w nieodpowiednich warunkach klimatycznych (rzadko, ze względu na niedobór wapnia w podłożu). Przyczyną objawów jest słaby transport wapnia do tkanek położonych najdalej od głównych wiązek przewodzących, osłabienie konstrukcji komórek i ich mechaniczne rozpad.

- tipburn na brzegach starszych liści tzw. suchy tipburn (dry tipburn), w okresie suszy przed zawiązaniem główek
- tipburn na liściach zewnętrznych okrywających główkę tzw. przypalenie (tipburn brzegowy, brand tipburn) – w warunkach wysokich temperatur i intensywnego promieniowania, gdy przyrosty liści są szybkie, a transpiracja intensywna pojawiają się brązowe plamy, o konsystencji od suchej do gnijącej, zależnie od warunków wilgotności po ujawnieniu objawów. Często można je pomylić ze zwykłym oparzeniem słonecznym, ale przy nim plamy mają kolor szaro-zielony, szybko bieleją i zasychają.
- tipburn wewnątrz główki (tipburn naczyniowy, veinal tipburn) – słaba konstrukcja tkanek najmłodszych liści wewnątrz główki rozpada się pod wpływem zgromadzonej między nimi

wody, która nie może być wytranspirowana, jeśli na zewnątrz panuje wysoka lub gwałtownie wahająca się wilgotność powietrza. Dzieje się tak, w niewietrzonych obiektach uprawnych, w wilgotne lata lub przy deszczowaniu upraw.

W momencie zauważenia objawów na przeciwdziałanie jest już na ogół za późno. Pod osłonami podstawowym warunkiem jest uregulowanie warunków wilgotnościowych – wilgotność podłoża 70-75% połowej pojemności wodnej a powietrza 60-75% (przy wilgotności >80% na plamach tipburn rozwija się szara pleśń i zgnilizna twardzikowa).

Pobieranie wapnia zwiększają preparaty humusowe, zwiększające sprawność gleby i systemu korzeniowego, oraz nawóz Perlka. Rośliny można zabezpieczać przed utratą wody stosując antytranspiranty np. 1% VaporGard opryskując rośliny około 7 dni po ukorzeniu i ostatecznym zamknięciu główki (około 3 tygodnie po sadzeniu). Profilaktycznie można dokarmiać dolistnie nawozami zawierającymi wapń. Stosuje się saletrę wapniową w stężeniu od 0,5% (saletry o składzie: 19,5% Ca + 15,5% N) do 1% (saletry płynne o niższej zawartości N i Ca). Polecany jest chlorek wapnia (0,5%), organiczne nawozy z muszli i różne nawozy aktywizujące np. z mrówczanem wapnia. Wapń jest jednak bardzo słabo pobierany przez liście, dlatego jego skuteczność jest tym większa i bardziej dokładne jest pokrycie liści cieczą, dlatego rośliny opryskuje się od ukorzenia (3-5 dni po sadzeniu) do zawiązania główki. Skuteczniejsze są preparaty wytworzone w tzw. technologii CaT, ponieważ ich działanie jest związane z systemem hormonalnym roślin.

**Przerost blaszki liściowej** (tzw. uszy słonia) jest objawem nadmiaru azotu. Pierwsze liście tworzące główkę rozrastają się nadmiernie. Ich powierzchnia jest często pęcherzykowata, a brzeg wywinięty. Młodsze liście wyrastają słabo, dlatego główka nie zawiązuje się wcale lub składa się tylko z kilku liści i pozostaje otwarta. Takie rośliny rzadko mają wartość handlową, ponieważ nie osiągają odpowiedniej masy. Nadmierny pobór azotu występuje przy zbyt wysokiej wilgotności podłoża (>80 % p.p.w.) zasobnego w azot. Przenawożeniu azotem rzadko towarzyszy ściemnienie barwy, zwłaszcza jeśli intensywność światła jest niska (od jesieni do wczesnej wiosny), a temperatura wyższa od optymalnej.

**Ciemna barwa liści** u prawidłowo zwiniętej główki nie jest objawem nadmiaru azotu, a najczęściej cechą genetyczną. Niektóre odmiany mają po prostu większą zdolność syntezy chlorofilu, nawet w warunkach niskiej intensywności światła. Lepiej, więc nadają się do uprawy zimowej (na ogół są również bardziej odporne na mączniaka rzekomego).

**Żółknięcie, różowienie** (u odmian czerwonolistnych) dolnych liści – niedobór azotu na skutek jego niedoboru w podłożu lub zniszczenia korzeni

**Zahamowanie wzrostu** jest związane z niedoborem składników w podłożu lub niemożnością ich pobrania przez korzeń zniszczony lub niedotleniony (za wysokie zasolenie, zbyt zwarte podłoże, za ciepła lub nienapowietrzona pożywka w hydroponice). W przypadku niedoboru składników rozety są zwykle jasne, w razie uszkodzenia korzeni główki mają rozetowaty pokrój, a liście ciemnozielone, twarde i gorzkie.

**Nekrozy na brzegach starszych liści** są objawem niedoboru potasu. Pojawiają się najczęściej w warunkach jego niedoboru w podłożu.

**Wydłużanie międzywęzli i rozluźnianie główki** następuje przy nadmiernym zagęszczeniu roślin, w okresie bardzo niskiej intensywności światła lub przy długości dnia >14 godzin. A sprzyjają temu wysokie temperatury (>18 °C) i wysoka wilgotność powietrza.

Słabe warunki świetlne (również zbyt duże zagęszczenie roślin) wpływają na spowolnienie przetwarzania substancji chemicznych w roślinie, zwłaszcza azotanów na aminokwasy i białka. Słaba intensywność fotosyntezy wpływa na ograniczenie syntezy chlorofilu. W takich warunkach główki sałaty mogą zawierać znaczne ilości azotanów, mimo bardzo jasnej barwy liści. Zmniejszenie kumulacji azotanów występuje przy nawożeniu amonową lub amidową formą azotu oraz stosowaniu humusowych ulepszczy glebowych. Zgodnie z obecnie obowiązującym Rozporządzeniem Komisji (UE) nr 1258/2011 z dnia 2 grudnia 2011 r., poziom zawartości azotanów w sałacie masłowej i liściowej spod osłon nie może przekroczyć 5000 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg św. m. (od 1.X do 31.III) i 4000 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg św. m. (od 1.IV do 30. IX.). Dla sałaty kruchej, która niekiedy, wiosną jest uprawiana w tunelach, ilość azotanów nie powinna być wyższa niż 2000 mg NO<sub>3</sub>/kg św. m, a nieprzekraczalny poziom to 2500 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/kg św. m.

Ograniczenie kumulacji azotanów w sałacie można osiągnąć przez stosowanie:

- metod uprawy pozwalających na sterowanie nawożeniem (uprawy w substratach),
- zwiększenie ilości światła docierającego do roślin (doświetlanie komplementarne, ściółkowanie białą folią, zmniejszenie zagęszczenia roślin),
- intensyfikacja procesów życiowych (dokarmianie CO<sub>2</sub>, stosowanie stymulantów wzrostu),
- nawozów organicznych, humusowych „ulepszczy” glebowych oraz nawozów o spowolnionym działaniu (np. z inhibitorem nityfikacji),
- tylko przedwegetacyjnego nawożenia azotem, zwłaszcza amonowym lub mocznikowym,
- odpowiednio wysokiego nawożenia fosforowo-potasowego, z udziałem molibdenu,
- prawidłowego doboru odmian.

### **Azotany, a sprawa zdrowia....**

Medialna nagonka na rzekomo przenawożone nowalijki nieco osłabła, ale jeszcze straszy się zgubnymi dla zdrowia skutkami jedzenia wczesnych warzyw liściowych, oskarżanych o obecność „zabójczych” azotanów i azotynów. I to pomimo potwierdzonych, światowych i krajowych doniesień naukowych świadczących, że sytuacja nie jest tak oczywista, ale też nie tak tragiczna jak przedstawiają media.

Po pierwsze, azot jest roślinom konieczny do życia, jak każdy składnik pokarmowy. Stymuluje produkcję masy, jest niezbędny do fotosyntezy i prowadzi do wytworzenia białek i aminokwasów (dlatego niemożliwe jest wyeliminowanie tych związków z rośliny).

Po drugie niemożliwe jest przenawożenie azotowe a jednocześnie uzyskanie plonu o dobrej jakości handlowej, na czym najbardziej zależy ogrodnikom.

Po trzecie, na poziom azotanów wpływa przede wszystkim światło, wilgotność i temperatura,

Po czwarte, ewentualne zagrożenie stanowią nie azotany a azotyny, które mogą pojawić się w gnijących, zabrudzonych ziemią liściach, niezależnie od poziomu azotanów przed zbiorem. Oczywiście, w takich warunkach im więcej azotanów przed zbiorem, tym więcej azotynów może być w nich w trakcie nieodpowiedniego przechowywania (azotynowa forma azotu nie jest pobierana przez rośliny). Ich negatywny efekt może ujawniać się szczególnie w organizmach niedotlenionych. W świeżej sałacie, nawet gdy ilość azotanów przekracza normę, nie stwierdza się obecności azotynów.

Wiosenna, 200-gramowa główka sałaty ma prawo zawierać maksymalnie ok. 800 mg  $\text{NO}_3^-$  (przy założeniu maksymalnego, dopuszczalnego poziomu 4000 mg  $\text{NO}_3^-$  /kg św.m w okresie X-III). Rzadko, sami zjadamy od razu całą główkę, i na pewno nie codziennie. Przeciętna, europejska dzienna porcja sałaty to 80 g, a w Polsce szacuje się znacznie mniejsze spożycie warzyw liściowych. A przy tym 90% azotanów jest przez zdrowy, dorosły organizm wydalana wraz z moczem. Zdrowe nerki „przerabiają” azotyny na inne produkty azotowe niezbędne dla naszego organizmu. Słabiej przetwarza azotany i azotyny organizm dzieci <3 m-cy, osób starszych niż 65-70 lat i z zaburzeniami trawienno-wydalniczymi i pracy nerek.

W 1 litrze wody pitnej norma unijna dopuszcza 50 mg  $\text{NO}_3^-$ , ale dla niemowląt < 3 miesiąca już 44 mg  $\text{NO}_3^-$  w litrze wody może być zabójcze zamieniając hemoglobinę w methemoglobinę powodującą niedotlenienie krwi (tzw. zespół niebieskiego dziecka). Europejski Urząd ds. Bezpieczeństwa Żywności (European Food Safety Authority) określił dzienną, bezpieczną dawkę azotanów (ADI, Acceptable Daily Intake), wynosząca 3,7 mg  $\text{NO}_3^-$  (tj. 5mg  $\text{NaNO}_3$ ) na kilogram masy ciała, czyli np. 260 mg  $\text{NO}_3^-$  (350 mg  $\text{NaNO}_3$ ) przy wadze 70 kg.

Azotany znajdują się w prawie każdej żywności, w pieczywie, wędlinach i wielu przetworzonych produktach. Przy takiej kumulacji nie powinno być już miejsca na żadne warzywa, zwłaszcza zielone, które tak bardzo są przecież zalecane przez dietetyków. I chociaż niepokojące jest, że 15% dorosłych i 40% dzieci spożywa więcej azotanów niż powinno, to nie wykazano w badaniach medycznych by ten składnik, samodzielnie stanowił dla nich istotne zagrożenie.

Na koniec coś czego większość osób nawet się nie domyśla – **DZIĘKI AZOTANOM ŻYJEMY!** Jeszcze niedawno uważano, że absolutnie niezbędny dla naszego organizmu azot, a właściwie tlenek azotu (NO) pochodzi tylko z wewnętrznego metabolizmu enzymu L-argininy. Wysoka efektywność tego procesu poprawia kondycję naczyń krwionośnych i zmniejsza ryzyko miażdżycy. Obecnie wiadomo jednak, że istnieje jeszcze inna, dodatkowa ścieżka wytwarzania NO w naszym organizmie poprzez redukcję azotanów ( $\text{NO}_3^-$ ) „spożywanych” w pokarmach do azotynów ( $\text{NO}_2^-$ ), a tych do tlenku azotu (NO).

Azotany w pożywieniu wykazują pozytywne działanie naczyniowe za pośrednictwem szlaku azotan-azotyn-tlenek azotu i leżą u podstaw widocznych korzystnych skutków diet bogatych w warzywa, takich jak dieta śródziemnomorska i japońska. Szczegółowe badania są liczne ale jednak długotrwałe i bardzo rozbudowane. Ciągłe brakuje ostatecznych raportów na temat dawek i stężeń korzystnych w odniesieniu do poszczególnych schorzeń. Wszystkie jednak jednoznacznie stwierdzają, że dla ponad 90 % populacji ludzkiej **AZOTANY W DIECIE SĄ KORZYSTNE.** Poniższe informacje zostały opracowane na podstawie artykułu S. Liddera i A.J. Webba “Vascular effects of dietary nitrate (as found in green leafy

vegetables and beetroot) via the nitrate-nitrite-nitric oxide pathway” opublikowanego w British Journal of Clinical Pharmacology, w 2013 roku (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3575935/>) oraz innych publikacji naukowych.

Zwiększenie poziomu azotanów/azotynów w organizmie ogranicza wady śródbłonna naczyń u osób z podwyższonym poziomem „złego cholesterolu” i zapalenia mikronaczyniowe; wpływa na uelastycznienie dużych tętnic i obniżenie zbyt szybkiego tętna; zmniejsza też poziom niektórych zapalnych cytokin np. TNF $\alpha$ , IL-1 $\beta$  charakterystycznych m.in. dla wirusa SARS-CoV-2. Azotany korzystnie wpływają też na tkanki uszkodzone przez przekrwienie w następstwie okresowego niedokrwienia (np. w sercu, mózgu, wątrobie, kończynach). Dostępność azotanów z pożywienia spowalnia i zmniejsza straty energii podczas wysiłku fizycznego i wpływa na lepsze dotlenienie mózgu, dzięki „zaoszczędzeniu” tlenu wykorzystywanego dotychczas do metabolizmu L-argininy. Azotany w diecie mogą potencjalnie wzmacniać funkcje wykonawcze i zwalczać osłabienie funkcji poznawczych.

Redukcję azotanów do azotynów wykonują pewne bakterie zamieszkujące...nasz język! – szczególnie jego tylną część. Pokarm połknięty wraz ze śliną przenosi azotany do żołądka, a następnie do śluzu jelitowego. 100-procentowa dostępność azotanów z sałaty jest osiągnięta po 1 godzinie. Azotyny „przenoszone” są do osocza krwi, gdzie w ciągu 1-3 godzin, w istotny sposób wpływają na obniżenie ciśnienia tętniczego. Azotyny są następnie endogennie zredukowane do NO, który ma znaczenie dla utrzymania kondycji naczyń wieńcowych. Badania wykazały, że spożycie już pół główki sałaty (ok. 120 g) wyraźnie hamowało niekorzystną agregację płytek krwi. Przemianom azotynów do NO w żołądku sprzyja witamina C i polifenole (a tych, sałata, zwłaszcza czerwonołistna zawiera sporo). W badaniach klinicznych, 30-dniowa suplementacja azotanem sodu w obecności ekstraktów z głogu i buraka oraz witaminy B12 i L-cytruliny powodowała obniżenie poziomu trójglicerydów u osób ze zwiększonych ich poziomem. W obecności soków trawiennych powstają także nitro-kwasy tłuszczowe o działaniu przeciwzapalnym oraz hamującym makrofagi.

Spożywanie warzyw bogatych w azotany (sałata i inne warzywa liściowe, burak ćwikłowy i liściowy) zwiększa ilość niezbędnych azotynów w osoczu krwi, co wpływa na obniżenie ciśnienia u „nadciśnieniowców”, nie wywołując z kolei niedociśnienia u osób z niskim ciśnieniem. Prawidłowe krążenie krwi w ściankach jelit zapobiega nadmiernej transformacji azotanów do azotynów i likwiduje ryzyko ich toksyczności.

W drugiej połowie ubiegłego wieku azotany były podejrzewane o działanie rakotórcze (powstawanie N-nitrozoamin), wykazane w badaniach na zwierzętach. Kolejne lata nie przyniosły jednak potwierdzenia zwiększonego ryzyka zachorowań, poza wyjątkowymi przypadkami związanymi z innymi chorobami np. powikłania po przewlekłej chorobie refluksowej lub bulimii (tzw. przetyk Barreta). W 2007 roku, drugi raport Światowego Funduszu Badań nad Rakiem stwierdził tendencję do zmniejszania niebezpieczeństwa raka żołądka i jajników przy diecie azotanowej i zalecił codzienne spożywanie 5 porcji owoców i warzyw nieskrobiowych, ze szczególnym uwzględnieniem warzyw liściowych w dawkach rekomendowanych (ADI): rukola - , szpinak, sałata, seler naciowy) oraz buraka (ćwikłowy, liściowy).



Niezależnie od składu i wielkości, żadna porcja warzyw raczej nam nie zaszkodzi, ale jeśli jednak boimy się azotanów to poniższa tabela pozwoli tak skomponować dzienną rację (w 5 porcjach) by na pewno nie przekroczyć zalecanego poziomu azotanów (a być może go zmniejszyć lub zwiększyć jeśli jest to uzasadnione zdrowotnie). Oryginalne dane odnoszące się do tzw. brytyjskiej porcji, czyli pełnej, dużej filiżanki tj. 80 g. przeliczono na konkretną masę produktu (w gramach) odpowiadającą zalecanej dziennej dawce azotanów wyrażonej w miligramach (mg) i międzynarodowych jednostkach medycznych NU (Nitrates unit). Patrząc na te dane, osoba o wadze 50 kg może zjeść dziennie 185 mg azotanów czyli np.: 30 g rukoli + 30 g rzodkiewki + 30 g zielonego grochu + 50 g papryki + 30 g pomidorów lub .....2,5 kg pomidorów. I pamiętajmy, że trzeba to podzielić na 5 porcji. Im więcej ważymy, tym na większe porcje możemy sobie pozwolić (to oczywiście nie może być powodem dla zwiększania masy ciała).

Masa ciała kg	Rekomendowana dzienna dawka azotanów		Przybliżona dzienna porcja wybranych gatunków świeżych warzyw, spełniająca wymóg ADI (g)											
	mg	NU*	rukola	szpinak	sałata, rzodkiewka	burak ćwikłowy, kapusta chińska	kapusta, groch zielony	por	cebula dymka	ogórek	marchew	papryka*	pomidor*	woda wodociągowa**
<b>50</b>	185	3.0	70	90	100	130	370	470	520	775	830	1600	2500	4700 =4,7 l
<b>60</b>	222	3.6	85	110	120	160	445	565	620	930	1000	1920	3000	5,6 l
<b>70</b>	259	4.2	100	130	140	180	520	660	730	1085	1160	2240	3500	6,6 l
<b>80</b>	296	4.8	115	145	160	210	600	750	830	1240	1330	2560	4000	7,5 l
<b>90</b>	333	5.4	130	160	180	235	670	850	940	1400	1500	2880	4500	8,5 l
<b>100</b>	370	6.0	140	180	200	260	420	940	1040	1550	1660	3200	5000	9,5

\*- NU (Nitrates Unit); 1 NU = 1 mmol azotanów = 62 mg, ADI = 3.7 mg/kg masy ciała

\*\* - woda mineralna zawiera 10x mniej azotanów, czyli jej dzienna dawka może być 10-krotnie większa niż wody wodociągowej

Dysponując odpowiednimi danymi (np. na stronach [www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov](http://www.pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)), w podobny sposób możemy obliczyć dawki innych biologicznie aktywnych składników np. witamin) i ustalić dietę w zależności od preferowanych składników odżywczych.