



Fundusze
Europejskie
Inteligentny Rozwój



Rzeczpospolita
Polska



Narodowe Centrum
Badań i Rozwoju

Unia Europejska
Europejski Fundusz
Rozwoju Regionalnego




BIOFORTYFIKACJA ROŚLIN UPRAWNYCH JAKO METODA WALKI Z DEFICYTEM SKŁADNIKÓW MINERALNYCH W DIECIE CZŁOWIEKA

Osińska Ewa, Gajewski Marek, Jakubowska Zuzanna, Rosłon Wiesława
Katedra Roślin Warzywnych i Leczniczych, INO, SGGW w Warszawie

- Człowiek do swojego prawidłowego rozwoju potrzebuje co najmniej 22 pierwiastków
- Mogą być one dostarczone przez stosowanie odpowiedniej diety
- Na całym świecie z powodu braku niezbędnych składników odżywczych cierpi około 2 miliardy ludzi
- Szacuje się, że ponad **60%** ludzi żyjących na świecie cierpi z powodu niedoboru żelaza (Fe), ponad **30%** – cynku (Zn), **30%** – jodu (I), **15%** – seleniu (Se)



- 
- W wielu krajach rozwiniętych i rozwijających się obserwuje się częste niedobory wapnia (Ca), magnezu (Mg) i miedzi (Cu) w diecie
 - Od kilkudziesięciu lat ogólnoswiatowa gospodarka żywnościowa stoi przed poważnym problemem dotyczącym niedostatecznej podaży składników mineralnych (Fe, Zn, Ca, Mg, Cu, Se i I)
 - Problem ten związany jest m. in. z niewystarczającym transferem z gleb do roślin ww. składników, a co za tym idzie ich włączenia do łańcucha pokarmowego



- Jedną z przyczyn niskiej zawartości składników mineralnych w roślinach jest ich niedobór w glebach, na których prowadzone są uprawy (niedobór wynika z wynoszenia pierwiastków z plonem roślin, niedostatecznego nawożenia, ograniczenia wprowadzania pierwiastków do środowiska ze źródeł przemysłowych)
- Pierwiastki obecne w glebach mogą też występować w formach trudno przyswajalnych, niedostępnych dla roślin
- Uprawa roślin dających wysokie plony również nie sprzyja gromadzeniu dużych ilości pierwiastków w biomacie (występuje tzw. „efekt rozcieńczenia”)

□ Światowa Organizacja Zdrowia, wraz z rządami poszczególnych krajów, prowadzą szeroko zakrojone programy ukierunkowane na walkę z deficytem składników mineralnych, który jest bezpośrednim powodem zaburzeń w funkcjonowaniu organizmu czy wręcz endemicznego występowania wielu jednostek chorobowych. Może on być także przyczyną powstawania zjawiska określanego mianem „utajonego głodu”.



- Zjawisko „ukrytego głodu” to problem, który dotyczy 28% ludzi na świecie, jednak w największym stopniu dotyka dzieci w wieku szkolnym
- Niedobór witamin oraz składników mineralnych powoduje osłabienie układu odpornościowego, czego efektem jest większa skłonność do zachorowań i infekcji, także niesprawność fizyczna, a nawet umysłowa
- Wśród powszechnie dostępnych metod uzupełnienia niedoboru mikroelementów w diecie wyróżnić można suplementację i biofortyfikację roślin będących pokarmem człowieka



Biofortyfikacja

Wzbogacanie roślin w konkretne pierwiastki

Spożywanie tak ulepszonej żywności ma na celu ograniczenie występowania chorób wywołanych niedoborami pierwiastków (ważne, aby składniki obecne były w pożywieniu w formach łatwo przyswajalnych)



Produkcja żywności wzbogaconej w pierwiastki o niedoborowej zawartości w diecie

Ulepszać można:



zboża (pszenica, ryż),
rzepak,
owoce,
warzywa (ziemniaki, marchew,
pomidory, sałatę),
zioła.

Przede wszystkim wprowadza się
pierwiastki:



jod (I),
selen (Se),
żelazo (Fe),
cynk (Zn), miedź (Cu), jod
(I)
magnez (Mg), jod (I)

- **Biofortyfikacja** jest doskonałym sposobem produkcji tzw. żywności funkcjonalnej, która ma za zadanie suplementować organizm człowieka w składniki mineralne
- Jest źródłem substancji aktywnych biologicznie, prozdrowotnych (lub wpływa na zmniejszenie się ilości substancji antyżywnościowych)
- Zapobiega chorobom oraz korzystanie wpływa na zdrowie, poprzez działanie przeciwzapalne lub wspomagające układ odpornościowy

- Rośliny wzbogacone w odpowiednie pierwiastki mogą być elementem diety społeczeństw krajów rozwiniętych, ale bardzo ważne jest również wykorzystywanie **biofortyfikacji** jako metody walki z tzw. głodem utajonym

Biofortyfikacja może odbywać się poprzez:

- nawożenie roślin,
- na drodze selektywnej hodowli roślin metodami konwencjonalnymi
- poprzez wytwarzanie roślin genetycznie zmodyfikowanych (w celu uzyskania takich, które będą zdolne do akumulacji zwiększonych ilości pierwiastków)



- Metoda **biofortyfikacji** na przestrzeni ostatnich lat jest uznawana za jedną z najszybszych, najtańszych i najbardziej naturalnych metod, które mogą poprawiać zasobność roślin w składniki mineralne
- Najbardziej rozpowszechnionymi metodami wzbogacania surowców w związki mineralne jest **dolistna aplikacja pierwiastków** oraz **nawożenie gleb**

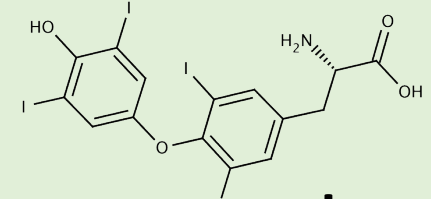


- Nawożenie roślin należy do tzw. metod fortyfikacji agronomicznej, agrotechnicznej
- Określając możliwości biofortyfikacji roślin na drodze nawożenia, bada się wpływ:
 - dawki pierwiastków,
 - formy chemicznej pierwiastków (np.: źródłem jodu może być jodek lub jodan potasu, źródłem selenu – selenian sodu),
 - sposobu aplikacji pierwiastków (doglebowy, dolistny; opracowuje się też metody biofortyfikacji w uprawach hydroponicznych)

- Ocenia się efekty działania pojedynczych pierwiastków i ich mieszanin (istnieje możliwość jednoczesnego wzbogacania roślin w kilka pierwiastków)
- **Biofortyfikacja** nie powinna prowadzić do obniżenia wielkości plonu roślin czy pogorszenia jego jakości (np.: zwiększenia zawartości azotanów, zaburzeń pobierania i akumulacji innych pierwiastków)
- Skuteczność **biofortyfikacji** zależy od gatunku i organu rośliny
(na przykład, przy stosowaniu takich samych dawek jodu, korzenie marchwi gromadzą znacznie mniejsze ilości jodu niż bulwy ziemniaka i liście sałaty)
- Wzbogacanie warzyw w składniki pokarmowe ma tę zaletę, że wiele warzyw spożywanych jest w postaci surowej, bez obróbki cieplnej mogącej prowadzić do obniżenia zawartości wprowadzanych składników

Biofortyfikacja roślin w jod

Jod jest niezbędny dla zdrowia i życia człowieka



- **Jako główny składnik bierze udział w syntezie hormonu tarczycy – tyroksyny, która jest niezwykle ważna w metabolizmie człowieka**
- **Jeśli w diecie brak jest jodu, uwidacznia się szereg zaburzeń fizjologicznych oraz metabolicznych, takich jak:**
 - wole endemiczne,
 - niedoczynność tarczycy, kretynizm czy nieprawidłowości w rozwoju płodu
- **Wszystkie te problemy zdrowotne określane są jako zaburzenia wynikające z niedoboru jodu i definiowane są jako IDD (Iodine Deficiency Disorders)**

- Zgodnie z przeprowadzonymi badaniami epidemiologicznymi na Świecie, **nie ma kraju, w którym by nie stwierdzono przypadków IDD**
- **Zapotrzebowanie na jod u ludzi zależy od wieku, płci i trybu życia.**
- **Minimalna dzienna dawka jodu dla dorosłego człowieka wynosi 50-70 μg , czyli 1 μg jodu na 1 kg masy ciała, a optymalne zapotrzebowanie to 150 μg**
- **Naturalnym, najbogatszym źródłem jodu są:**
 - **glony morskie (ok. 38.500 μg w przeliczeniu na masę średniej wielkości jaja kurzego (60 g), które zawiera zaledwie 21-29 μg jodu**
 - **ryby oraz owoce morza, które mogą zawierać nawet do 200 $\mu\text{g}/100$ g tkanki**

- ❑ Jod nie jest pierwiastkiem niezbędnym dla roślin, jednak okazuje się, że rośliny lądowe mogą pobierać jego znaczne ilości
- ❑ Najbogatsze w ten pierwiastek są rośliny aluwialnych gleb nad brzegami rzek oraz rosnące na glinach lub piaskach naniesionych przez wody.
- ❑ Owoce i warzywa są raczej ubogim źródłem jodu, chociaż warzywa liściowe (sałata, szpinak) mogą gromadzić nawet do 240 μg jodu w 100 g tkanki
- ❑ Rośliny z rodziny kapustowatych i traw zawierają tzw. substancje goitrogenne, wpływające ujemnie na funkcję gruczołu tarczycowego
- ❑ Dlatego szczególnie należy uważać na produkty spożywcze, które w swoim składzie zawierają substancje przyczyniające się do tworzenia wola endemicznego. Do nich należą m.in. soja, orzeszki ziemne, rzepa, rośliny kapustne (brukselka, kalafior) oraz gorczyca.
- ❑ Na szczególną uwagę zasługuje soja, która zawiera dwa izoflawony: genisteinę i daidzeinę, działające estrogenizująco u kobiet

Jod jest obecny w roślinach w formie łatwo przyswajalnej, o bardzo dużej biodostępności, osiągającej nawet 99%

- Obecnie w Polsce najbardziej powszechnym, najprostszym i zarazem najtańszym sposobem suplementacji jodu w diecie jest obowiązkowe jodowanie soli kuchennej
- Aktualnie obowiązuje rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 19 grudnia 2002 w sprawie substancji wzbogacających, dodawanych do żywności, i warunków ich stosowania (Dz. U. Nr 27, poz. 237), które opiera profilaktykę jodową wyłącznie na wzbogacaniu soli przeznaczonej do spożycia przez ludzi w jodek potasu (KI) lub jodan potasu (KIO₃) – tak, aby 100 g soli kuchennej zawierało 2,3 ($\pm 0,77$) mg jodu, co odpowiada 30 (± 10) mg jodku potasu lub 39 (± 13) mg jodanu potasu w 1 kg soli kuchennej

Sól tak, ale...

Jodowana sól to nie tylko korzyści

- ❑ Zbyt wysokie spożycie NaCl może pociągnąć za sobą rozwój chorób cywilizacyjnych, np. nadciśnienie tętnicze czy choroby serca.
- ❑ Dlatego, zgodnie z ostatnimi rekomendacjami Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), należy ograniczyć spożycie soli (NaCl) na poziomie populacyjnym z 10- 15 g dziennie na osobę, nawet o około 30-50%, czyli do 6-8 g.
- ❑ W konsekwencji pociągnie to za sobą również obniżenie spożycia jodu
- ❑ Poza tym nieorganiczny jod zawarty w soli kuchennej jest pierwiastkiem lotnym, trudno jest kontrolować jego straty w czasie składowania, transportu czy gotowania w wysokiej temperaturze



Biofortyfikacja (wzbogacanie) roślin w jod jest postulowana jako jedna z alternatywnych metod wprowadzenia jodu do łańcucha pokarmowego

Biofortyfikacja roślin w jod może dać surowce, będące potencjalnym źródłem przyswajalnego przez organizm jodu

- Jod znajdujący się w roślinach pochodzi z górnych warstw gleby, do której dociera podczas opadów atmosferycznych
- Jego zawartość w roślinach to w przybliżeniu 1 mg/kg suchej masy, jednak zależy od wielu czynników, m.in.: zdolności roślin do jego absorpcji, zastosowanych nawozów (głównie azotowych) oraz zawartości innych pierwiastków

- Najskuteczniejszą **biofortyfikację** u warzyw liściowych zaobserwowano w przypadku sałaty. Zastosowanie KIO₃ w znaczący sposób spowodowało wzrost zawartości jodu

- Do najczęściej wzbogacanych roślin należą warzywa liściowe, gdyż liście są głównym akceptorem tego pierwiastka w roślinie. Wzbogacanie surowców w mikroskładniki wpływa nie tylko na zawartość konkretnego składnika w roślinie, ale także na inne wartości, takie jak: zawartość cukrów, suchej masy, wolnych aminokwasów, kwasu askorbinowego i innych

□ Niezalecane jest stosowanie zbyt wysokich dawek jodu w nawozach gdyż przekroczenie dopuszczalnych stężeń może mieć charakter toksyczny i powodować choroby roślin, prowadzić do redukcji ich biomasy, a w efekcie może nawet spowodować ich zamieranie

Biofortyfikacja w mikroskładniki może mieć wpływ nie tylko na zawartość głównych składników (cukrów, kwasu askorbinowego, związków fenolowych czy wolnych aminokwasów) w roślinie, ale także na zawartości innych pierwiastków

□ Wzbogacając rośliny w konkretny pierwiastek możemy otrzymać zwiększone lub zmniejszone ilości pozostałych mikroskładników zawartych w surowcu. Przykładem tego mogą być badania nad **biofortyfikacją** marchwi

Wzbogacanie surowców w jod jest zależne od kilku innych czynników, które mają wpływ na pobieranie innych mikro- i makroskładników lub pierwiastków śladowych

- Takimi czynnikami mogą być przykładowo: dawki oraz formy aplikacji pierwiastka do roślin, sposoby wzbogacania, odmiany roślin, ich skłonności do pobierania z gleb różnych składników mineralnych czy warunki w jakich przeprowadzona została uprawa
- **biofortyfikacja jodem**, może wpływać na zawartość innych składników mineralnych



Literatura:

- 1. Darecki A., Saeid A., Górecki H. 2015. Selen w perspektywie fortyfikacji roślin o znaczeniu gospodarczym dla Polski. Wiadomości Chemiczne, 69, 11-12, 1067-1081.*
- 2. Smoleń S. 2013. Biuletyn Informacyjny Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Nowatorskie badania – biofortyfikacja roślin w jod. 1, 81, 28-29.*
- 3. Strzetelski P. 2013. Biofortyfikacja roślin w jod. Aura, 6, 23-26.*

A close-up photograph of fresh vegetables. In the foreground, three bright red, round tomatoes are visible, each with its green stem and leaves. Behind them, there are several large, vibrant green basil leaves. The background is a soft, out-of-focus grey. The text "Dziękuję za uwagę" is overlaid in the center in a white, sans-serif font.

**Dziękuję za
uwagę**