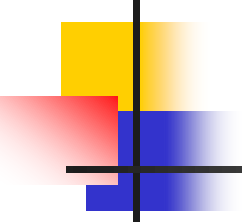


Nawożenie buraka cukrowego w nowych realiach rynkowych

prof. UPP dr hab. Witold Szczepaniak

Katedra Chemii Rolnej i Biogeochemii Środowiska
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu



Szczegółowa tematyka wykładu

- 1. Od czego zależy efektywność nawożenia azotem?**
- 2. Nawożenie podstawowe - P, K, Mg, S, N.**
- 3. Odżywanie roślin przez liście.**

Od czego zależy efektywność nawożenia azotem?

?????



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

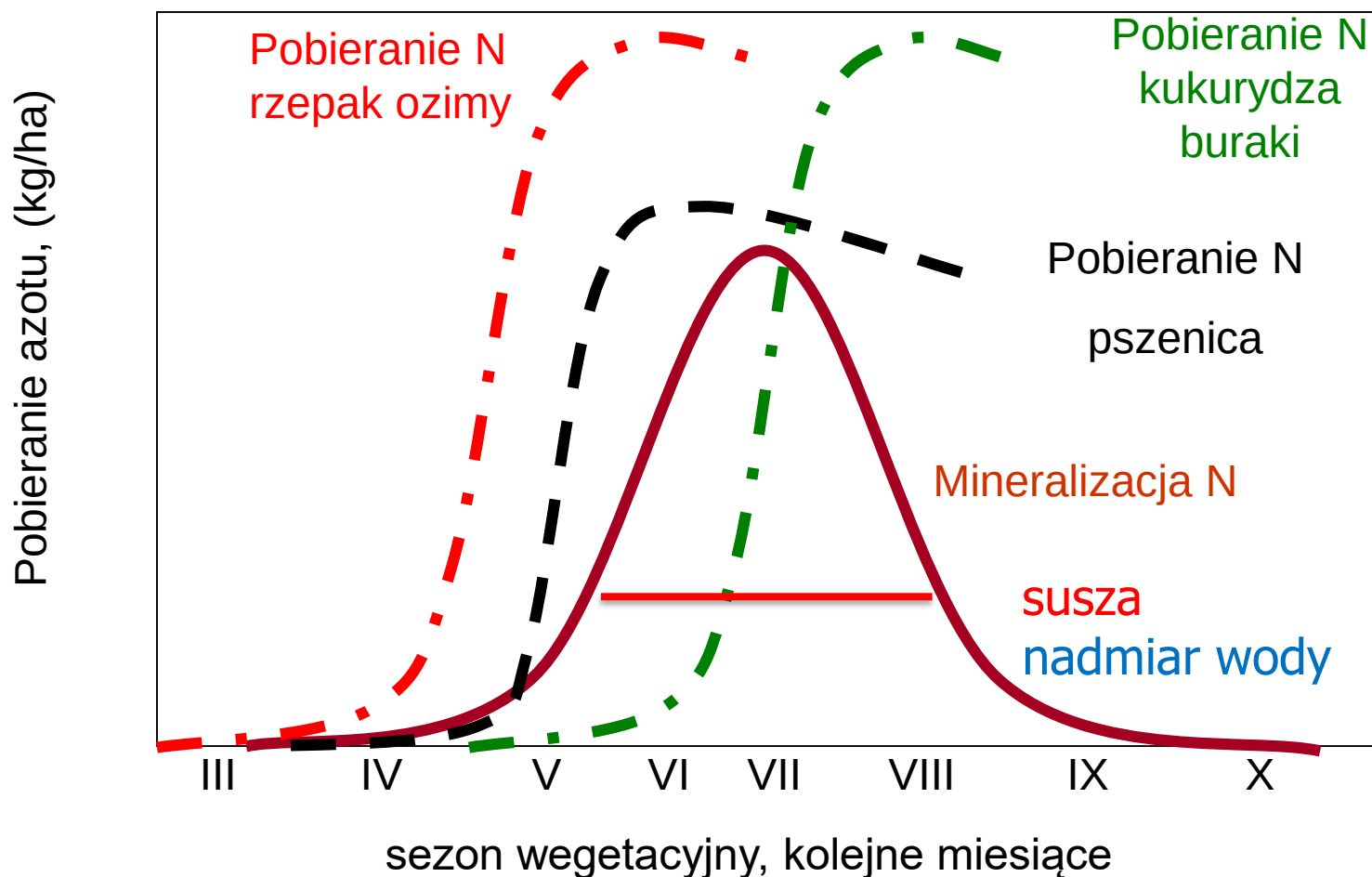
- zawartość azotu mineralnego w glebie???
- szybkość uwalniania się azotu z zasobów organicznych???
- dawka azotu....

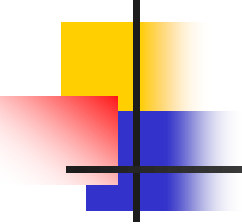
Zasoby azotu mineralnego wiosną w warstwie gleby 0-60 cm (kg N/ha)¹⁾

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

Mineralizacja N organicznego a potrzeby pokarmowe roślin uprawnych - dynamika



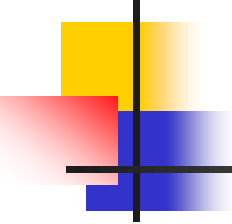


Azot będzie efektywny tylko wtedy kiedy zadbamy o pobieranie składnika z gleby i przetwarzanie go w roślinie!!!!

Na pobieranie składnika z gleby wpływ ma:

2. warunki pobierania

- a) wilgotność gleby; ilość i rozkład opadów;
- b) czynniki wpływające na wielkość systemu korzeniowego:
 - przygotowanie stanowiska - struktura warstwy uprawnej i podglebia,
 - odczyn gleby, toksyczność glinu, dostępność wapnia,
 - 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, Cu, Zn).**

Czynniki warunkujące efektywność azotu

podejście praktyczne

A. Eliminację czynników w „minimum”:

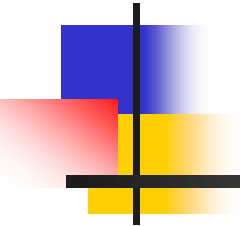
1. Regulację odczynu gleby,
2. Ustalenie optymalnego systemu nawożenia P i K.

B. Optymalizację nawożenia azotem:

1. Racjonalne ustalenie dawki nawozowej azotu,
2. Zwiększanie efektywności plonotwórczej pobranego azotu nawozowego:
 - bilansowanie azotu składnikami drugoplanowymi (Mg, S, Ca),
 - profilaktyczne stosowanie mikroelementów (B, Mn, Zn, Cu, inne).

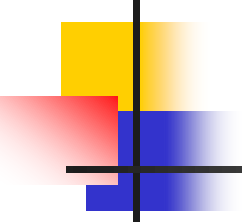
dawka **N**

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



Regulacja odczynu

Dlaczego wapnowanie stanowi fundament efektywnego nawożenia?



Cele wapnowania

1. Główne:

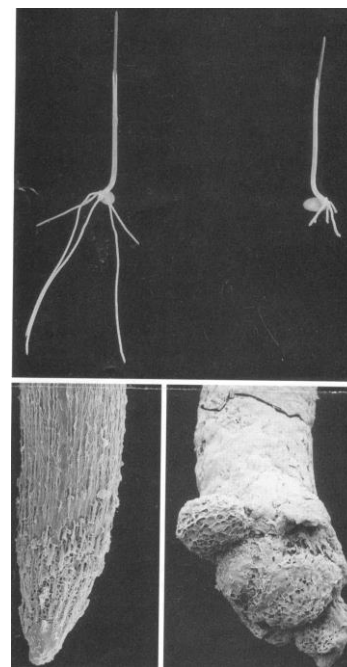
1. **Utrzymanie/wzrost plonów!!!**
2. **Zmniejszenie kosztów!!!**

2. Częstkowe:

- **Usunięcie toksyczności glinu, manganu i żelaza.**
- **Wzrost aktywności fizjologicznej rośliny.**
- **Utrzymanie/poprawa struktury gleby.**
- **Utrzymanie/poprawa pojemności wodnej i kationowej gleby.**
- **Uruchomienie składników mineralnych.**
- **Wzrost aktywności biologicznej gleby.**

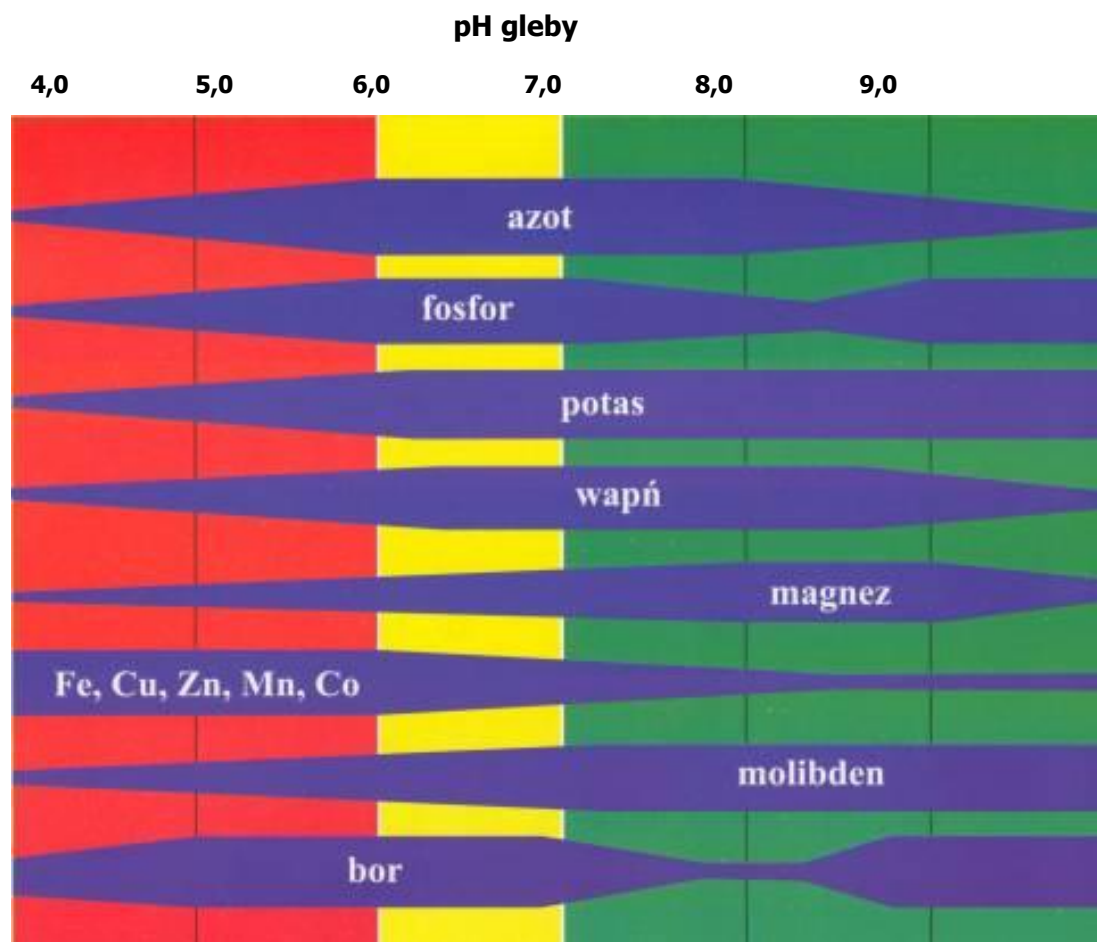
Czynniki stresowe działające na korzeń rośliny w glebie kwaśnej

- 1) akumulacja Al^{3+} w apoplaście korzenia;
- 2) niedobór wapnia (Ca) lub/i jednoczesne zachwianie równowagi stosunków molowych Ca/Al w apoplaście korzenia;
- 3) zwiększona koncentracja toksycznego manganu, Mn^{2+} ;
- 4) uwstecznienie związków fosforu oraz molibdenu w glebie.

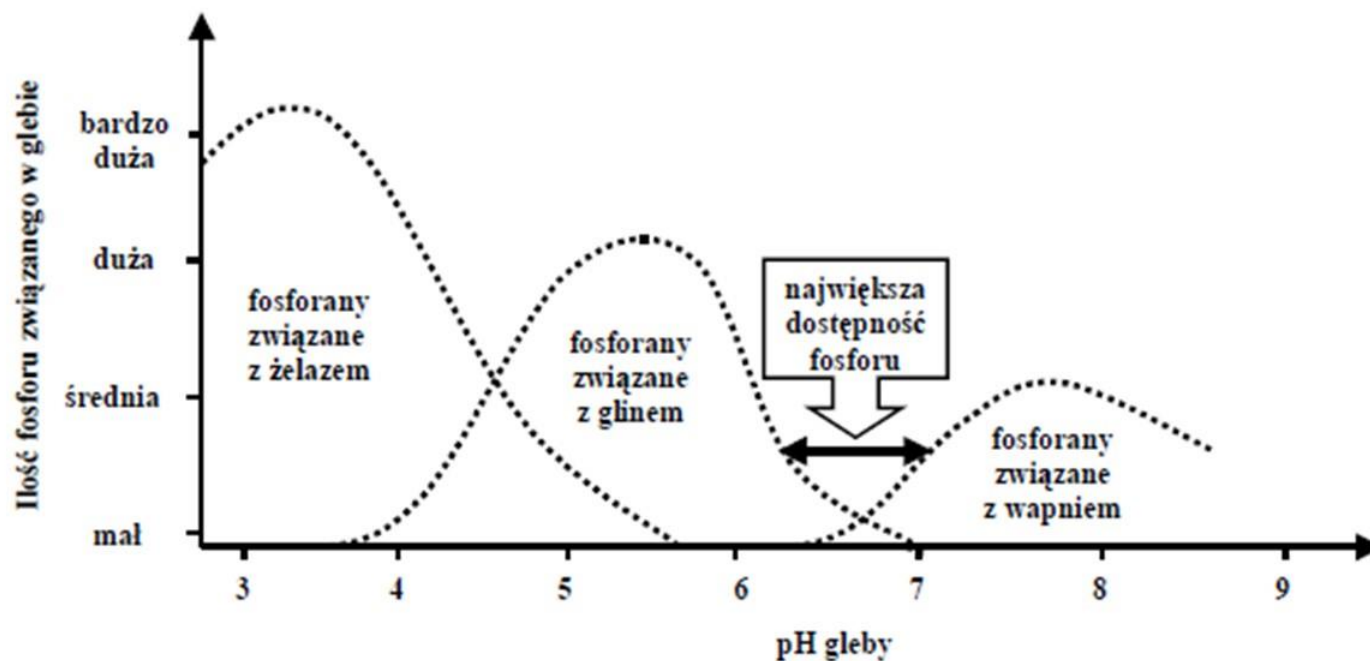


(Delhaize i Ryan, 1995)

pH gleby a dostępność składników

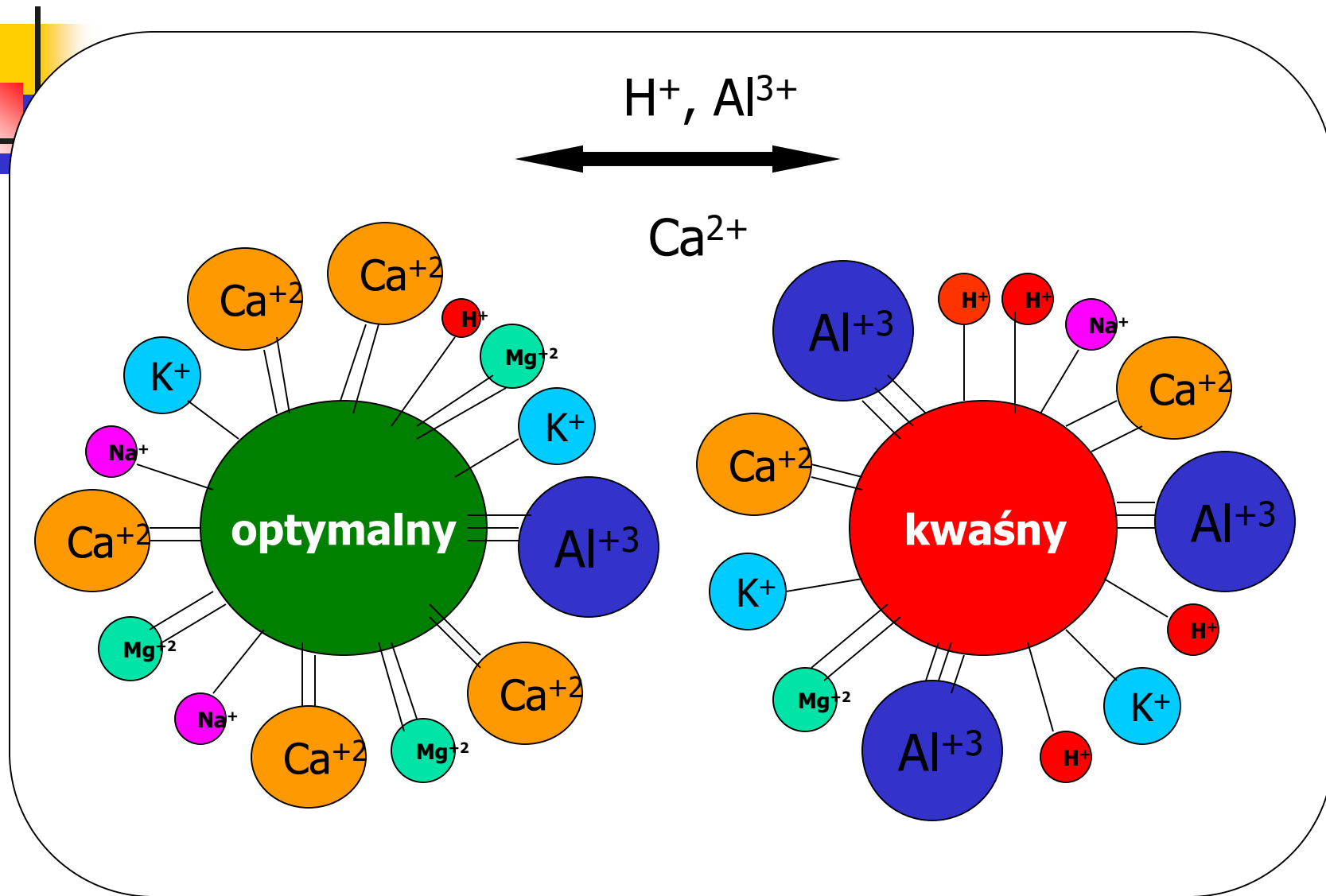


Frakcje fosforu w glebie



Wpływ odczynu gleby na wiązanie fosforu
(źródło: Instytut fosforowo potasowy, Kanada-USA)

Zubożenie glebowego kompleksu sorpcyjnego

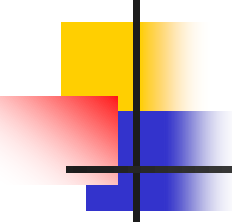




Produktywność gleb - rola wapnia

Kationy zasadowe, %	Wapń, Ca ²⁺ , %	Poziom wrażliwości roślin
< 45	< 35	Zbyt niski dla większości roślin
45 - 65	35 - 55	Umiarkowany dla roślin tolerancyjnych na zakwaszenie
66 - 85	56 - 70	Optymalny dla roślin tolerujących zakwaszenie
> 85	> 70	Optymalny dla roślin nie tolerujących zakwaszenia

źródło: Grzebisz 2009 (za Mehlich, 1978)



Objawy niedoborów wapnia

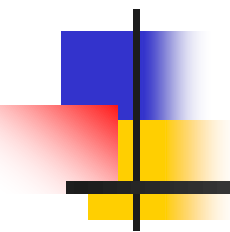
Zaburzenia w rozwoju systemu korzeniowego:

- **korzenie nitkowate;**
- **mała liczba rozgałęzień;**
- **mało włosników;**
- **barwa brunatna;**
- **śluzowaty nalot.**

Objawy niedoborów wapnia

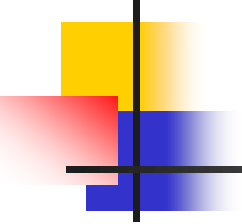
**Zamieranie stożków merystemów wierzchołkowych
(korzeniowych i pędów nadziemnych)**





Regulacja odczynu gleby

**Wapnowanie należy zawsze planować
w układzie gleba-roślina!!!**



Potrzeby wapnowania gleb mineralnych (gleby orne)

Ocena potrzeb wapnowania	Kategoria agronomiczna gleb			
	b. lekkie	lekkie	średnie	ciężkie
	pH w 1 mol KCl			
Konieczne	do 4,0	do 4,5	do 5,0	do 5,5
Potrzebne	4,1-4,5	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0
Wskazane	4,6-5,0	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5
*ograniczone	5,1-5,5	5,6-6,0	6,1-6,5	6,6-7,0
Zbędne	od 5,6	od 6,1	od 6,6	od 7,1

*** optymalny zakres odczynu dla danej kategorii agronomicznej gleby**

źródło: SCHR

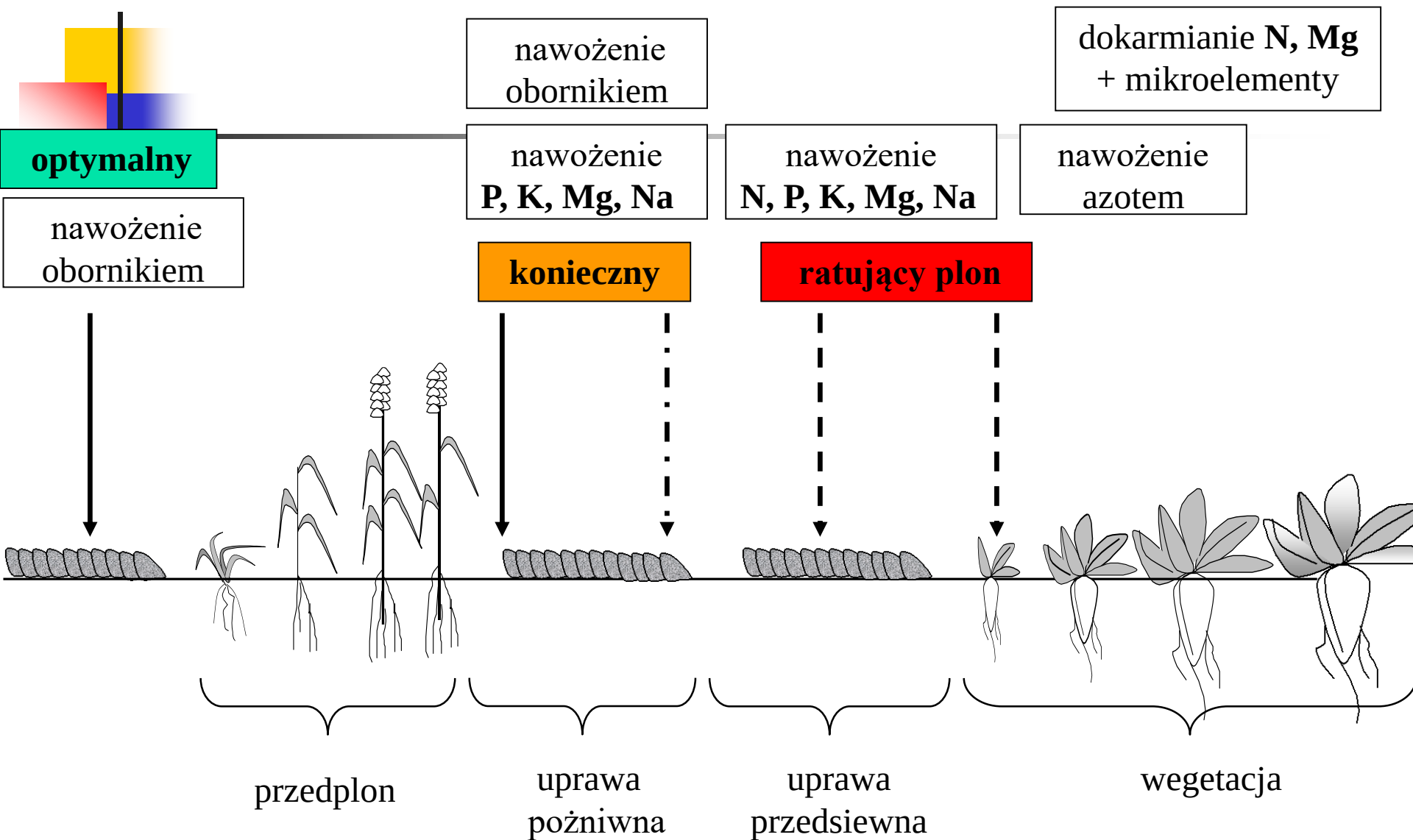
Zakresy tolerowanego i optymalnego pH gleby dla ważniejszych roślin uprawnych, Grzebisz i in., 2009

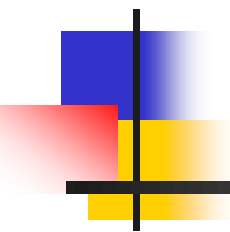
Gatunek rośliny	Zakres pH	Gatunek rośliny	Zakres pH
Zboża		Tytoń	6,5-7,5
Pszenica	5,5-7,5	Strączkowe	
Żyto¹	4,0-6,5	Łubin żółty	4,0-6,0
Pszenżyto	5,0-7,0	Bobik	6,0-7,5
Jęczmień²	6,0-7,5	Fasola	6,0-7,5
Owies	4,5-6,0	Groch	6,0-7,5
Kukurydza	5,5-7,0	Łubin biały	6,0-7,5
Gryka	5,0-6,5	Soja	6,0-7,0
Okopowe		Groch polny, peluszka	5,0-6,5
Burak cukrowy	5,5-7,5 (6,5-7,2)	Motylkowate pastewne, trawy	
Ziemniak	4,0-6,5	Seradela	4,5-6,5
Przemysłowe		Lucerna	6,0-7,5
Rzepak	5,5-7,5	Koniczyna czerwona	5,5-7,0
Len	5,5-6,5	Koniczyna biała	5,0-6,5
Konopie	6,5-7,5	Trawy pastewne	5,5-7,0

¹Rośliny tolerujące niski odczyn gleby,

²Rośliny nie tolerujące niskiego odczynu gleby

Terminy wapnowania w technologii uprawy i nawożenia buraków cukrowych

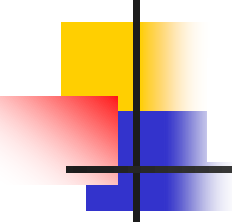




Nawożenie podstawowe

pokrycie potrzeb pokarmowych

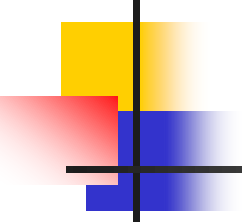
utrzymanie/poprawa żyzności gleby...



Określenie potrzeb nawozowych

Metoda bilansowa opracowana przez prof. Grzebisza UPP - P, K, Mg

- Określenie potrzeb pokarmowych.
- Wykonanie bilansu w/w składników w zmianowaniu z uwzględnieniem wartości nawozowej nawozów naturalnych i organicznych.
- Określenie zasobności gleby.
- Określenie krytycznej zasobności gleby w składniki pokarmowe (liczby graniczne) i w razie potrzeby przeprowadzenie korekty zasobności aktualnej.



Określenie potrzeb pokarmowych

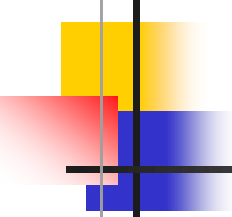
$$P_p = P \cdot P_j$$

P_p - potrzeby pokarmowe, kg/ha

P - zakładany plon, t·ha⁻¹

P_j - pobranie jednostkowe, kg/tonę plonu głównego wraz z odpowiednią ilością plonu ubocznego

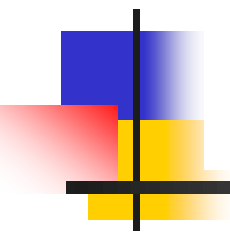
Pobranie składników pokarmowych przez buraki cukrowe - plon 60 t/ha



Organ rośliny	Składniki pokarmowe, kg ha ⁻¹					
	azot N	fosfor P₂O₅	potas K₂O	sód Na₂O	magnez MgO	wapń CaO
Korzenie	84	50	144	25	22	21
Liście	156	40	246	95	38	39
Pobranie całkowite	240	90	390	120	60	60
Pobranie jednostkowe	4,0 (3,5-6,5)	1,5 (1,2-2,0)	6,5 (5-8)	2,0 (1,2-2,5)	1,0 (0,7-1,2)	1,0 (0,8-1,5)
Pobranie względem N	1	0,37	1,63	0,50	0,25	0,25

źródło: opracowanie własne

Potrzeby pokarmowe 0,6-0,8 kg S (1,5-2,0 kg SO₃)/tonę korzeni + liście



Wartość nawozów naturalnych i organicznych

obornik, gnojowica, słoma

Przybliżona zawartość składników w wybranych nawozach

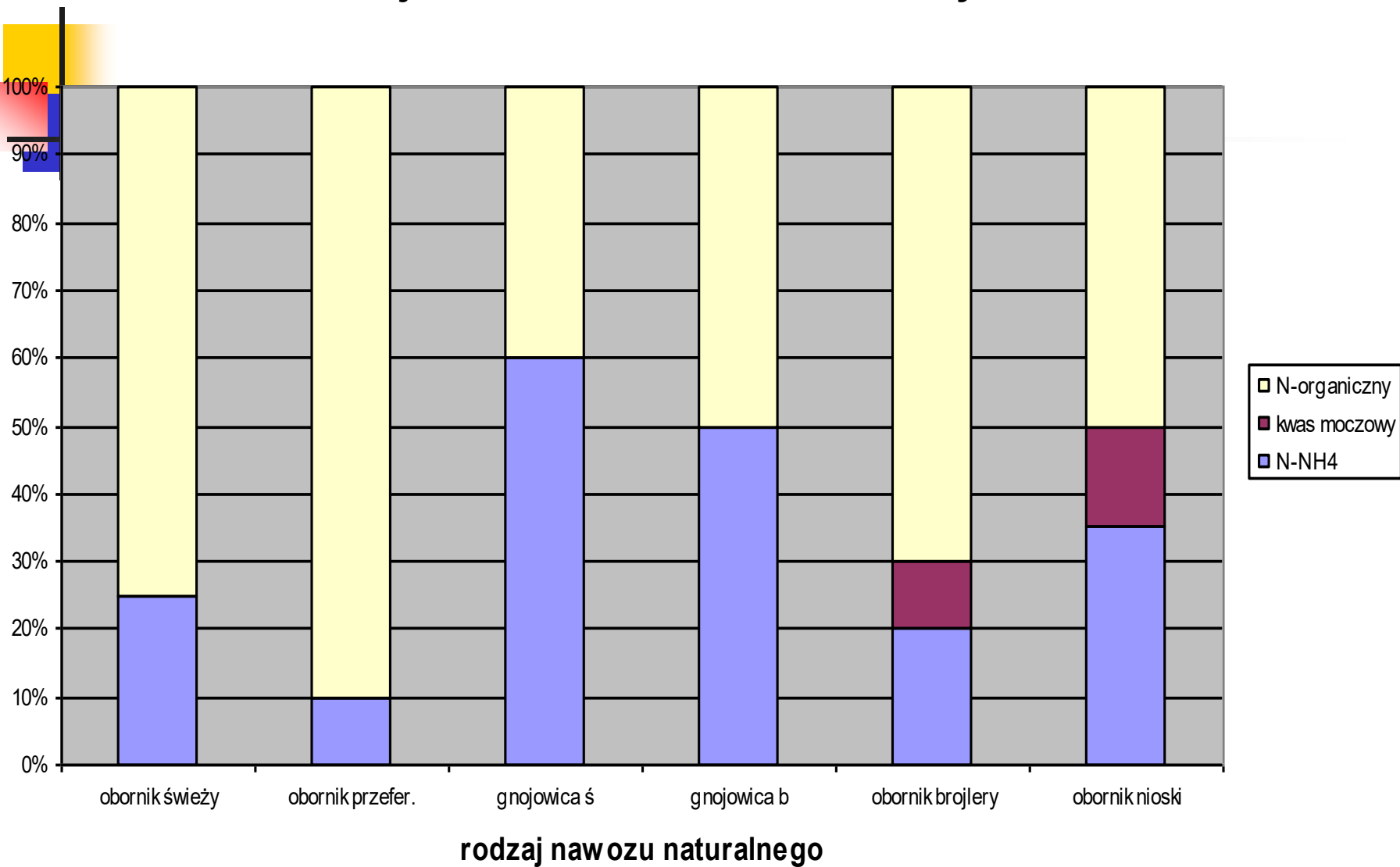
	Składniki pokarmowe kg/t lub m ³					
	Sucha masa %	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	MgO
Obornik bydlęcy	20-25	4-6	3-4	6-7	0,3-0,6	1-2
Obornik świński	20-25	6-7	7-8	5-6	0,5-0,8	2-3
Obornik drobiowy (świeży)	18-25	10-15	6-9	6-7	1-1,5	1,5-2,5
Obornik drobiowy (suchy)	45-55	20-25	15-20	12-14	2-3	4-6
Gnojowica bydlęca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

Przykładowy poferment 3,12 4,72 2,84 2,64 0,70 0,64

N-NH₄ → 10 tys. ≈ 100 kg mocznika

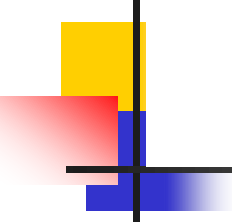
Źródło: wg różnych autorów

Frakcje azotu w nawozach naturalnych, %



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

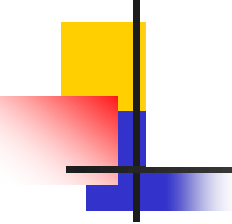


Przybliżona ilość podstawowych składników mineralnych w słomie, kg/tonę słomy

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

Przybliżona ilość podstawowych składników mineralnych w liściach,
kg/tonę świeżej masy liści

Liście buraczane	0,6	5	0,5
------------------	-----	---	-----



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

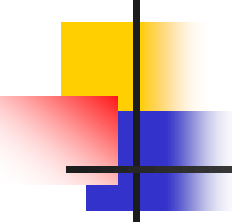
Liście buraczane 30 0,2 60 3,0 40 0,2

- przy założeniu, że słoma była dobrze rozdrobniona i zastosowano azot przed jej wymieszaniem z glebą - dotyczy słomy zbóż i kukurydzianej

Bilans fosforu w zmianowaniu, kg P₂O₅/ha, Grzebisz 2009 - modyfikacja

Elementy bilansu	Plony użytkowe	Resztki roślinne			
		Zebrane z pola		Pozostawione na polu	
		Straty	dopływ	Straty	dopływ
	t·ha ⁻¹	353	18,5	353	72,5
Buraki cukrowe					
Korzenie	60,0 ¹	36	-	36	-
liście	49,0 ²	42	3	42	31,5
Jęczmień jary					
Ziarno	6,0	48	-	48	-
sloma	6,0	12	2	12	6
Rzepak ozimy					
nasiona	4,5	81	-	81	-
sloma	11,5	54	11	54	27
Pszenica ozima					
Ziarno	8,0	64	-	64	
sloma	8,0	16	2,5	16	8
Saldo bilansowe	-	-334,5		-280,5	
Potrzeby nawozowe netto	-	334,5		280,5	
Obornik bydlęcy	30	+67,5		0,0	
Saldo bilansowe	-	-267		-280,5	
Potrzeby nawozowe	-	356		374	
Potrzeby nawozowe, kg P₂O₅/rok	-	89		93,5	

¹plon użytkowy; ²plon uboczny; resztki korzeniowe ~ 5-8% suchej masy nadziemnej buraków, zboża ~ 15%; rzepak ~ 20%; wykorzystanie fosforu z resztek roślinnych i słomy w 4-letnim zmianowaniu - 50%; wykorzystanie fosforu z obornika, liści buraków i nawozów w 4-letnim zmianowaniu - 75%



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

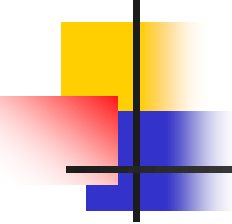
P_k - wartość krytyczna mieści się w granicach 14-18 mg P_2O_5 /100g gleby

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

źródło: Grzebisz 2009 - modyfikacja



Obliczanie dawki korekcyjnej fosforu dla buraka - przykład

Dane:

1. zasobność aktualna gleby - 12,0 mg P₂O₅/100g gleby
2. wartość krytyczna - 16,0 mg P₂O₅/100g gleby

$$\frac{(P_k - P_a) \cdot 30}{0,75} = \frac{(16,0 - 12,0) \cdot 30}{0,75} = \frac{120}{0,75} = 160 \text{ kg P}_2\text{O}_5/\text{ha}$$

Bilans potasu w zmianowaniu, kg K₂O/ha, Grzebisz 2009 - modyfikacja

Elementy bilansu	Plony użytkowe	Resztki roślinne			
		Zebrane z pola		Pozostawione na polu	
		Straty	dopływ	Straty	dopływ
	t·ha ⁻¹	971	115,5	971	711
Buraki cukrowe					
Korzenie	60,0 ¹	60	-	60	-
liście	49,0 ²	265	21	265	~238,5
Jęczmień jary					
Ziarno	6,0	36	-	36	-
słoma	6,0	90	13,5	90	81
Rzepak ozimy					
nasiona	4,5	45	-	45	-
słoma	11,5	315	63	315	283,5
Pszenica ozima					
Ziarno	8,0	40	-	40	
słoma	8,0	120	18	120	108
Saldo bilansowe	-	-855,5		-260	
Potrzeby nawozowe netto	-	855,5		260	
Obornik bydlęcy	30	+189		0,0	
Saldo bilansowe	-	-666,5		-260	
Potrzeby nawozowe	-	~740,5		~289	
Potrzeby nawozowe, kg K₂O/rok	-	~185		~72	

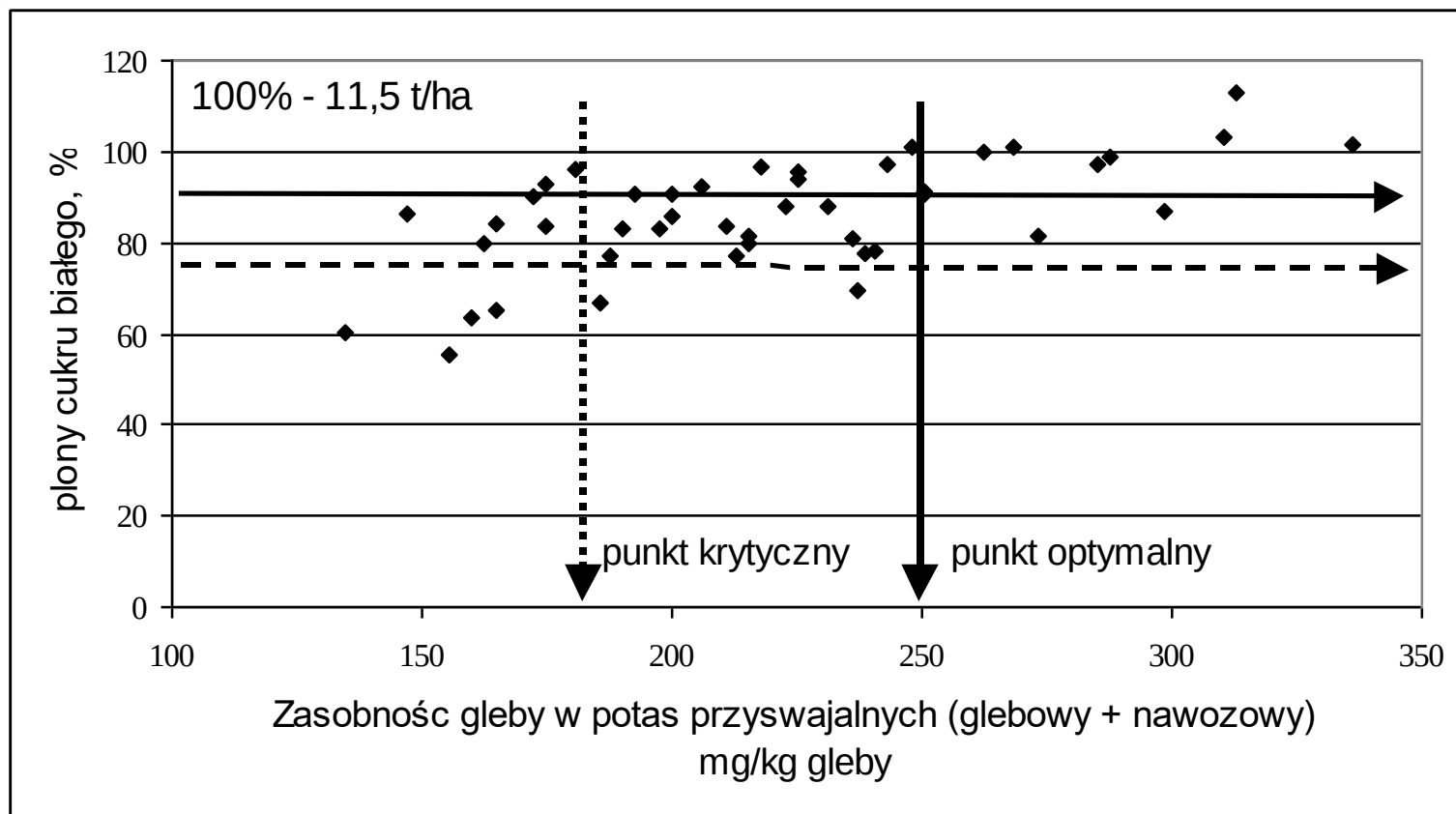
¹plon użytkowy; ²plon uboczny; resztki korzeniowe ~ 5-8% suchej masy nadziemnej buraków, zboża ~ 15%; rzepak ~ 20%; wykorzystanie potasu z resztek roślinnych, słomy i liści buraków w 4-letnim zmianowaniu - 90%; wykorzystanie potasu z obornika i nawozów w 4-letnim zmianowaniu - 90%

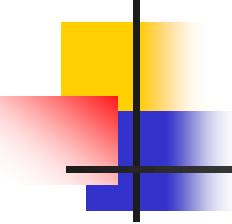
Liczby graniczne na tle zawartości przyswajalnego potasu w glebach mineralnych, mg K₂O/100g gleby - metoda Egnera-Riehma

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, w tym buraka
 - przedział optymalny dla zbóż

Plony cukru, jako funkcja zasobności gleby w potas





Korekta zasobności gleby w przyswajalny potas

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

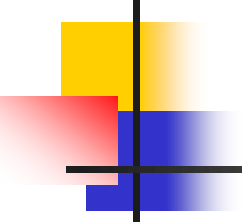
D_{K_2O} - dawka potasu w nawozach, kg K_2O /ha

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 dla buraka - 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

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

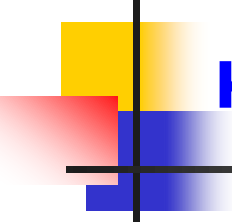
Bilans magnezu w zmianowaniu, kg Mg/ha, Grzebisz 2006 - modyfikacja

Elementy bilansu	Plony użytkowe	Resztki roślinne			
		Zebrane z pola		Pozostawione na polu	
		Straty	dopływ	Straty	dopływ
	t·ha ⁻¹	~127	9,0	127	45
Buraki cukrowe					
Korzenie	60,0 ¹	18	-	18	-
liście	49,0 ²	30	~2,0	30	~23
Jęczmień jary					
Ziarno	6,0	9,0	-	9,0	-
słoma	6,0	8,5	~1,0	8,5	~4,0
Rzepak ozimy					
nasiona	4,5	13,5	-	13,5	-
słoma	11,5	23,0	~4,5	23,0	~12,0
Pszenica ozima					
Ziarno	8,0	13,0	-	13,0	
słoma	8,0	11,5	~1,5	11,5	~6,0
Saldo bilansowe	-	-118		-82	
Potrzeby nawozowe netto	-	118		82	
Obornik bydlęcy	30	+34,0		0,0	
Saldo bilansowe	-	-84		-82	
Potrzeby nawozowe	-	~112		~109	
Potrzeby nawozowe, kg Mg/rok	-	~28		~27	

¹plon użytkowy; ²plon uboczny; resztki korzeniowe ~ 5-8% suchej masy nadziemnej buraków, zboża ~ 15%; rzepak ~ 20%; wykorzystanie magnezu z resztek roślinnych i słomy w 4-letnim zmianowaniu - 50%; wykorzystaniemagnezu z obornika, liści buraków i nawozów w 4-letnim zmianowaniu - 75%

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	5,0	5,0-6,0	6,0-8,0	8,0-10,0



Korekta zasobności gleby w przyswajalny magnez

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

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

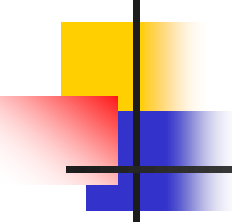
P_k - wartość krytyczna, zgodna z opisem do powyższej tabeli

P_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 fosforu nawozów w zmianowaniu

źródło: Grzebisz 2009 - modyfikacja



Obliczanie dawki korekcyjnej magnezu dla buraka - przykład

Dane:

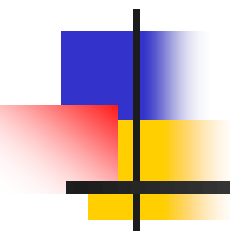
1. gleba średnia,
2. Zawartość aktualna - 4,0 mg Mg/100g gleby
3. Krytyczna zawartość gleby w przyswajalny magnez - 7,0 mg Mg/100g gleby

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

Dobór nawozów i terminu aplikacji

??????





Siarka

**Kontrola pobierania i metabolizmu
azotu w roślinie**

Bieżący problem - siarka



Szczepaniak W.



Grzebisz W.

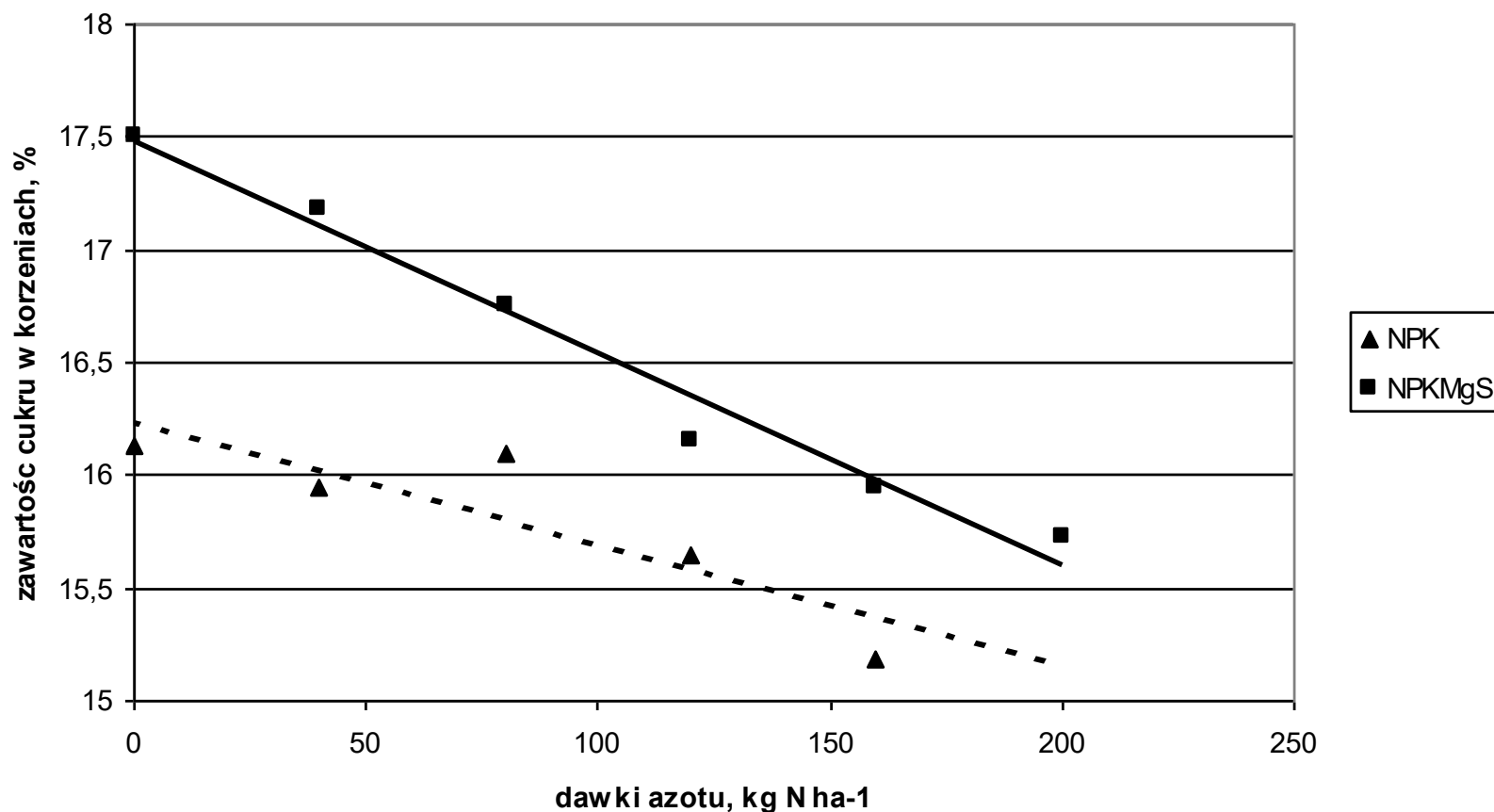
Potrzeby pokarmowe 0,6-0,8 kg S (1,5-2,0 kg SO_3)/tonę korzeni + liście

Współdziałanie azotu, magnezu i siarki a plony korzeni i cukru

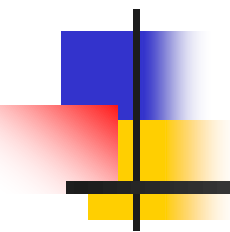
Plon i jakość korzeni Yield and its quality	Dawki azotu, N rates, kg N/ha	
	60 (+ Mg)	180 (- Mg)
Plon korzeni t/ha / Yield of roots	52,94	57,40
Zawartość cukru % / Sugar content	18,36	16,59
N α -aminowy / Mmol/100 g miazgi	1,86	3,88
K mmol/100 g miazgi	4,05	3,70
Na mmol/100 g miazgi	1,02	0,82
Straty % / Sugar losses	2,12	2,55
Cukier technologiczny, % / Recoverable sugar	16,24	14,04
Plon cukru t/ha / Recoverable sugar yield	8,597	8,059

Źródło: KCHR

Bilansowanie azotu magnezem i siarką a zawartość cukru w korzeniach

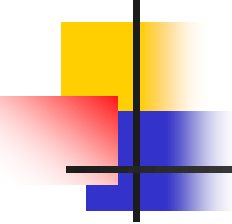


źródło: Grzebisz, 2010



Nawożenie azotem

dawka



Dawka azotu

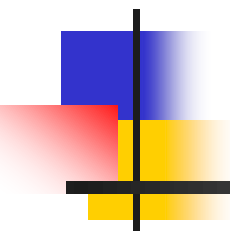
metoda N_{min}

$$D_N = (P \cdot P_j) - [N_{min} + N_k]$$

$$D_N = (P \cdot P_j) - [1,5-1,75N_{min} + N_k]$$

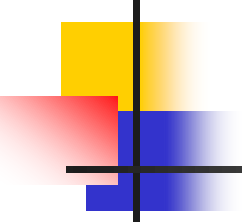
gdzie:

- | | |
|-----------|--|
| D_N | - dawka azotu, kg N/ha; |
| P | - plon korzeni, t/ha; |
| N_{ip} | - indeks pobrania azotu, kg N t korzeni + odpowiednia masa liści; |
| N_{min} | - zawartość azotu mineralnego w glebie w warstwie 0-90 cm, przed siewem; |
| N_k | - korekta dawki azotu, np. dopływ z nawozów naturalnych. |



Nawożenie azotem

obliczenia....



Obliczenie dawki azotu metodą $N_{\min}$

Dane:

1. Zakładany plon korzeni, $P = 60 \text{ t ha}^{-1}$;
2. Pobranie jednostkowe azotu, $P_j = 4 \text{ kg}$; **5 kg**; **3,5 kg**
3. Zawartość azotu mineralnego w warstwie 0-90 cm,
 $N_{\min} = 60 \text{ kg N ha}^{-1}$;

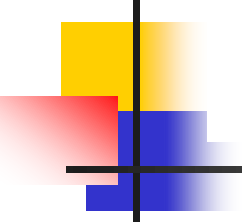
Obliczenia:

- a. $D_N = (60 \cdot 4) - 1,5 \cdot 60 = 240 - 90 = 150 \text{ kg N/ha}$
- b. $D_N = (60 \cdot 4) - 1,75 \cdot 60 = 240 - 105 = 135 \text{ kg N/ha}$

$$D_N = (60 \cdot 4) - 60 = 240 - 60 = 180 \text{ kg N/ha}$$

Wyznaczanie dawki azotu dla buraków cukrowych metoda bilansową - plon korzeni 60t·ha⁻¹

Składniki bilansu	Warianty	
	bez obornika	z obornikiem
Pobranie azotu, kg N·ha ⁻¹	240,0	240,0
Azot mineralny w glebie wiosną, kg N·ha ⁻¹	-60,0	-60,0
Mineralizacja N glebowego, kg N·ha ⁻¹	-90,0	-90,0
Azot uwolniony z obornika, kg N·ha ⁻¹	0,0	-50,0
Suma wartości ujemnych (2+3+4)	-150,0	-200,0
Saldo bilansowe (1-5), kg N·ha ⁻¹	90,0	40,0
Współczynnik wykorzystania azotu	0,70	0,70
Dawka azotu - zaokrąglona (6:7), kg N·ha ⁻¹	130,0	60,0



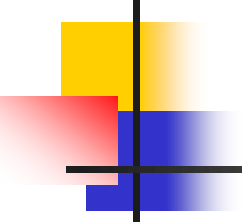
Termin nawożenia azotem

Podział dawki:

1. 50-70% przedsiewnie

2. 50-30% w fazie 4-6 liści

**Czy można azot zastosować w jednej dawce,
przed siewem?**



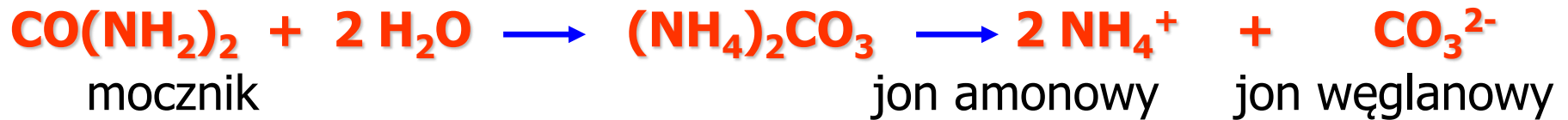
Dobór nawozów/form azotu

1. Amonowa - NH_4^+

2. Saletrzana - NO_3^-

3. Amidowa - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$

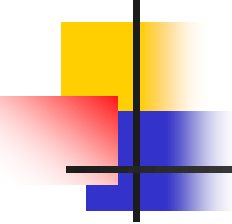
RSM $\longrightarrow$ $\text{NH}_4\text{NO}_3\text{CO}(\text{NH}_2)_2$



Szybkość hydrolizy mocznika + nitryfikacja

mocznik z inhibitorem ureazy - czas hydrolizy + 10 dni

Temperatura gleby, °C	Hydroliza mocznika, dni
2	4
10	2
20	1
	Nitryfikacja (50% N), tygodnie
5 (do 7) - wartość krytyczna	6
8	4
10	2
20	1



Straty gazowe do atmosfery

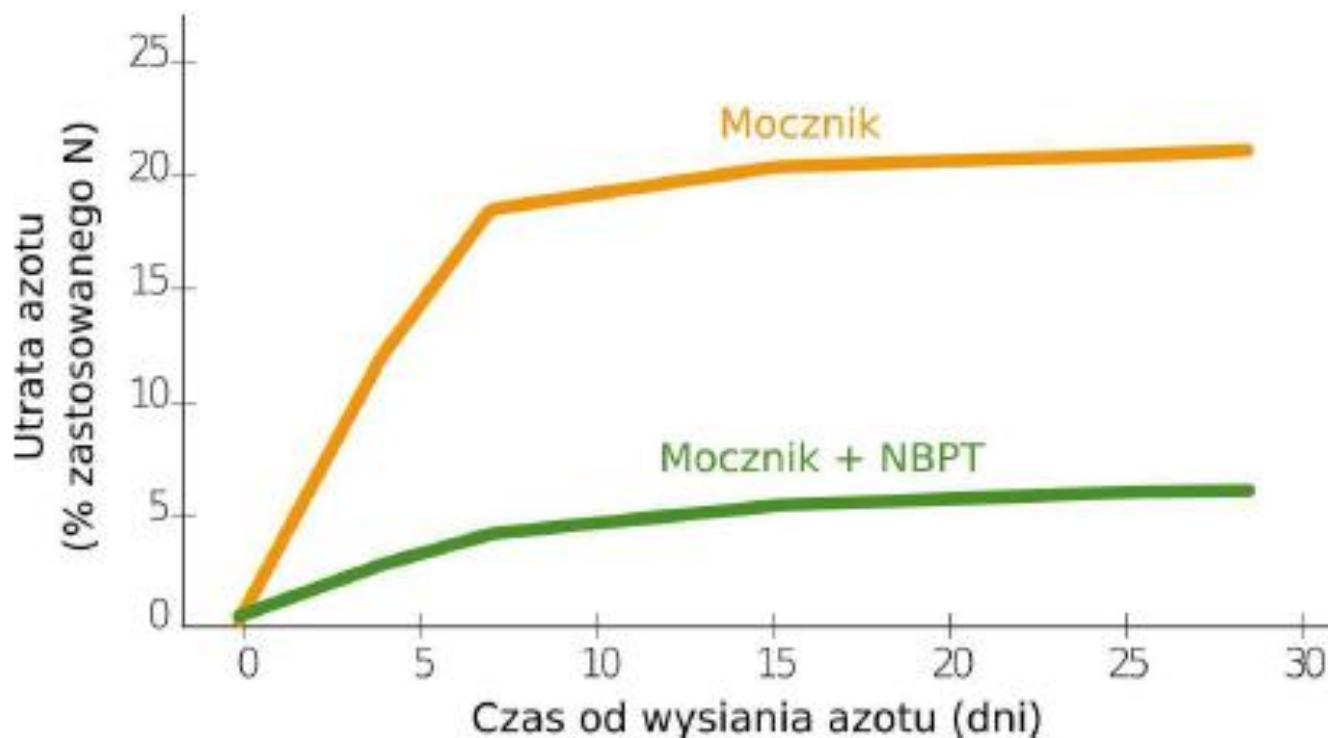
Mechanizm ulatniania NH_3 z gleby



warunki: wysokie pH gaz

Nawozy azotowe - inhibitory ureazy

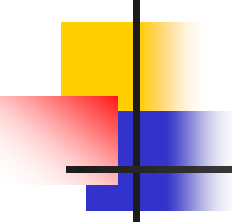
Redukcja ulatniania się azotu, Basten i in., 1995



Porównanie strat NH_3 przy powierzchniowym stosowaniu nawozów, Cantarella i in., 2009

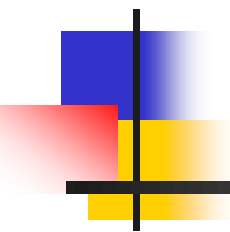
Lokalizacja	Miesiąc	Warunki pogodowe	Straty NH_3 , % zastosowanego N			Redukcja strat dzięki NBPT, %
			Saletra amonowa	Mocznik	Mocznik + NBPT	
Rib. Preto	czerwiec	sucho	0,3	15,2	11,2	26
Araras II	sierpień	sucho	0,4	16,4	13,4	18
Iracemapolis	wrzesień	sucho	0,2	25,4	15,2	40
Araraquara	październik	sucho	0,2	25,1	21,3	15
Araras	listopad	deszcz	0,1	11,2	7,2	36
Jaboticabal	listopad	intensy. deszcz	0,1	1,1	0,8	-
Pirasununga	grudzień	deszcz	0,1	7,2	1,6	78
średnio			0,2	16,8	11,7	30

Wyniki eksperymentów polowych na glebach pokrytych pozostałościami roślin.



Czynniki sprzyjające stratom NH_3 z gleby

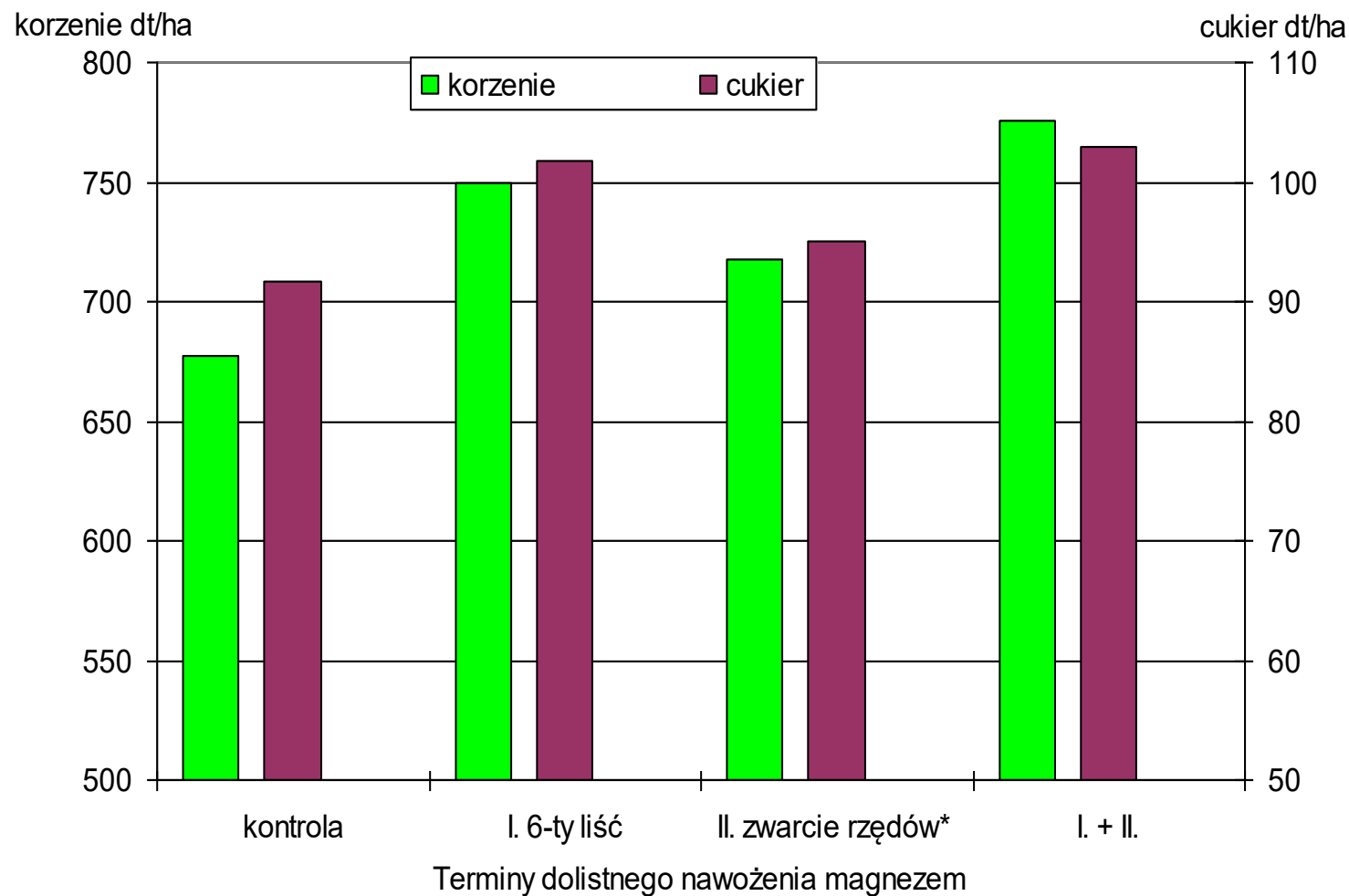
1. Wysokie temperatury;
2. Wiatr → przyspiesza przesychanie gleby;
3. Niska wilgotność gleby;
4. Mały kompleks sorpcyjny gleby → mała pojemność względem NH_4^+ ;
5. Wysokie pH gleby.

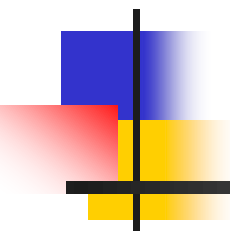


Odżywanie roślin przez liście

„współdziałanie nawożenia doglebowego z dokarmianiem dolistnym...”

Dolistne dokarmianie buraka cukrowego magnezem a plony korzeni i cukru



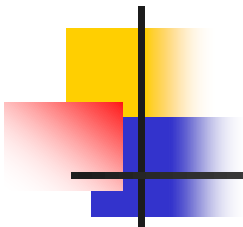


Buraki cukrowe

Bor, mangan, cynk

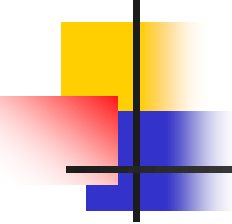
Generalnie przyjmuje się, że w zależności od warunków i rodzaju stosowanych nawozów dawka składnika zastosowanego nalistnie powinna mieścić się w zakresie od 50 nawet do 300% potrzeb pokarmowych!!!

Przybliżone pobranie mikroskładników przez buraki cukrowe, w g/1 tonę korzeni + liście



B	Mn	Zn	Cu
8,0-12,0	6,0-10,0	4,0-8,0	0,8-1,6

różne źródła - opracowanie własne



Dokarmianie dolistne mikroelementami:

Bor co najmniej 3 razy, inne mikroelementy 2 razy!!!

1. Bor

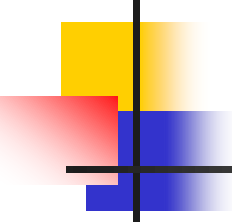
- od stadium 4-6 liści do dwóch tygodni po zwarcu rzędów;
- **później - wczesny zabieg na chwościka;**

2. Mn, Zn, (Cu)

- 3 pary liści właściwych;
- zwarcie międzyrzędzi;

Czy wystarczy sam obornik?





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
Bydłęcy	17000	156	2590	1296	162
Świński	18000	120	2160	1602	168



Dziękuję bardzo za uwagę!!!