



KUJAWSKO-POMORSKI
OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO
w Minikowie



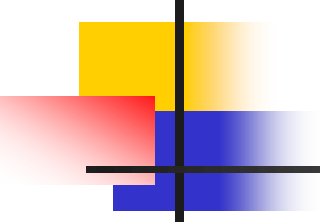
Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Efektywne żywienie roślin w rolnictwie ekologicznym

Minikowo, 28.03.2022

prof. UPP dr hab. Witold Szczepaniak

Katedra Chemii Rolnej i Biogeochemii Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

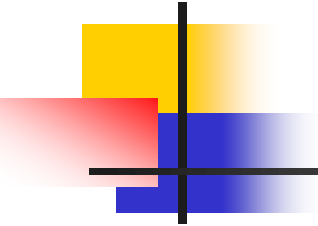


Tematyka wykładu

- 1. Azot jako główny składnik pokarmowy - czynniki warunkujące jego efektywność.**
- 2. Nawożenie podstawowe w rolnictwie ekologicznym - jak zadbać o zasobność gleby w fosfor, potas i magnez.**
- 3. Wartość nawozowa nawozów naturalnych i organicznych.**
- 4. Nawożenie siarką w rolnictwie ekologicznym.**
- 5. Dolistne dokarmianie roślin w rolnictwie ekologicznym - czy, i kiedy to ma sens?**
- 6. Profilaktyka mikroelementowa.**
- 7. Produkty dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym.**

Od czego zależy efektywność azotu?





Azot będzie efektywny tylko wtedy kiedy zadbamy o pobieranie składnika z gleby i przetwarzanie go w roślinie!!!!

Na pobieranie składnika z gleby wpływ ma:

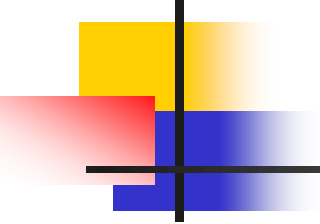
1. Dostępność składnika:

- zawartość azotu mineralnego w glebie???
- szybkość uwalniania się azotu z zasobów organicznych (próchnicy)???
- szybkość uwalniania azotu z nawozów (naturalnych, organicznych, A.S.L.)???

Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby 0-60 cm (kg N/ha)¹⁾

Kategoria agronomiczna gleby			
bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
49	59	62	66

¹⁾ Do obliczeń podane w tabeli wartości można zastąpić wynikami badania wiosną $N_{\min}$ dla działki rolnej i zastosować sposób obliczania podany w metodyce stacji chemiczno-rolniczej

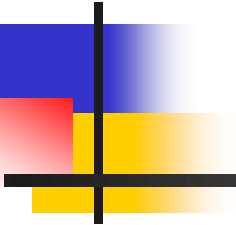


**„Nawożenie powinno być przeprowadzone pod realnie
oszacowany plon....”**

**Jak wyznaczyć potencjał
plonotwórczy uprawianych roślin?**

Jakie są potrzeby pokarmowe?

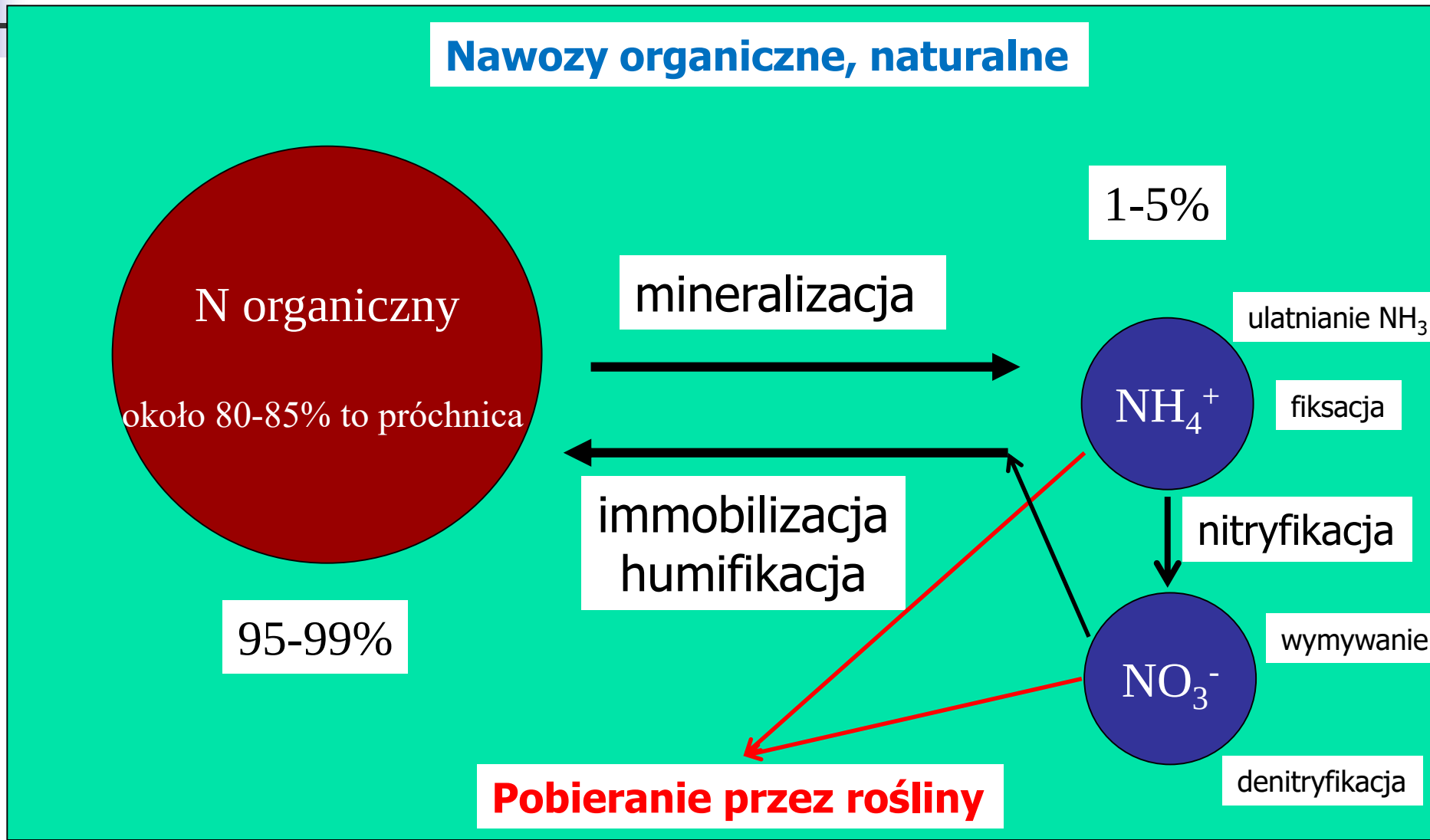
**Ile i kiedy będzie dostępny azot z gleby
i zastosowanych nawozów?**



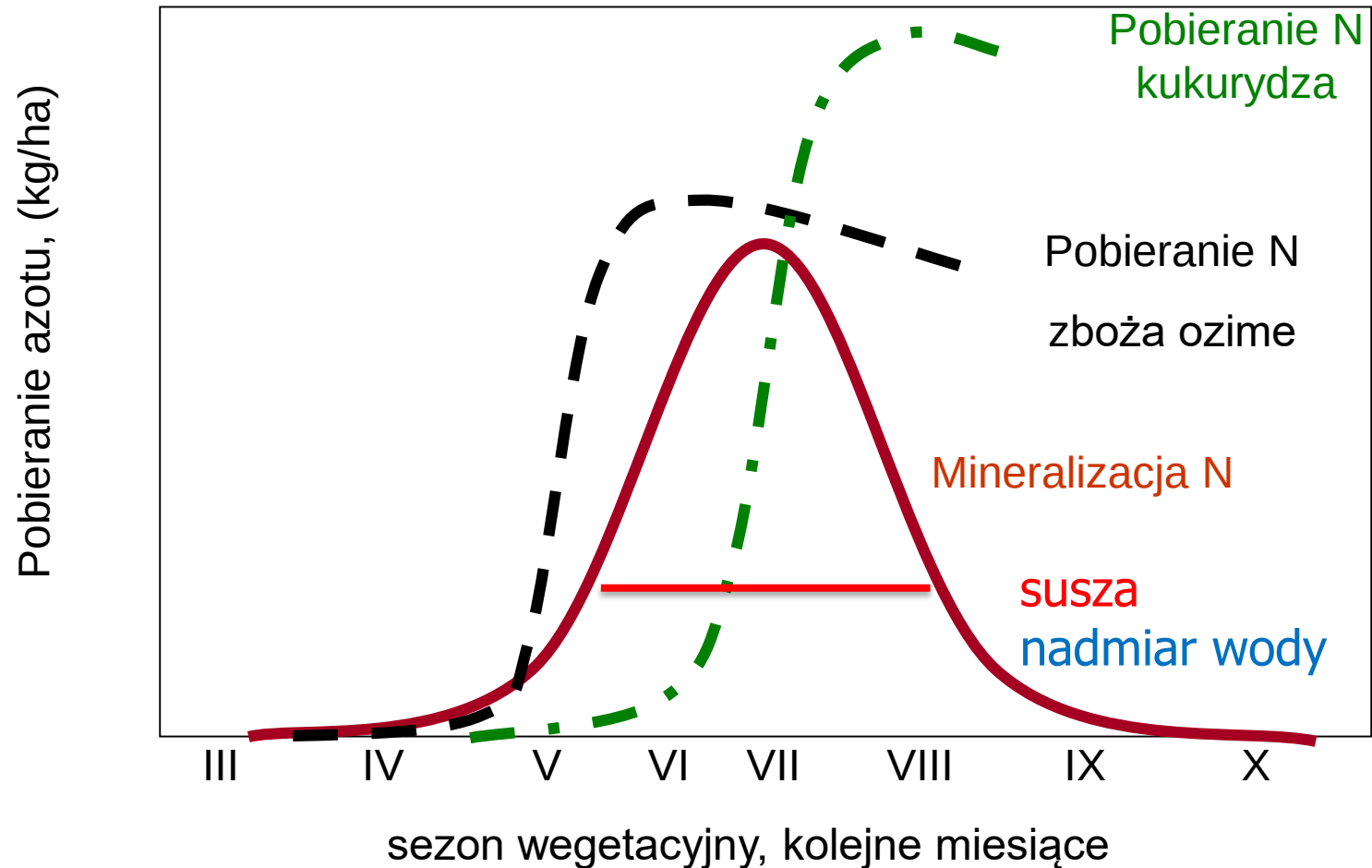
Dynamika uwalniania azotu oraz jego wartość nawozowa

próchnica, nawozy naturalne i organiczne

Azot w glebie - źródła i główne procesy/przemiany



Mineralizacja N organicznego a potrzeby pokarmowe roślin uprawnych - dynamika



Przybliżona ilość podstawowych składników mineralnych w nawozach naturalnych

	Składniki pokarmowe kg/t lub m ³					
	Sucha masa %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO
Obornik bydlęcy	20-25	4-6	3-4	6-7	0,3-0,6	1-2
Obornik świński	20-25	6-7	7-8	5-6	0,5-0,8	2-3
Obornik drobiowy (świeży)	18-25	10-15	6-9	6-7	1-1,5	1,5-2,5
Obornik drobiowy (suchy)	45-55	20-25	15-20	12-14	2-3	4-6
Gnojowica bydlęca	6-10	3-5	1,5-2,5	3,9-6,5	0,3-0,5	0,6-1,0
Gnojowica świńska	3-9	2-8	1,7-5,0	1,7-5,0	0,3-0,7	0,5-1,5

Źródło: wg różnych autorów

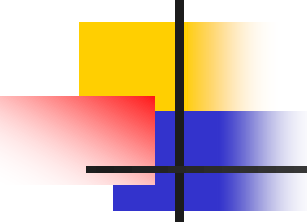
Wykorzystanie azotu na tle innych składników pokarmowych z obornika i gnojowicy, %

Czas od zastosowania lata	Azot	Fosfor	Potas
	Obornik/gnojowica	Obornik/gnojowica	Obornik/gnojowica
rok aplikacji	25- 40/35-65	20-30	50-60
2	15 – 20/10-20	20	15
3	5 –10/0	10	10
4	0 – 5/0	10	5
Suma za 4-lecie	45 – 75	60-70	80-90

Koncentracja azotu w nawozach naturalnych w zależności od gatunku zwierzęcia gospodarskiego, jego wieku oraz systemu utrzymywania

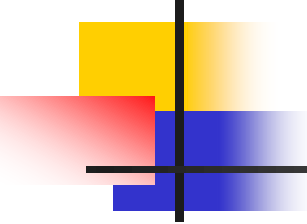
Gatunek/grupa zwierząt	System utrzymania		
	Głęboka ściółka	Płytką ściółka	Bezściółowo*
Krowy mleczne	3,7	4,0	4,5
Opasy powyżej 1 roku	3,0	2,7	3,2
Tuczniki	4,2	4,4	4,6
Kury nieśne	20,7	-	22,4
Kury mięsne	20,7	-	21,6
Indyki samce/samice	41,5/40,6	-	-

* gnojowica, pomiot, odchody



Równoważniki nawozowe azotu z różnych źródeł w zależności od terminu stosowania

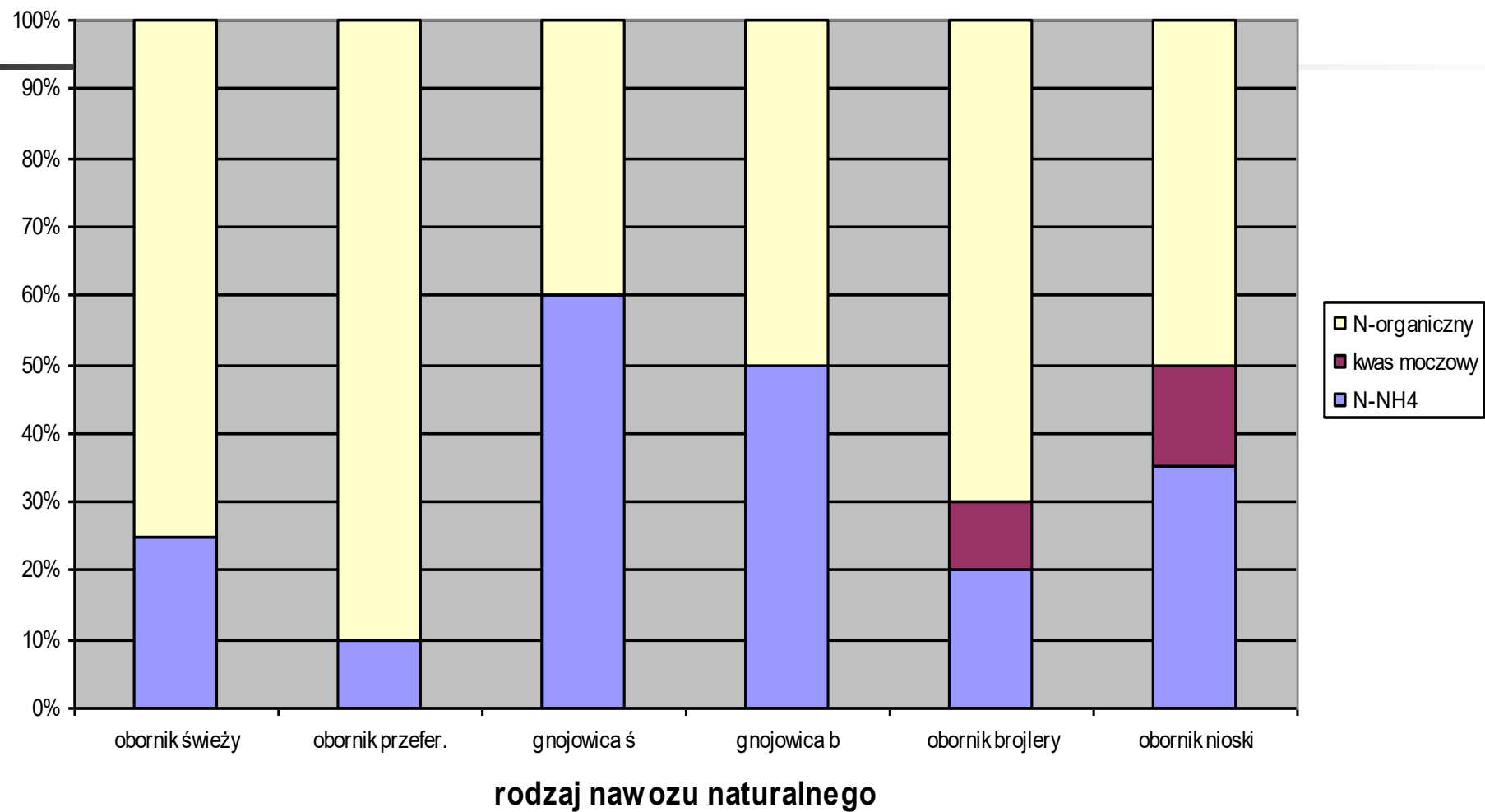
Źródło azotu	Termin stosowania	
	jesień	wiosna
Obornik		
Bydło	0,35	0,40
Świnie	0,40	0,45
Drób nieśny	0,40	0,45
Drób rzeźny	0,45	0,50
Pozostałe przeżuwacze, konie, zwierzęta futerkowe roślinożerne	0,30	0,35
Dowolny obornik zastosowany pod przedplon	0,15	



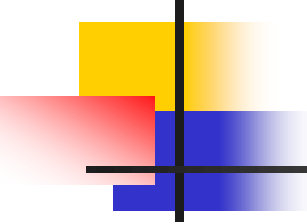
Równoważniki nawozowe azotu z różnych źródeł w zależności od terminu stosowania

Źródło azotu	Termin stosowania	
	jesień	wiosna
Gnojowica/pomiot/odchody		
Bydło	0,50	0,60
Świnie	0,60	0,70
Drób nieśny - pomiot podsuszany/nie	0,45/0,65	0,50/0,75
Zwierzęta futerkowe mięsożerne	0,65	0,75
Pozostałe przeżuwacze, zwierzęta futerkowe roślinożerne	0,45	0,55

Frakcje azotu w nawozach naturalnych, %

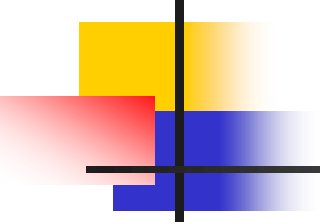


Źródło: wg różnych autorów



Ilość azotu dla roślin uprawianych po przedplonach lub międzyplonach bobowatych

Rodzaj przedplonu	Bobowate	
	w czystym siewie	w mieszankach z trawami lub zbożami
Przyorane resztki poźniwne	30 kg	20 kg
Przyorane całe rośliny na zielony nawóz	Łubin żółty - 74 kg Groch - 77 kg Seradela - 65 kg Pozostałe - 60 kg	50 kg

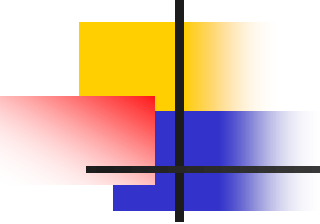


Azot będzie efektywny tylko wtedy kiedy zadbamy o pobieranie składnika z gleby i przetwarzanie go w roślinie!!!!

Na pobieranie składnika z gleby wpływ ma:

2. Warunki pobierania

- a) wilgotność gleby; ilość i rozkład opadów;
- b) czynniki wpływające na wielkość systemu korzeniowego:
 - odczyn gleby, toksyczność glinu, dostępność wapnia,
 - gęstość objętościowa gleby warstwy ornej i podornej,
 - odżywienie roślin fosforem, magnezem, potasem, wapniem, cynkiem, borem, manganem, miedzią itd.,
 - stan hormonalny rośliny (cynk, bor, miedź, mangan, inne...)
- c) zawartość dostępnych form potasu, fosforu, magnezu, wapnia, siarki i mikroelementów - antagonizm i synergizm.



**Azot będzie efektywny tylko wtedy kiedy zadbamy
o pobieranie składnika z gleby i przetwarzanie go
w roślinie!!!!**

**Metabolizmem azotu w roślinie steruje liczna grupa składników
mineralnych odpowiedzialnych za:**

- a) fotosyntezę (Mg, Ca, S, Fe, Mn, Zn)**
- b) redukcję azotanów (Mo, Fe, S)**
- c) transport węglowodanów (P, K, Mg)**
- d) układy enzymatyczne kontrolujące syntezę białek, tłuszczów i
innych metabolitów (S, Mo, Mn, Cu, Zn)**

Objawy niedoboru siarki - kwiecień 2021r.



Szczepaniak W.

Objawy niedoboru siarki - kwiecień 2021r.



Analysis Results (LEAF)

Customer B AMROZY
YARA POLAND
20.0

Distributor YARA
UL. MALCZEWSKIEGO 26
71-612 SZCZECIN
POLAND

Sample Ref 2-L-SZYNKIEWICZ

Date Received 26/04/2021 (Date Issued: 29/04/2021)

Sample No E269273A/02

Crop OILSEED RAPE

Analysis	Result	Guideline	Interpretation	Comments
Calcium (%)	1.24	1.00	Normal	Adequate level.
Magnesium (%)	0.24	0.25	Slightly Low	4 l/ha MAGFLO 300. Timings:see product label.
Manganese (ppm)	50.8	30.0	Normal	Adequate level.
Boron (ppm)	60.3	30.0	Normal	Adequate level.
Copper (ppm)	8.3	5.0	Normal	Adequate level.
Molybdenum (ppm)	2.49	2.00	Normal	Adequate level.
Iron (ppm)	155	30	Normal	Adequate level.
Zinc (ppm)	80.1	25.0	Normal	Adequate level.
Sulphur (%)	0.31	0.40	Slightly Low	Apply 5 l/ha SULPHUR F3000. Timing: See product label.
Nitrogen (%)	7.90	4.00	High	Unusually high level for this crop.
Phosphorus (%)	1.20	0.35	High	Unusually high level for this crop.
Potassium (%)	3.18	2.80	Normal	Adequate level.

Czynniki warunkujące efektywność nawożenia azotem

podjęcie praktyczne

A. Eliminację czynników w „minimum”:

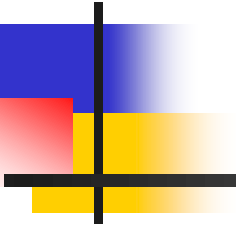
1. Regulację odczynu,
2. Ustalenie optymalnego systemu nawożenia P i K;

B. Optymalizację nawożenia azotem:

1. Racjonalne ustalenie dawki nawozowej azotu??? (nawozy naturalne, A.S.L...),
2. Zwiększanie efektywności plonotwórczej pobranego azotu nawozowego:
 - bilansowanie azotu składnikami drugoplanowymi;
 - profilaktyczne stosowanie mikroelementów (B, Mn, Mo, inne).

dawka **N**

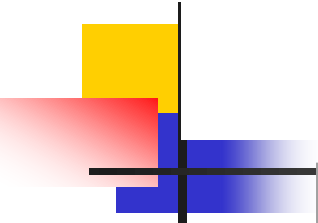
Optymalizacja N = -----
pH, P K Ca Mg S B Mn Cu Mo Fe Zn Cl
ochrona roślin + kilkadziesiąt innych czynników



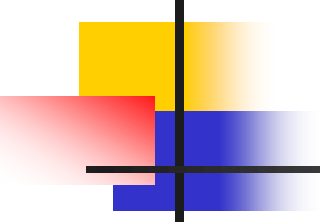
Nawożenie podstawowe w rolnictwie ekologicznym

Jak zadbać o zasobność gleby w fosfor, potas i magnez?

Klasy zasobności przyswajalnego fosforu i potasu w glebie, mg/100g gleby metoda Egnera-Riehma



Klasa zasobności	P_2O_5	K_2O			
		Kategoria agronomiczna gleb			
		b. lekkie	lekkie	średnie	ciężkie
b. niska	<5,0	<2,5	<5,0	<7,5	<10
niska	5,1-10	2,5-7,5	5,1-10	7,6-12,5	10,1-15
średnia	10,1-15	7,6-12,5	10,1-15	12,6-20	15,1-25
wysoka	15,1-20	12,6-17,5	15,1-20	20,1-25	25,1-30
b. wysoka	>20	>17,6	>20,1	>25,1	>30,1



Korekta zasobności gleby w przyswajalny fosfor

$$D_{P_2O_5} = \frac{(P_k - P_a) \cdot 30}{0,75}$$

$D_{P_2O_5}$ - dawka fosforu w nawozach, kg P_2O_5 /ha

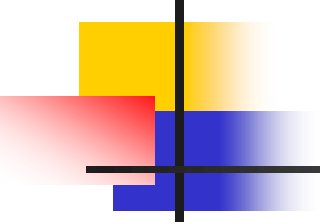
P_k - wartość krytyczna mieści się w granicach:

- 14-18 mg P_2O_5 /100g gleby dla roślin liściastych,
- 10,1-15 mg P_2O_5 /100g gleby dla zbóż,

P_a - zawartość aktualna fosfory przyswajalnego w glebie, mg P_2O_5 /100g gleby

30 - przelicznik mg P_2O_5 /100g gleby na kg P_2O_5 /ha

0,75 - współczynnik korekcyjny wykorzystania fosforu nawozów w zmianowaniu



Obliczanie dawki korekcyjnej fosforu dla roślin liściastych - przykład

Dane:

1. zasobność aktualna gleby - 12,0 mg P₂O₅/100g gleby
2. wartość krytyczna - 18,0 mg P₂O₅/100g gleby

$$\frac{(P_k - P_a) \cdot 30}{0,75} = \frac{(18,0 - 12,0) \cdot 30}{0,75} = \frac{180}{0,75} = 240 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

Liczby graniczne na tle zawartości przyswajalnego potasu w glebach mineralnych, mg K₂O/100g gleby - metoda Egnera-Riehma

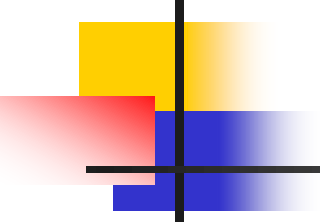
Ocena i klasa zawartości	kategoria agronomiczna gleb			
	bardzo lekkie	lekkie	średnie	ciężkie
 bardzo niska - V	do 2,5	do 5,0	do 7,5	do 10,0
 niska - IV	2,5-7,5	5,1-10,0	7,6-12,5	10,1-15,0
 średnia - III	7,6-12,5	10,1-15,0	12,6-20,0	15,1-25,0
 wysoka - II	12,6-17,5	15,1-20,0	20,1-25,0	25,1-30,0
 bardzo wysoka - I	od 17,6	od 20,1	od 25,0	od 31,0



- przedział optymalny dla roślin liściastych



- przedział optymalny dla zbóż



Korekta zasobności gleby w przyswajalny potas

$$D_{K_2O} = \frac{(K_k - K_a) \cdot 30}{0,90}$$

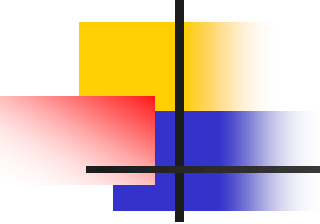
D_{K_2O} - dawka potasu w nawozach, kg K_2O /ha

K_k - wartość krytyczna, zgodna z opisem do powyższej tabeli;

K_a - zawartość aktualna potasu przyswajalnego w glebie, mg K_2O /100g gleby

30 - przelicznik mg K_2O /100g gleby na kg K_2O /ha

0,90 - współczynnik korekcyjny wykorzystania potasu nawozów w zmianowaniu



Obliczanie dawki korekcyjnej potasu roślin liściastych - przykład

Dane:

1. gleba średnia
2. Zawartość aktualna - 15,0 mg K₂O/100g gleby
3. Krytyczna zawartość gleby w przyswajalny potas - 20,0 mg K₂O/100g gleby

$$D_{K_2O} = \frac{(K_k - K_a) \cdot 30}{0,90} = \frac{(20,0 - 15) \cdot 30}{0,90} = \frac{150}{0,90} = 167 \text{ kg K}_2\text{O/ha}$$

Klasy zasobności przyswajalnego magnezu w glebie, mg Mg/100g gleby metoda Schachtschabela

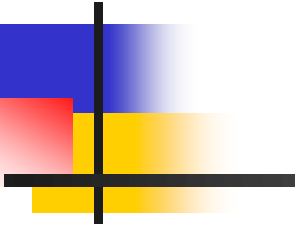
Klasa zasobności	Kategoria agronomiczna gleby			
	Gleba b. lekka	Gleba. lekka	Gleba średnia	Gleba ciężka
bardzo niska	<1,0	<2,0	<3,0	<4,0
niska	1,1-2,0	2,1-3,0	3,1-5,0	4,1-6,0
średnia	2,1-4,0	3,1-5,0	5,1-7,0	6,1-10,0
wysoka	4,1-6,0	5,1-7,0	7,1-9,0	10,1-14,0
bardzo wysoka	>6,1	>7,1	>9,1	>14,1

Źródło: SCHR

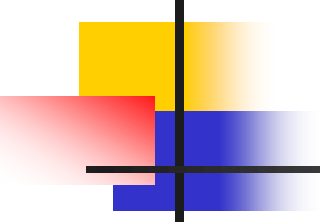
Liczby graniczne na tle zawartości przyswajalnego magnezu w glebach mineralnych, mg Mg/100g gleby - metoda Schachtschabela

Klasa zasobności	Kategoria agronomiczna gleby			
	bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
Bardzo niska	do 1,0	do 2,0	do 3,0	do 4,0
Niska	1,1 – 2,0	2,1 – 3,0	3,1 – 5,0	4,1 – 6,0
Średnia	2,1 – 4,0	3,1 – 5,0	5,1 – 7,0	6,1 – 10,0
Wysoka	4,1 – 6,0	5,1 – 7,0	7,1 – 9,0	10,1 – 14,0
Bardzo wysoka	od 6,1	od 7,1	od 9,1	od 14,1
Wartość krytyczna, zboża	3,0	4,0	6,0	8,0

Liczby graniczne na tle zawartości przyswajalnego magnezu w glebach mineralnych, mg Mg/100g gleby - metoda Schachtschabela



Klasa zasobności	Kategoria agronomiczna			
	Bardzo lekka	lekka	średnia	ciężka
Bardzo niska	do 1,0	do 2,0	do 3,0	do 4,0
Niska	1,1 – 2,0	2,1 – 3,0	3,1 – 5,0	4,1 – 6,0
Średnia	2,1 – 4,0	3,1 – 5,0	5,1 – 7,0	6,1 – 10,0
Wysoka	4,1 – 6,0	5,1 – 7,0	7,1 – 9,0	10,1 – 14,0
Bardzo wysoka	od 6,1	od 7,1	od 9,1	od 14,1
Wartość krytyczna, rośliny liściaste	5,0	5,0-6,0	6,0-8,0	8,0-10,0



Korekta zasobności gleby w przyswajalny magnez

$$D_{Mg} = \frac{(Mg_k - Mg_a) \cdot 30}{0,75}$$

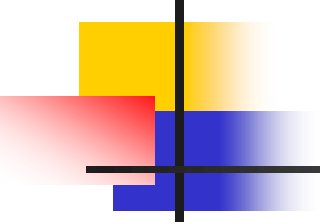
D_{Mg} - dawka magnezu w nawozach, kg Mg/ha

Mg_k - wartość krytyczna, zgodna z opisem do powyższej tabeli

Mg_a - zawartość aktualna magnezu przyswajalnego w glebie, mg Mg/100g gleby

30 - przelicznik mg Mg/100g gleby na kg Mg/ha

0,75 - współczynnik korekcyjny wykorzystania magnezu nawozów w zmianowaniu



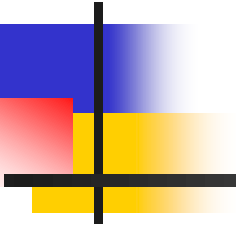
Obliczanie dawki korekcyjnej magnezu dla rzepaku - przykład

Dane:

1. gleba średnia,
2. Zawartość aktualna - 4,0 mg Mg/100g gleby
3. Krytyczna zawartość gleby w przyswajalny magnez - 7,0 mg Mg/100g gleby

$$D_{\text{Mg}} = \frac{(\text{Mg}_k - \text{Mg}_a) \cdot 30}{0,75} = \frac{(7,0 - 4,0) \cdot 30}{0,75} = \frac{90}{0,75} = 120 \text{ kg Mg/ha}$$

1 kg Mg = 1,658 kg MgO



Wartość nawozowa nawozów naturalnych i organicznych

obornik, gnojowica, słoma

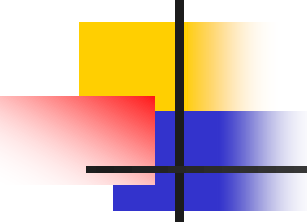
Przybliżona ilość podstawowych składników mineralnych w nawozach naturalnych

	Składniki pokarmowe kg/t lub m ³					
	Sucha masa %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO
Obornik bydlęcy	20-25	4-6	3-4	6-7	0,3-0,6	1-2
Obornik świński	20-25	6-7	7-8	5-6	0,5-0,8	2-3
Obornik drobiowy (świeży)	18-25	10-15	6-9	6-7	1-1,5	1,5-2,5
Obornik drobiowy (suchy)	45-55	20-25	15-20	12-14	2-3	4-6
Gnojowica bydlęca	6-10	3-5	1,5-2,5	3,9-6,5	0,3-0,5	0,6-1,0
Gnojowica świńska	3-9	2-8	1,7-5,0	1,7-5,0	0,3-0,7	0,5-1,5

Źródło: wg różnych autorów

Wykorzystanie azotu na tle innych składników pokarmowych z obornika i gnojowicy, %

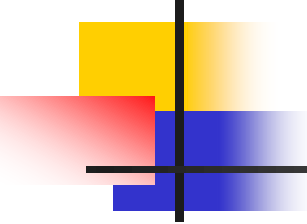
Czas od zastosowania lata	Azot	Fosfor	Potas
	Obornik/gnojowica	Obornik/gnojowica	Obornik/gnojowica
rok aplikacji	25- 40/35-65	20-30	50-60
2	15 – 20/10-20	20	15
3	5 –10/0	10	10
4	0 – 5/0	10	5
Suma za 4-lecie	45 – 75	60-70	80-90



Przybliżona ilość podstawowych składników mineralnych w słomie, kg/tonę słomy

Rodzaj słomy	Składniki pokarmowe		
	P_2O_5	K_2O	Mg
Zbóż	2	15	1,4
Kukurydziana	3	20	2,0
Rzepakowa	5	30	2,0

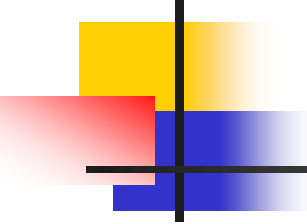
Źródło: opracowanie własne



Średnie wykorzystanie składników ze słomy w roku zastosowania

Rodzaj słomy	Składniki pokarmowe					
	P ₂ O ₅		K ₂ O		Mg	
	%	kg	%	kg	%	kg
Zbóż	20	0,4	50	7,5	30	0,4
Kukurydziana	20	0,6	50	10,0	30	0,6
Rzepakowa	20	1,0	50	15,0	30	0,6

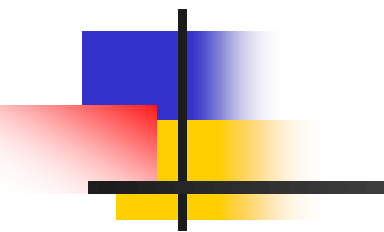
Źródło: opracowanie własne



Średnie wykorzystanie składników ze słomy w zmianowaniu

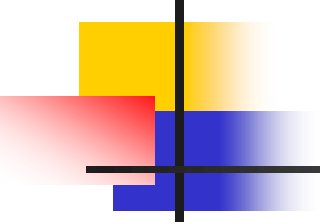
Rodzaj słomy	Składniki pokarmowe					
	P ₂ O ₅		K ₂ O		Mg	
	%	kg	%	kg	%	kg
Zbóż	50	1,0	90	13,5	60	0,8
Kukurydziana	50	1,5	90	18,0	60	1,2
Rzepakowa	50	2,5	90	27,0	60	1,2

Źródło: opracowanie własne



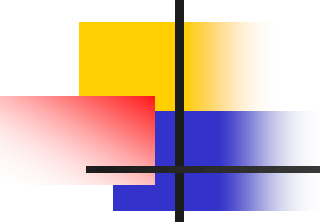
Nawożenie siarką w rolnictwie ekologicznym

Podstawowe informacje, warunki sprzyjające niedoborom, przykładowe nawozy zawierające siarkę i termin ich aplikacji



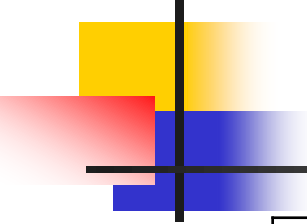
Podstawowe informacje

1. Rzepak ma bardzo wysokie zapotrzebowanie na siarkę:
zapotrzebowanie wynosi **15-20 kg S**/1 tonę nasion + słoma, tj. **37,5-50,0 kg SO₃**
2. Siarka jest pobierana z gleby z roztworu glebowego tylko w formie siarczanowej -
SO₄²⁻
3. Siarka w nawozach mineralnych zawierających ten składnik może występować w różnych formach chemicznych, przykładowo w siarczanowej (SO₄²⁻) czy elementarnej (S⁰)
4. Nawozy zawierające siarkę siarczanową (SO₄²⁻) charakteryzują się zróżnicowaną rozpuszczalnością w wodzie a tym samym dostępnością dla roślin
5. Zawartość siarki w nawozach niezależnie w jakiej znajduje się formie chemicznej podaje się w przeliczeniu na SO₃ lub S
6. W glebie dominuje forma organiczna siarki, która stanowi średnio 60-90% siarki całkowitej.



Warunki sprzyjające niedoborom siarki w rzepaku

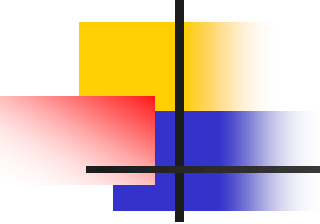
1. Uprawa rzepaku na glebach lekkich lub/i niskiej zawartości próchnicy.
2. Brak nawozów naturalnych w zmianowaniu (obornik, gnojowica itp.).
3. Duży udział rzepaku i innych gatunków kapustnych w strukturze zasiewu.
4. Nawożenie roślin uprawnych nawozami bezsiarkowymi.
5. Płytkie ukorzenie roślin (podeszwa płużna, mata ze słomy, niskie pH, czynniki żywieniowe).
6. Intensywne opady w okresie jesienno-zimowym (przy łagodnej zimie).



Przykładowe nawozy zawierające siarkę

Nawóz	Zawartość S, %	Forma S	Inne składniki	Względna szybkość działania
A.S.L.	9	$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	N	duża
Siarczan magnezu - kizeryt	20	$\text{MgSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Mg	duża
Siarczan magnezu - 7 wodny	13	$\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	Mg	bardzo duża
Kainit magnezowy	4	MgSO_4	K, Mg, Na	duża
Siarczan potasu	18	K_2SO_4	K	umiarkowana
Siarczan potasowo-magnezowy	17	$\text{K}_2\text{SO}_4 \cdot \text{MgSO}_4$	K, Mg	duża
Siarka elementarna	96	S	-	bardzo niska

Źródło: opracowanie własne



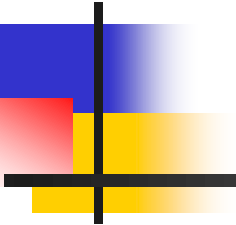
Sposób i termin aplikacji a dobór nawozów zawierających siarkę

I. Nawożenie doglebowe:

1. Pod przedplon rośliny wymagającej:
 - siarka elementarna
2. Po zbiorze przedplonu, przed siewem/sadzeniem:
 - trudno dostępne źródła siarki (przykładowo siarka elementarna);
 - umiarkowanie dostępne źródła siarki (przykładowo siarczan potasu)
 - łatwo dostępne źródła siarki (przykładowo siarczan magnezu itp.);
3. Przed ruszeniem/na początku wiosennej wegetacji (oziminy):
 - łatwo dostępne (przykładowo siarczan magnezu; itp.);

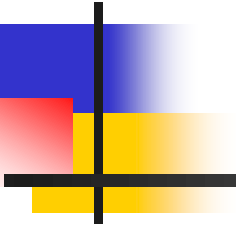
II. Nawożenie dolistne - jeden lub dwa zabiegi:

- przykładowo siedmiowodny siarczan magnezu; itp.;



Dolistne dokarmianie roślin w rolnictwie ekologicznym

Czy, i kiedy to ma sens?

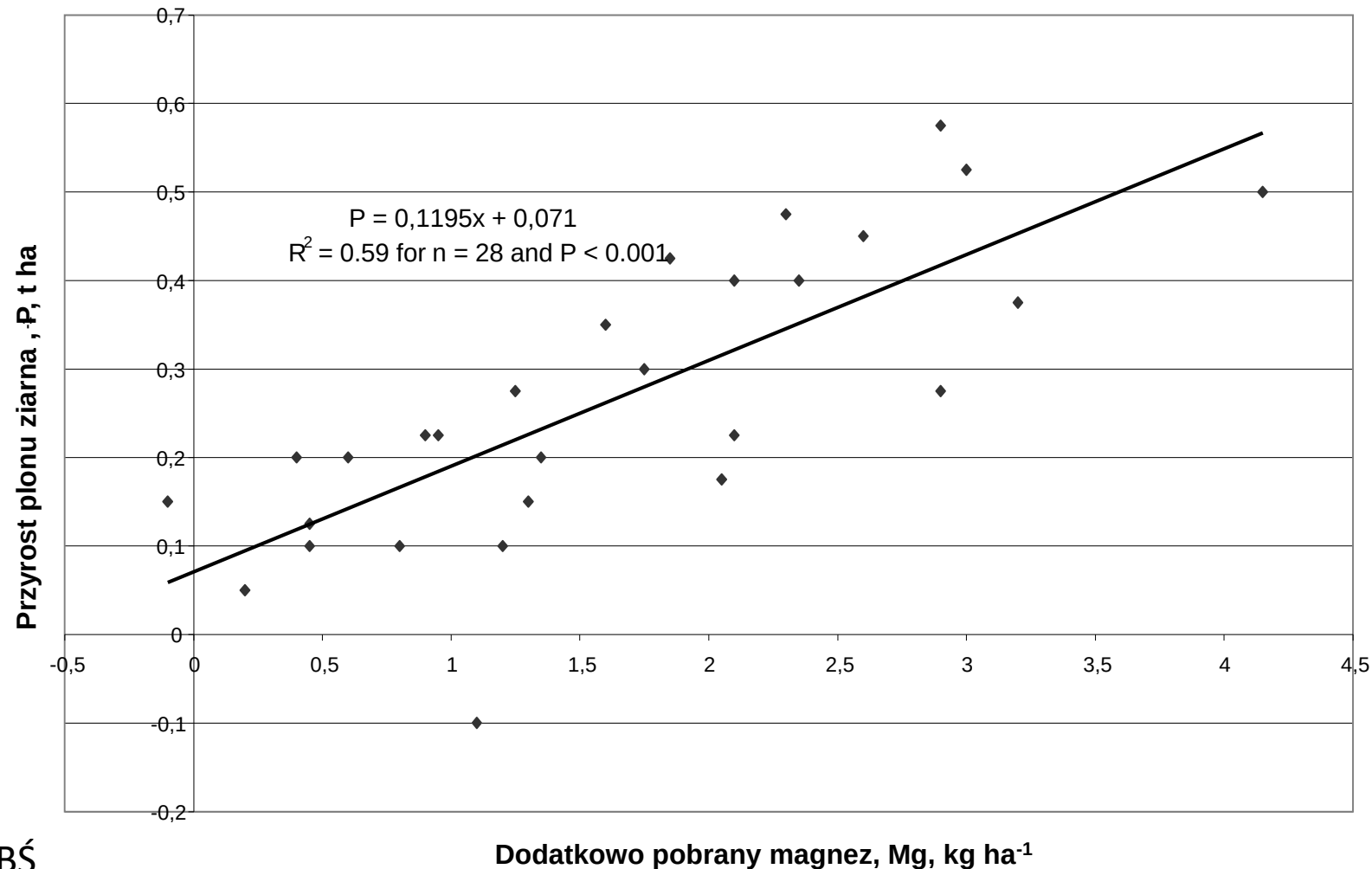


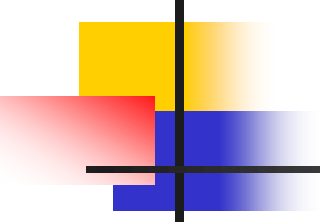
Czy dolistne dokarmianie roślin ma sens?

„współdziałanie nawożenia doglebowego z dokarmianiem dolistnym...”

Przyrost plonu ziarna jako funkcja wzrostu pobrania magnezu przez zboża

dolistnie dokarmiane magnezem i siarką



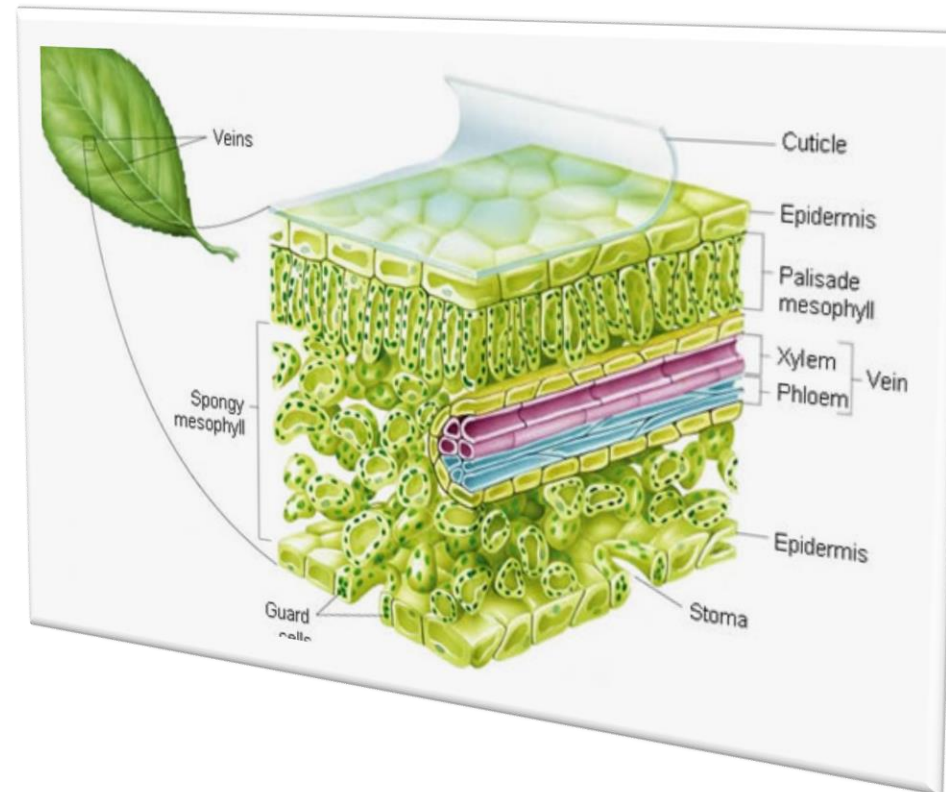


Zadania

- Stymulacja wzrostu organów nadziemnych i systemu korzeniowego!!!
- Poprawa odżywienia roślin w krytycznych fazach wzrostu (wspomaganie systemu korzeniowego).
- Przyspieszenie regeneracji roślin po zimie.
- Dostarczanie niezbędnych składników mineralnych przed/na początku okresu suchego.

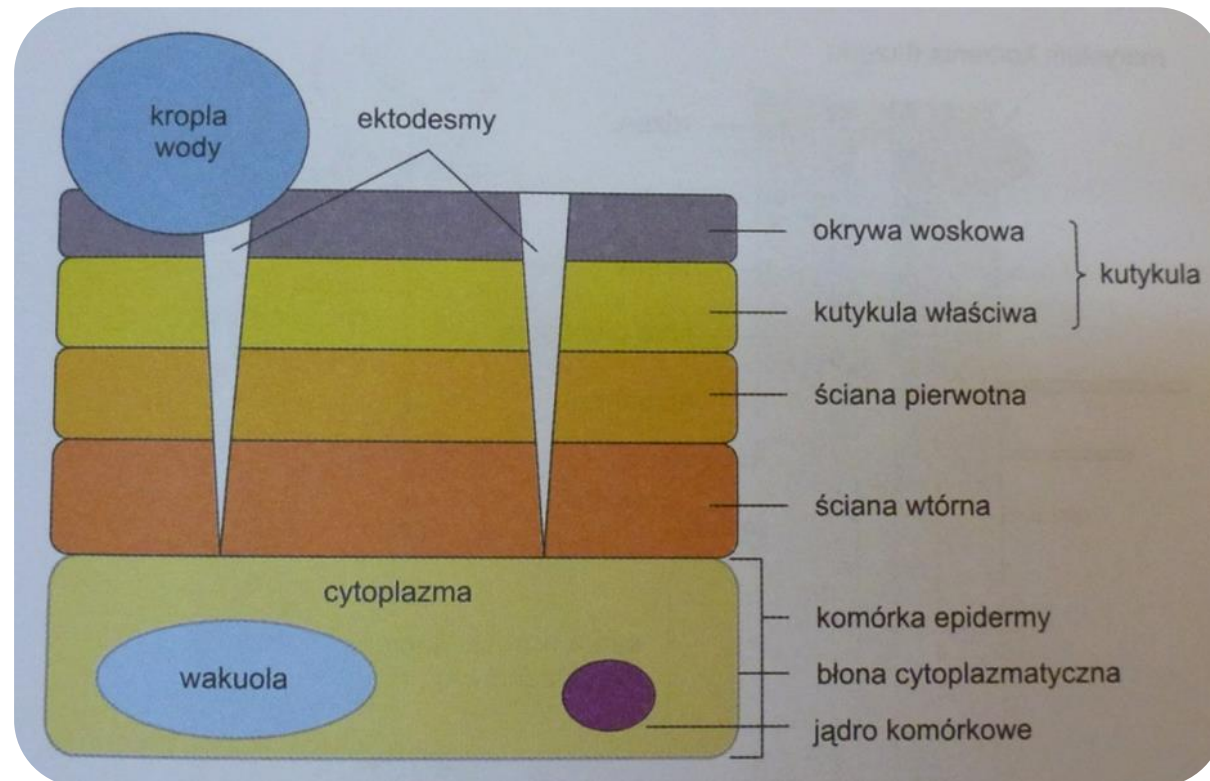
Fizjologia pobierania składników pokarmowych w odżywianiu dolistnym

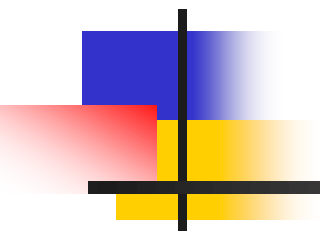
- Kutykula
- **Szczeliny kutykuli**
- Aparaty szparkowe



Kanaliki kutykuli

Transport jonów przez specjalne kanaliki
w kutykuli tzw. **ektodesmy**





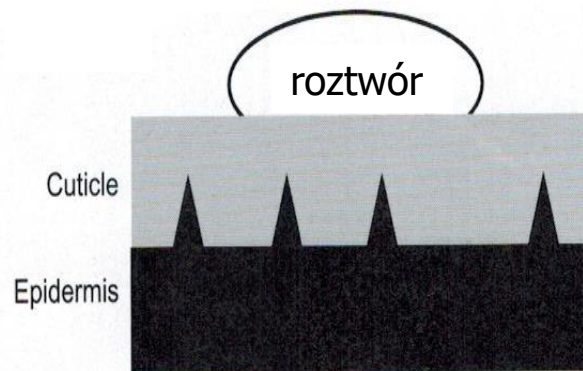
Dolistne dokarmianie roślin

Czynniki determinujące pobranie składników

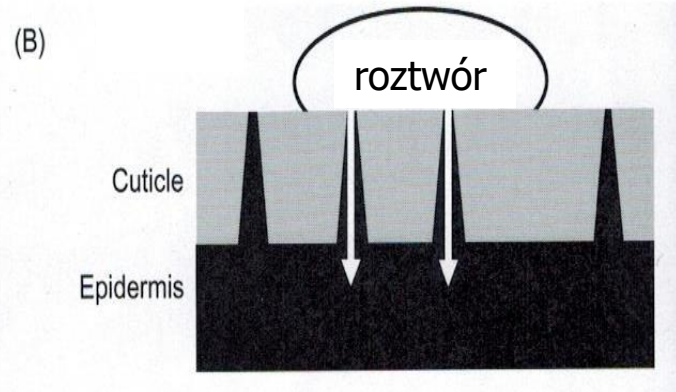
Warunki atmosferyczne a pobieranie składników z roztworów

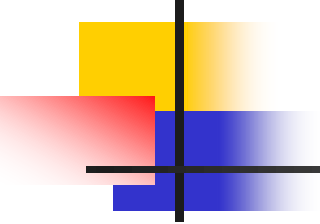
- Temperatura - optymalna 15-20°C;
- Przymrozki;
- Łagodny wiatr (poniżej 5 m/s);
- Brak opadów - co najmniej 24 godziny od zabiegu;
- Wilgotność - powyżej 70% wilgotności względnej powietrza.

suche powietrze



wilgotne powietrze



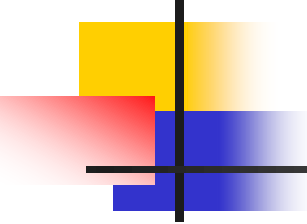


Masa atomowa/cząsteczkowa

Pobieranie jest związane z wielkością atomu/cząsteczki -
przenikanie może być ograniczone ich wielkością

[Pop i in., 2005] - kanaliki w kutykuli - **0,3 - 1,2 nm**

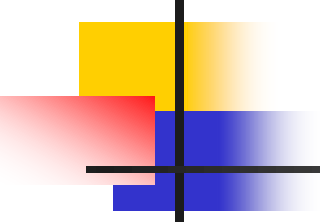
[Schonherr i Luber, 2001] - aparaty szparkowe - do **43 nm**



Gęstość i rozmieszczenie aparatów szparkowych na liściu, szt./mm²

Gatunek rośliny uprawnej	Strona liścia	
	górna	dolna
Rzepak	70-90	100-120
Jęczmień	30	25
Pszenica	50-60	40-50
Owies	25-50	25-35
Kukurydza	50-100	75-150
Buraki cukrowe	60-80	70-120
Ziemniaki	30-50	200-250

wg różnych autorów



pH cieczy roboczej

pH roztworu i liścia

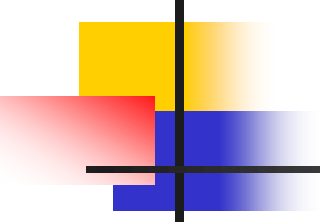
(odczyn wody, używanej do sporządzenia cieczy roboczej)

Woda w przedziale kwaśnym i lekko kwaśnym (pH 5,0-6,0) o niskiej zawartości wapnia wskazuje większy potencjał adsorpcji przez roślinę

pH = 3

kutykuli utrzymuje się na poziomie

[Fernandez, 2013] - powyżej tej wartości zachodzi możliwość wymiany jonów pomiędzy środowiskiem, a wnętrzem liścia



Koncentracja cieczy roboczej

Dyfuzja - musi zaistnieć gradient stężenia roztworów pomiędzy wnętrzem rośliny, a cieczą roboczą.

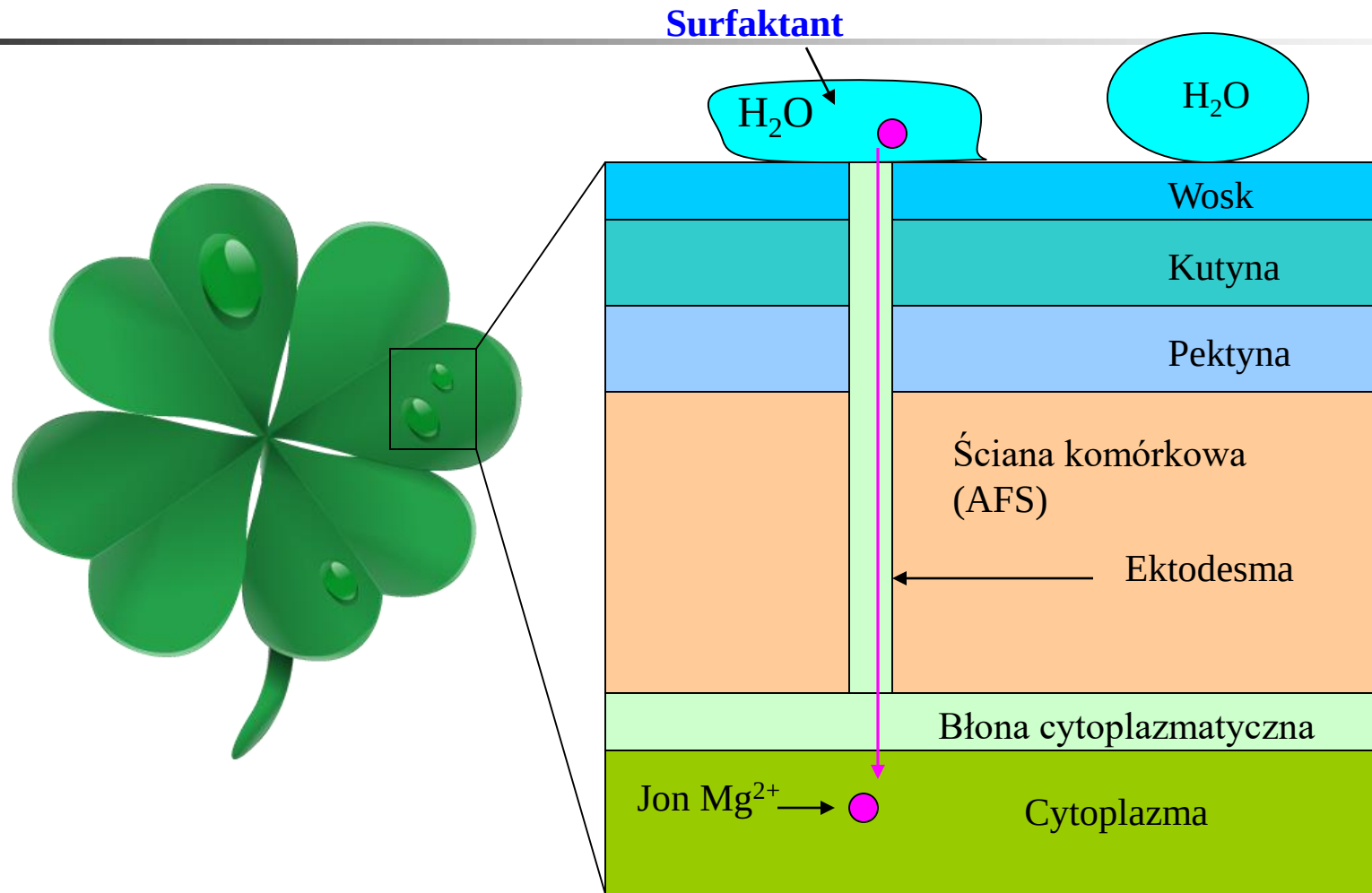
[Shonherr, 2001] - koncentracja w cieczy roboczej musi być znacznie większa, a wraz ze wzrostem stężenia składnika w roztworze wzrasta jego pobranie - zasada ta obowiązuje w pewnym zakresie stężeń.

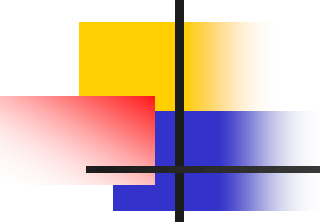
Stężenie roztworu powinno określać się na bazie następujących czynników:

- rodzaj składnika, gatunek oraz faza rozwojowa rośliny, jej stan odżywienia, a także jej uwilgotnienie oraz grubość kutikuli.

Surfaktanty lub środki powierzchniowo czynne

związki chemiczne zmniejszające napięcie powierzchniowe

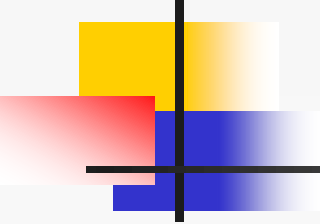




Przygotowanie cieczy roboczej

?????





Przygotowanie cieczy roboczej opryskiwacza

- Napełnienie wodą zbiornika opryskiwacza do 50-70% jego objętości



- Dodanie środków poprawiających właściwości wody.



- Dodanie nawozów mineralnych - makro



- Dodanie nawozów mikroelementowych

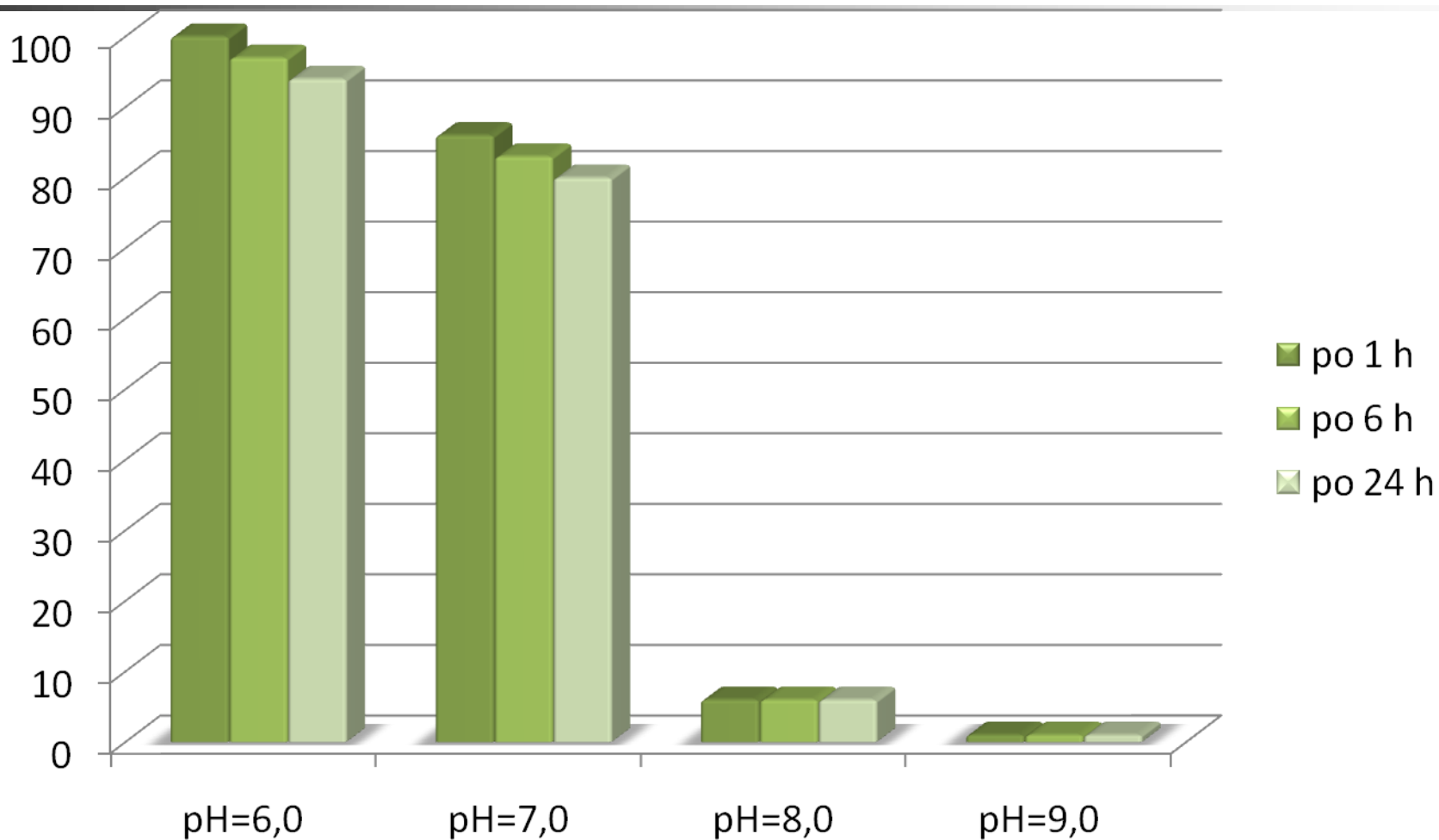


- Uzupełnienie wody w opryskiwaczu



Wpływ pH na dostępność cynku dla roślin

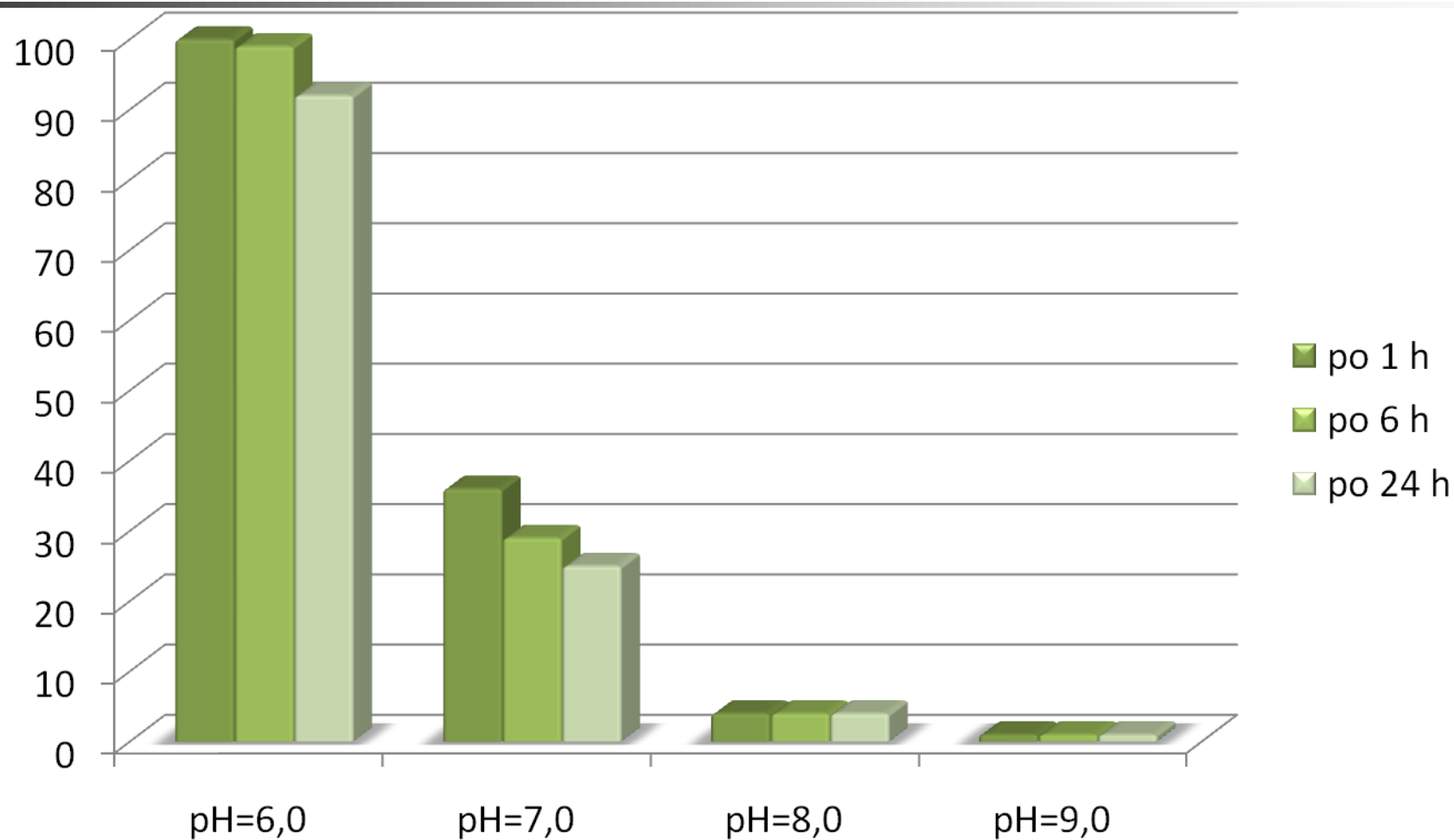
0,1% roztwór $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$



Źródło: ADOB

Wpływ pH na dostępność cynku dla roślin

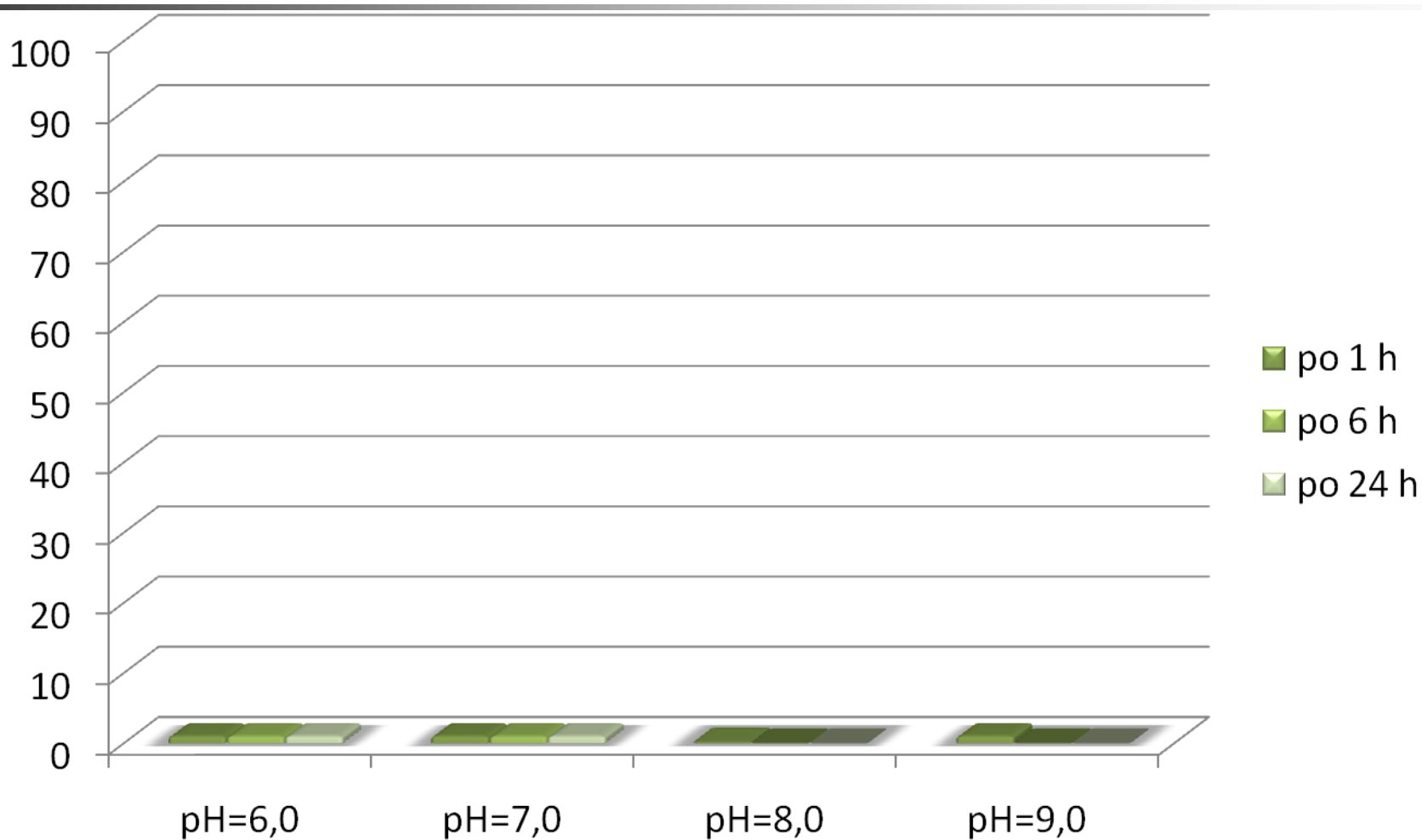
0,5% roztwór $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$



Źródło: ADOB

Wpływ pH i fosforanów na dostępność cynku dla roślin

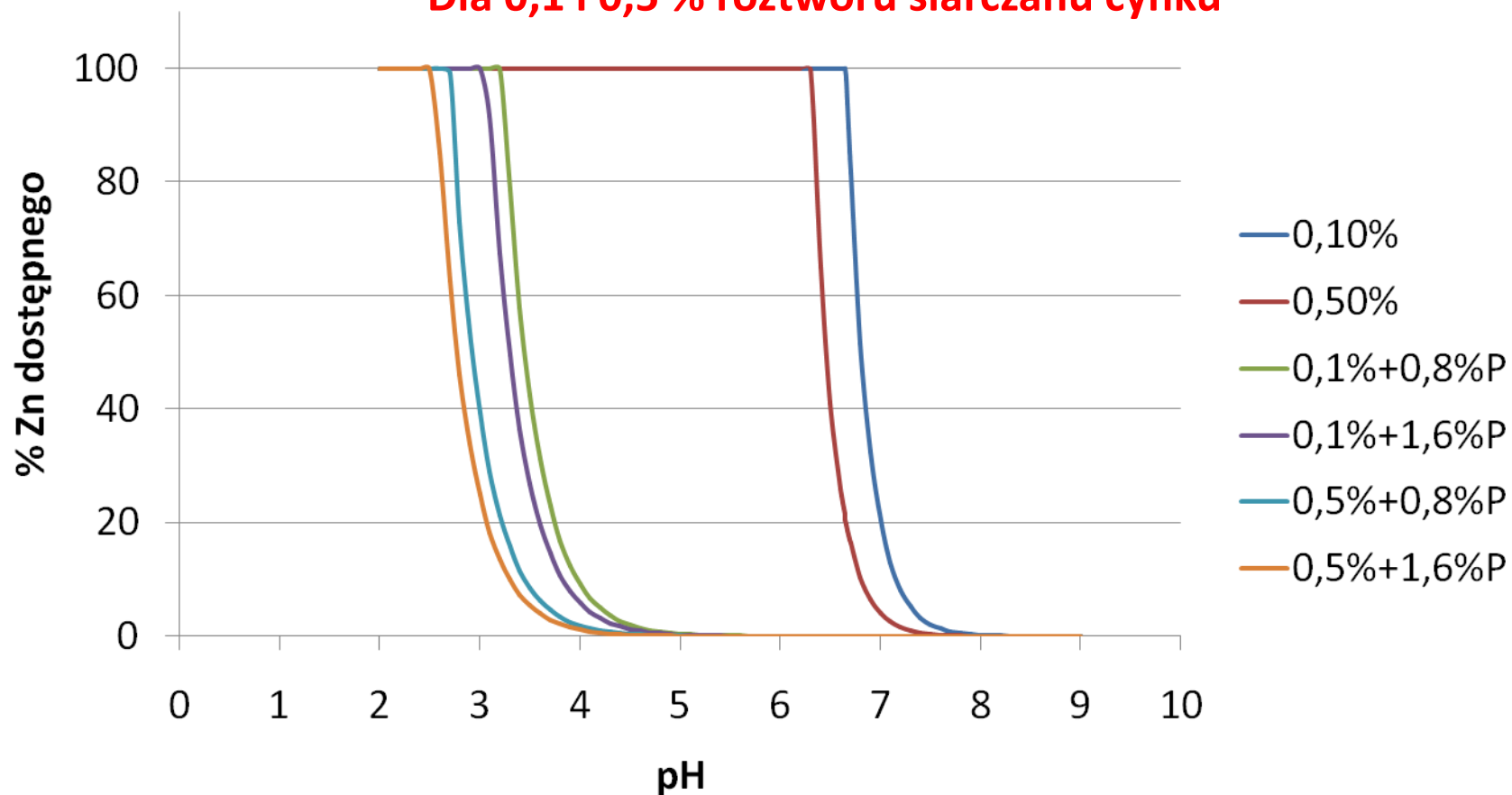
0,1 i 0,5 % roztwór $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$



Źródło: ADOB

Stabilność nieskompleksowanej formy cynku w zależności od stężenia pierwiastka i obecności fosforanów

Dla 0,1 i 0,5 % roztworu siarczanu cynku



$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Roztwór 0,13% Zn

$t = 0$



pH 5,5



pH 7,0



pH 8,0

$\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$
Roztwór 0,13% Zn

t = 15 min



pH 5,5



pH 7,0

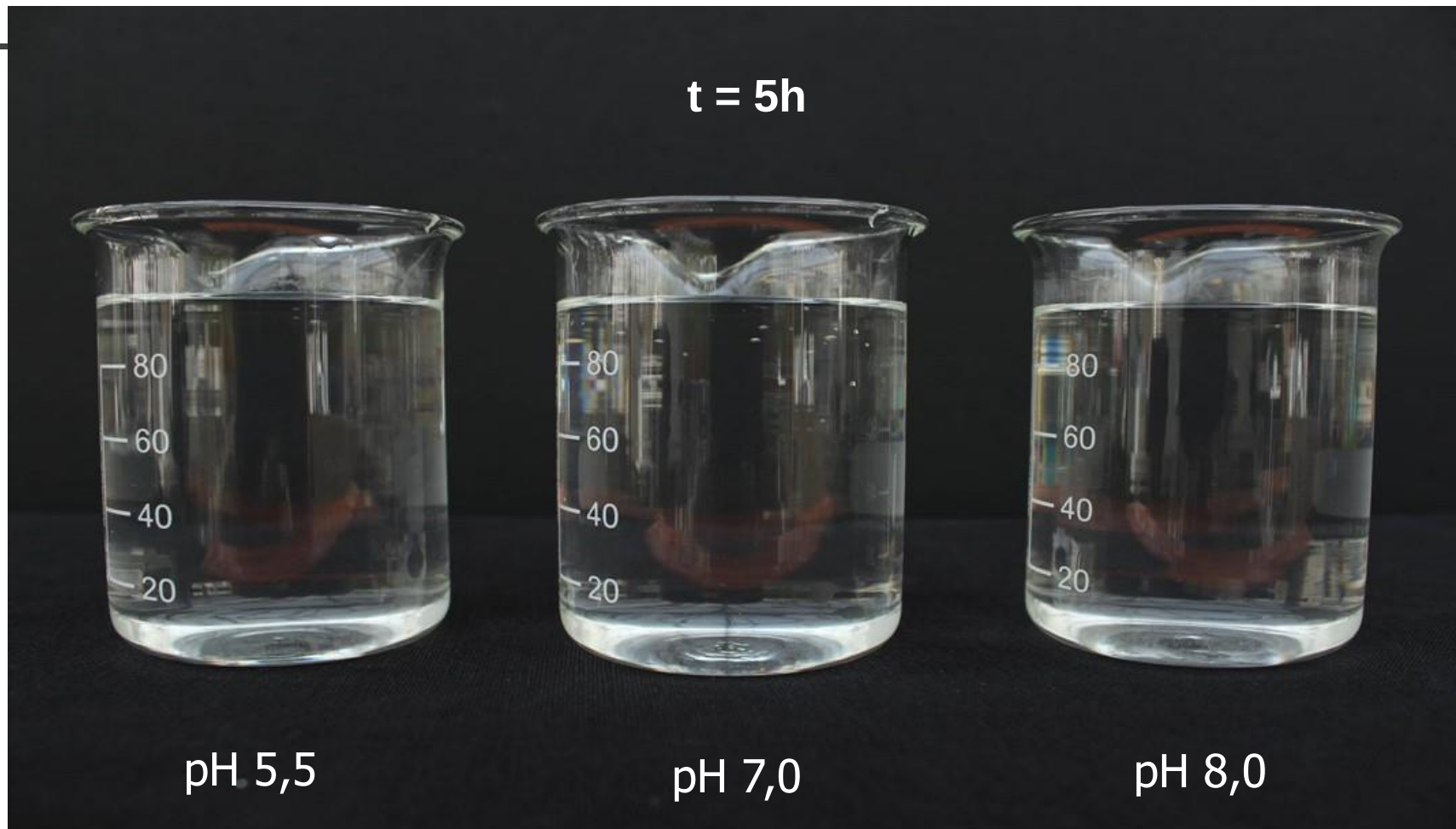


pH 8,0

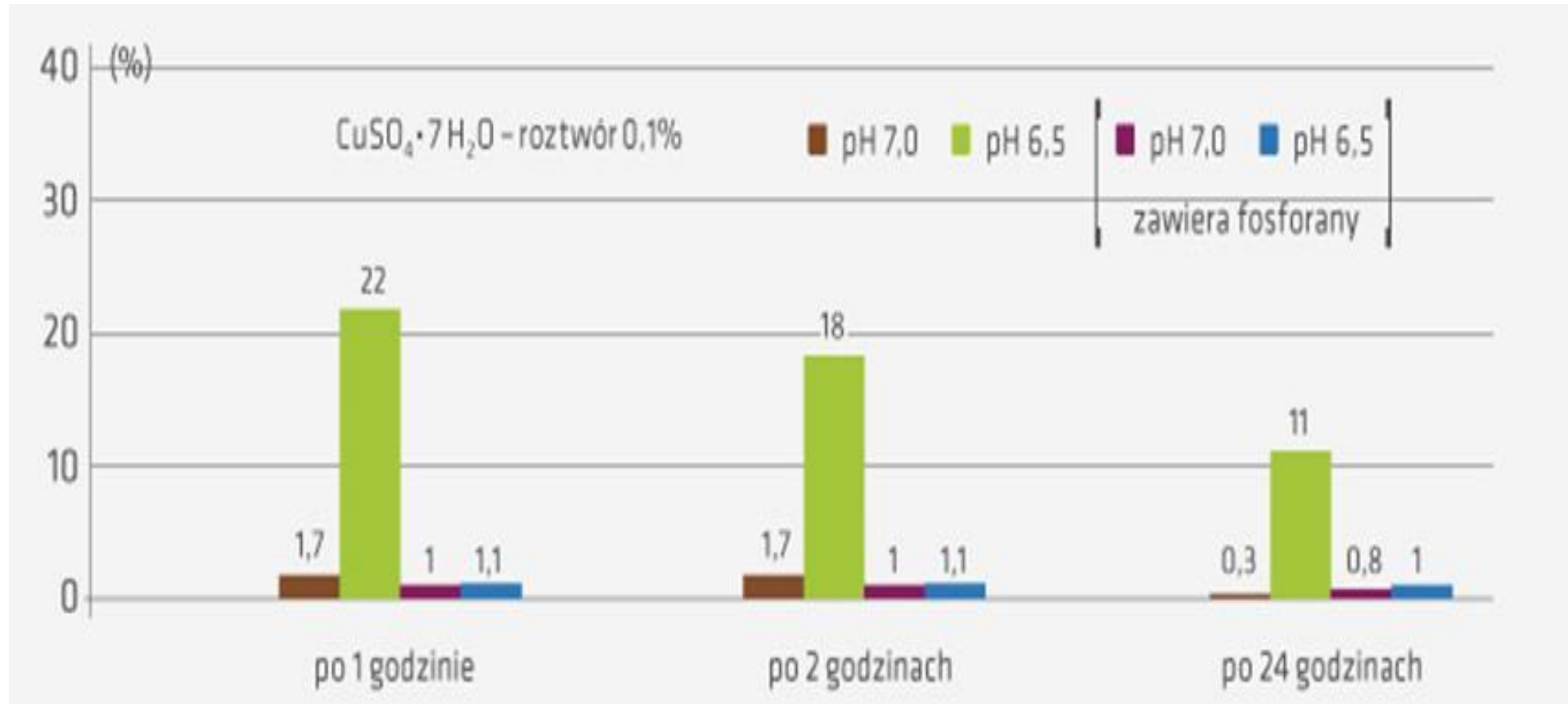
Chelat Zn

Roztwór 0,13% Zn

t = 5h



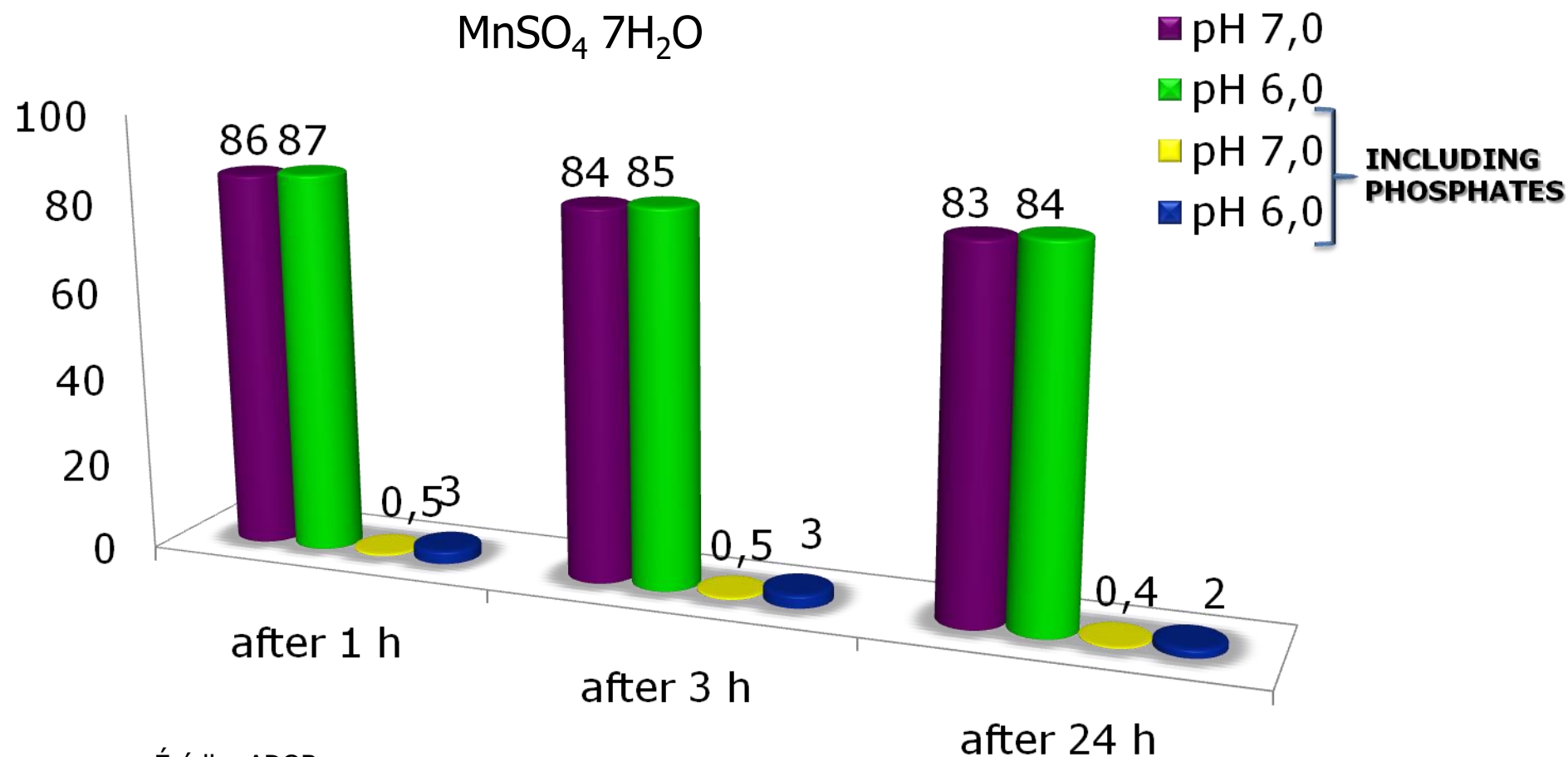
Dostępność miedzi w zależności od pH roztworu i zawartości fosforanów



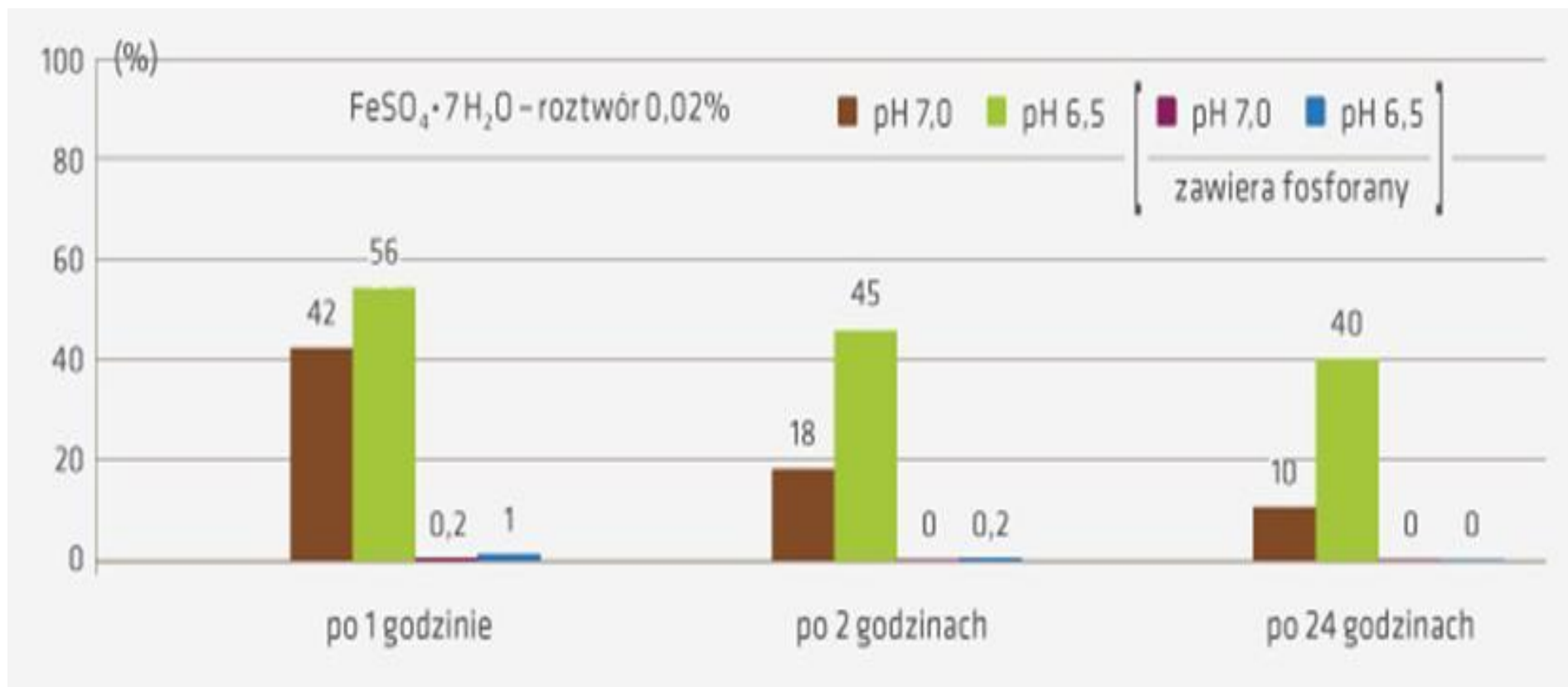
Mieszanie miedzi z borem

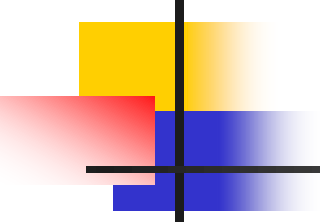


Dostępność manganu w zależności od pH roztworu i zawartości fosforanów



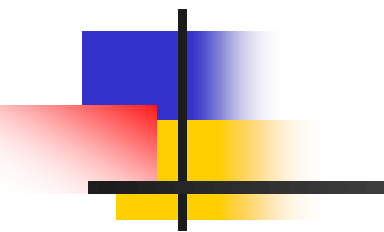
Dostępność żelaza w zależności od pH roztworu





Zalety chelatów

1. **Całkowita rozpuszczalność w wodzie chelatów niezależnie od pH wody użytej do sporządzenia roztworu w opryskiwaczu.**
2. **Skuteczność działania - duża ilość i szybkość dostarczenia mikroskładników do rośliny.**
3. **Brak negatywnych interakcji w cieczy roboczej jeśli pH wody wynosi >6 .**
4. **Wysoka stabilność, brak negatywnych interakcji w cieczy roboczej jeśli zawiera fosforany lub/i kwaśne węglany.**
5. **Bezpieczeństwo dla roślin - duża tolerancja przez rośliny, bez ryzyka poparzeń powodowanych silnie kwaśnymi reakcjami np. soli mineralnych.**



Profilaktyka mikroelementowa

**znaczenie planotwórcze
wybranych mikroelementów**

Klasyfikacja funkcjonalna pierwiastków w roślinie

Funkcje strukturalne – pierwiastki wchodzą w skład jednostek metabolicznych organizmu żywego (białka, lipidy, węglowodany, kwasy nukleinowe)

C, H, O, N, P, Mg, Si, S,
Ca

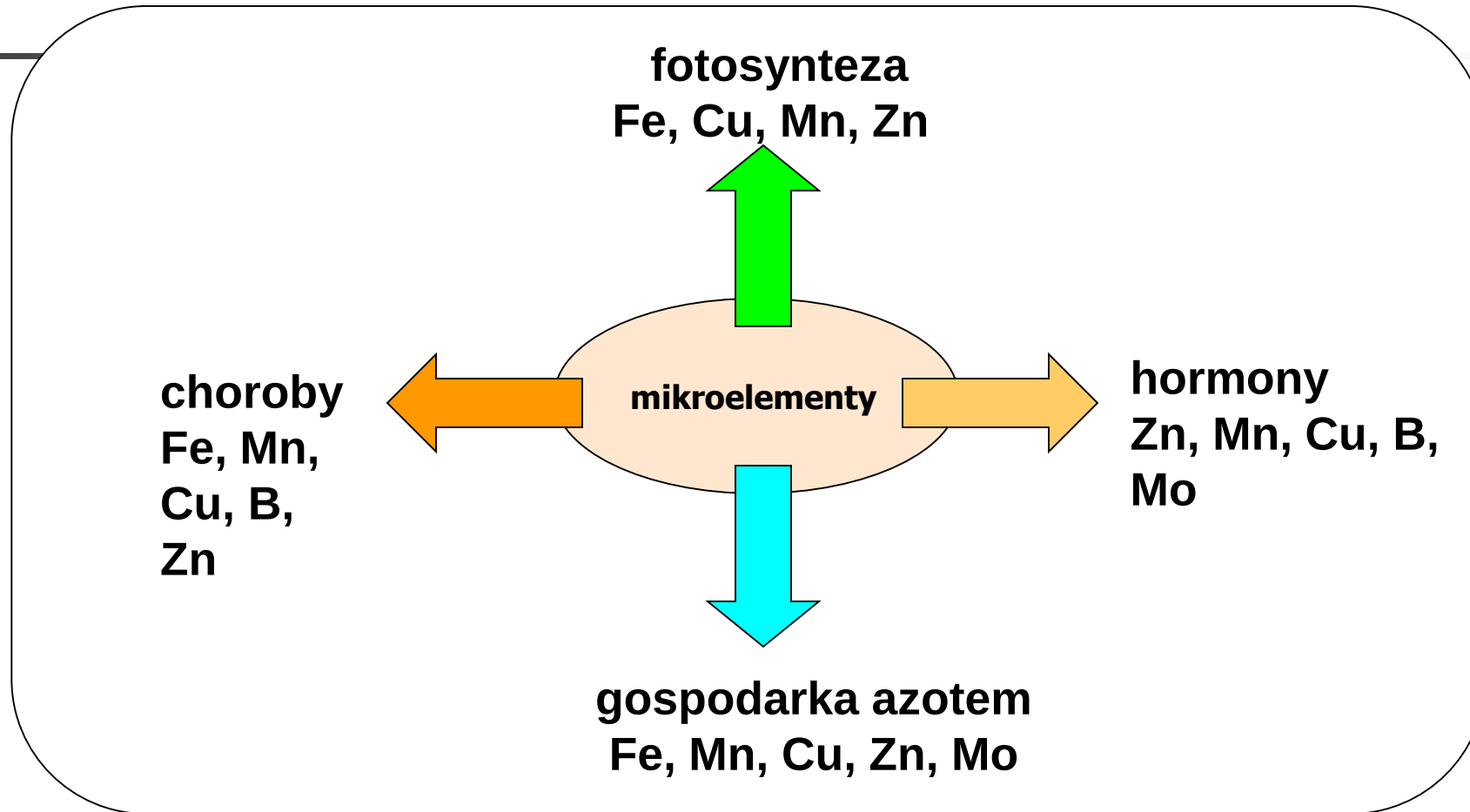
Funkcje elektrolityczne – pierwiastki tworzą potencjał osmotyczny komórek metabolicznych

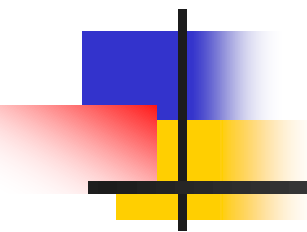
K, Na, Ca, Mg, Cl

Funkcje enzymatyczne – pierwiastki aktywują enzymy

Ca, Mg, B, Cu, Co, Fe, Mn, Mo, Ni, Zn, V

Główne funkcje mikroelementów w roślinie





Profilaktyka mikroelementowa

**czynniki kształtujące dostępność
mikroelementów dla roślin**

Czynniki kształtujące dostępność mikroelementów dla roślin

1. Glebowe

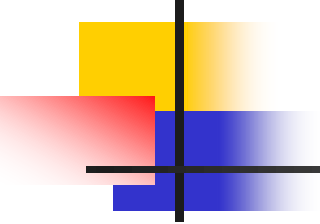
- **zawartość formy przyswajalnej**
- zawartość materii organicznej
- zawartość minerałów ilastych
- **odczyn gleby (pH)**
- wilgotność gleby - dostępność a wymywanie (**B, Mn, Mo**)
- **antagonizm i synergizm z innymi jonami**

2. Roślinne

- wrażliwość roślin – gatunek/odmiana;
- aktywność fizjologiczna korzeni roślin (zakwaszanie rizosfery)

3. Agrotechniczne

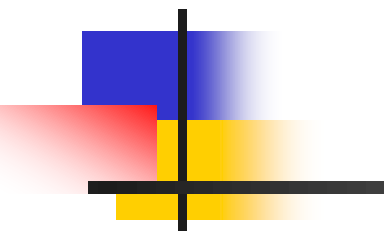
- zmianowanie
- nawożenie (profil gospodarstwa → **produkcja obornika**)



Wartość nawozowa obornika

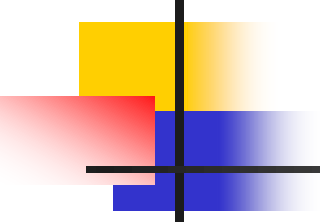
Przybliżona zawartość mikroelementów w oborniku (Maćkowiak i in., 1998, 2000)

Rodzaj obornika	Mikroelementy, g/30t świeżej masy				
	Fe	B	Mn	Zn	Cu
Bydlęcy	17000	156	2590	1296	162
Świński	18000	120	2160	1602	168



Produkty dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym

mineralne, naturalne



Produkty dopuszczone do stosowania w rolnictwie ekologicznym

- 1. Załącznik 1 - Wykaz nawozów i środków poprawiających właściwości gleby zakwalifikowanych do stosowania w rolnictwie ekologicznym. - aktualizacja 18.03.2022r. (65 stron)**
- 2. Załącznik 2. Wykaz produktów naturalnych innych niż nawozy i środki poprawiające właściwości gleby, które mogą być stosowane w rolnictwie ekologicznym. - aktualizacja 10.02.2022r. (7 stron)**



KUJAWSKO-POMORSKI
OŚRODEK DORADZTWA ROLNICZEGO
w Minikowie



Wojewódzki Fundusz Ochrony Środowiska
i Gospodarki Wodnej w Toruniu

Dziękuję bardzo za uwagę