

PLANOWANIE ZMIANOWAŃ W BEZINWENTARZOWYCH GOSPODARSTWACH EKOLOGICZNYCH



dr hab. Krzysztof Jończyk

***Konferencja pt.: Rolnictwo ekologiczne w świetle strategii Zielonego Ładu.
Różaniec/Tarnogród, 21-22 czerwca 2022 r.***

Agroekosystemy stworzone przez człowieka powinny naśladować naturalne ekosystemy, które charakteryzuje między innymi bioróżnorodność.

Płodozmian to system zagospodarowania ziemi uprawnej oparty na zaplanowanym z góry na wiele lat następstwie roślin po sobie, **który powinien naśladować mechanizmy, zjawiska i relacje zachodzące między organizmami w przyrodzie** w celu utrzymania **różnorodności biologicznej**.

Płodozmian w swej klasycznej postaci ma do spełnienia kilka podstawowych funkcji. Są to funkcje:

- **produkcyjna**
- **regulacyjna**
- **ochronna**
- **organizacyjna**

Funkcja produkcyjna

Mierzona wielkością i jakością plonu

Jest wynikiem reakcji rośliny następczej
na stanowisko pozostawione przez przedplon.

Rośliny przedplonowe decydują o:

- **fizycznych właściwościach gleby** kształtujących się w okresie wegetacji i podczas zbioru rośliny przedplonowej;
- **chemicznych właściwościach resztek poźniwnych** jako dostarczyciela substancji organicznej, a po jej rozkładzie - makro i mikropierwiastków;
- **pojawianiu się samosiewów i diaspor chwastów w glebie,**
- **przenoszeniu patogenów i zagrożeniu chorobowym rośliny następczej oraz występowaniu szkodników;**
- **pozostałości szkodliwych substancji toksycznych** (np. substancje aktywne pestycydów, związki fenolowe z rozkładu resztek poźniwnych itp.);

Podstawowa zasada gospodarki płodozmianowej:

***Dany gatunek roślin plonuje tym wyżej,
im rzadziej jest uprawiany na tym samym polu***

Funkcje regulacyjne płodozmianu

Płodozmian:

- **wspomaga i utrzymuje żyzność i urodzajność gleb poprzez dostarczanie różnej ilości i jakości resztek poźniwnych,**
- **ułatwia gromadzenie węgla organicznego i właściwą gospodarkę substancją organiczną,**
- **intensyfikuje i reguluje życie mikrobiologiczne gleby,**
- **poprawia warunki powietrzno-wodne i strukturę gleby,**
- **ogranicza występowanie agrofagów (chwastów, chorób i szkodników) związanych z monokulturową uprawą roślin.**

Funkcje ochronne płodozmianu

Bezpośrednio na polu:

- ogranicza wymywanie składników pokarmowych,
- zapobiega kompensacji chwastów,
- ogranicza występowanie chorób i szkodników,
- wpływa na zachowanie bioróżnorodności pól uprawnych,
- zapobiega erozji wodnej i wietrznej,

Pośrednio:

- chroni ekosystemy przyległe przez eutrofizacją,
- kształtuje i ochrania krajobraz rolniczy,
- przyczynia się do sekwestracji CO₂ w glebie i ograniczenia emisji gazów cieplarnianych.

Funkcje organizacyjne

- ułatwia planowanie i organizację zadań związanych z agrotechniką roślin uprawnych;
- zapobiega spiętrzeniom prac polowych;
- poprzez wprowadzenie na pola większej liczby gatunków ogranicza ryzyko ich uprawy w zależności od warunków pogodowych;
- zapewnia stabilny dochód w gospodarstwie przy wahaniami cen produktów na rynkach rolniczych;
- ułatwia sporządzanie bilansu paszowego w gospodarstwie;

Czynniki agrotechniczne i ich rola w kształtowaniu plonów roślin uprawnych w różnych systemach rolniczych

| <i>Lp</i> | <i>Element agrotechniki</i> | <i>Wpływ na kształtow. plonu w %</i> | <i>Znaczenie w poszczególnych systemach</i> | | |
|-----------|-----------------------------|--------------------------------------|---|--------------------|--------------------|
| | | | <i>konwencjonalny</i> | <i>integrowany</i> | <i>ekologiczny</i> |
| 1. | <i>Nawożenie</i> | <i>(10) 40-50</i> | +++ | ++ | + |
| 2. | <i>Odmiana</i> | <i>15-20</i> | +++ | +++ | +++ |
| 3. | <i>Płodozmian</i> | <i>12-15 (50)</i> | + | ++ | +++ |
| 4. | <i>Chem. ochr.</i> | <i>10-15</i> | +++ | ++ | + |
| 5. | <i>Siew</i> | <i>10-15</i> | ++ | +++ | +++ |
| 6. | <i>Zbiór</i> | <i>10-15</i> | +++ | +++ | +++ |
| 7. | <i>Uprawa roli</i> | <i>3-8 (20)</i> | + | ++ | +++ |

Długość rotacji

- ✚ **wskazane są długie rotacje 5-7 letnie zgodne z zasadą „dany gatunek roślin plonuje tym wyżej, im rzadziej jest uprawiany na danym polu”**
- ✚ **dobór gatunków (warunki siedliskowe, opłacalność), w strukturze zasiewów udział roślin nie powinien przekraczać - ziemniaka i buraka 25-33%, strączkowych 20-25%, zbóż ogółem 50-60%**
- ✚ **park maszynowy (różne rośliny - różne technologie – koszty)**

Międzyplony

- **wsiewki poplonowe,**
- **poplony ozime,**
- **poplony ścierniskowe**

W rolnictwie ekologicznym mniejsze znaczenie mają gatunki charakteryzujące się:

- + dużymi potrzebami nawozowymi (rzepak, burak c.);***
- + wolnym początkowym tempem wzrostu i małą zdolnością konkurencyjną w stosunku do chwastów (kukurydza, burak);***
- + słabo ocieniające glebę, zubożające ją w substancję organiczną i sprzyjające nasileniu erozji (kukurydza, burak);***
- + dużą podatnością na choroby lub szkodniki (rzepak).***

Duże ryzyko, dużo czynników limitujących plonowanie

Dodatkowe kryteria uwzględniane w konstrukcji płodozmianu:

✚ w sprzedaży znaczący udział powinna mieć towarowa produkcja roślinna, (np. wczesne odmiany ziemniaków, warzywa, produkty zbożowe przetwarzane w małych przydomowych przetwórnich na kasze, makarony lub pieczywo);

✚ możliwość sprzedaży bezpośredniej w gospodarstwie ewentualnie kooperacja z małymi sklepami z produktami ekologicznymi innych gospodarstw;

✚ zasoby siły roboczej ze względu na konieczność wykonywania wielu pracochłonnych prac związanych np. z odchwaszczaniem plantacji, sortowaniem produktów, przygotowaniem do sprzedaży;

Dobór przedplonów a jakość gleby

Na lepszych glebach oraz przy wyższym poziomie agrotechniki (nawożenie organiczne i mineralne, ochrona roślin przed chwastami, chorobami i szkodnikami) obniżki plonów wszystkich gatunków zbóż spowodowane złym przedplonem są mniejsze niż na słabszych glebach i w warunkach gorszej agrotechniki.

Produkcja roślinna i zwierzęca

użytki rolne ↔ obsada zwierząt

- niezbędna ilość pasz
- dobór gatunków roślin uprawnych
- określenie ilości produkowanych nawozów naturalnych

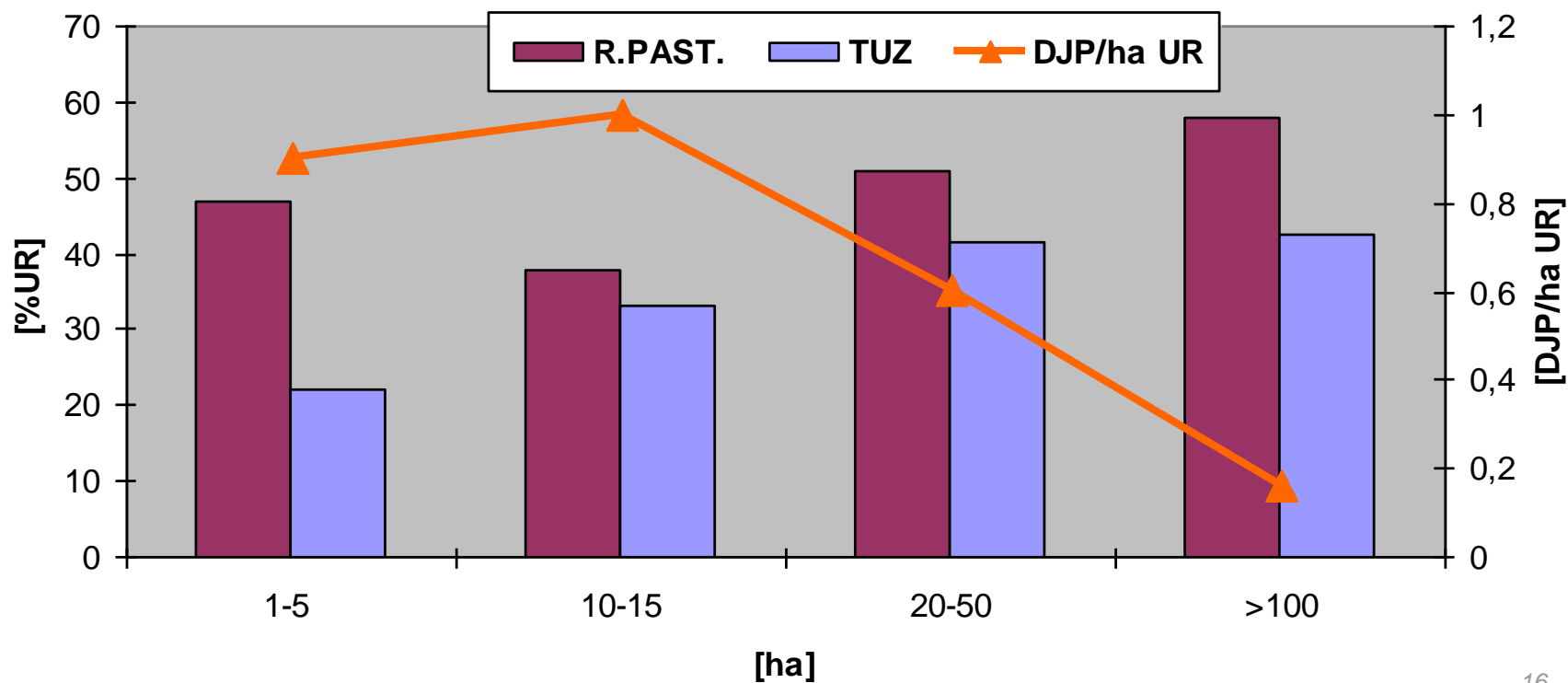
**Obsada zwierząt nie powinna przekraczać 1.5 DJP/ha
użytków rolnych**

Nawozy naturalne i organiczne:

- ▣ **pobudzają rozwój mikroflory glebowej i zwiększają biologiczną aktywność gleby;**
- ▣ **poprawiają fizyko-chemiczne właściwości gleby, w tym pojemność sorpcyjną;**
- ▣ **dostarczają składników pokarmowych, w tym mikroelementów;**
- ▣ **warunkują utrzymanie dodatniego bilansu substancji organicznej w glebie.**

Zbyt duże dawki nawozów naturalnych stanowią zagrożenie dla środowiska przyrodniczego, mogą powodować dużą kumulację azotanów w żywności ekologicznej

Obsada zwierząt (DJP/ha UR) w zależności od wielkości gospodarstwa oraz udziału trwałych użytków zielonych i udziału roślin pastewnych w strukturze zasiewów



Metodyka i warunki badań

Okres realizacji tematu: 2010-2014

Lokalizacja:

RZD Grabów – gleba płowa, piasek gliniasty lekki

**Doświadczenie polowe dwuczynnikowe w układzie split-plot,
4 powtórzenia**

**Czynnik I: Zmianowania z różnymi gatunkami i udziałem roślin
bobowatych**

Czynnik II: Roślina testowa (pszenica jara, pszenica ozima)

Schemat doświadczenia

Czynnik I: Zmianowanie A, B, C

Zmianowanie A - model gospodarstwa mlecznego

1. Kukurydza (uprawa na kiszonkę) ++
2. Mieszanka zbożowo – **strączkowa + wsiewka**
3. **Koniczyna czerwona +trawa I rok użytkowania**
4. **Koniczyna czerwona +trawa II rok użytkowania**
5. Pszenica jara (5a) /pszenica ozima (5b)

Zmianowanie B - model gospodarstwa w chowem trzody

1. Kukurydza ++
2. Jęczmień jary
3. Mieszanka zbożowo – **strączkowa**
4. **Groch**
5. Pszenica jara (5a) /pszenica ozima (5b)

Zmianowanie C - model gospodarstwa bezinwentarzowego

1. Kukurydza ++
2. Mieszanka zbożowa
3. Pszenica jara + **wsiewka** (koniczyna czerwona)
4. **Koniczyna czerwona** (porost z przeznaczeniem na kompost)
5. Pszenica jara (5a) /pszenica ozima (5b)

| | | | | | |
|--------------------|-------------------------------------|--------|--------|----|--------|
| I powtórzenie | 1 | | 1 | | 1 |
| | 2 | | 2 | | 2 |
| | 3 A | | 3 B | | 3 C |
| | 4 | | 4 | | 4 |
| | 5 a) Pszenica j b) Pszenica oz | | 5- a/b | | 5- a/b |
| II powtórzenie | 1 | | 1 | | 1 |
| | 2 | | 2 | | 2 |
| | 3 C | | 3 A | | 3 B |
| | 4 | | 4 | | 4 |
| | 5 b) Pszenica oz a) Pszenica ja | | 5- b/a | | 5- b/a |
| III powtórzenie | 1 | | 1 | | 1 |
| | 2 | | 2 | | 2 |
| | 3 B | | 3 C | | 3 A |
| | 4 | | 4 | | 4 |
| | 5 a) Pszenica j b) Pszenica oz | | 5- a/b | | 5- a/b |
| IV powtórzenie | 1 | | 1 | | 1 |
| | 2 | | 2 | | 2 |
| | 3 A | | 3 C | | 3 B |
| | 4 | | 4 | | 4 |
| | 5 b) Pszenica oz. a) Pszenica j. | 6 m | 5- b/a | 6m | 5- b/a |



Zakres analiz:

- **Plonowanie roślin i wydajność zmianowań**
 - **Wykorzystanie N**
 - **Bilans N**
 - **Zawartości azotu mineralnego w profilu glebowym**
 - **Zasobność gleb w składniki pokarmowe**
 - **Wybrane wskaźniki gospodarki składnikami nawozowymi - model NDICEA (bilans NPK, straty azotu, monitoring Nmin)**
 - **Właściwości mikrobiologiczne gleb, charakterystyka materii organicznej**
-

Plonowanie roślin i wydajność zmianowań

| Zmianowanie | Plon [t*ha ⁻¹] | | | Wydajność zmianowania [j.zb.] |
|---|----------------------------|-------------|---------|----------------------------------|
| | min | max | Średnio | |
| Zmianowanie A | | | | |
| Kukurydza na zielonkę | 24,6 | 38,0 | 33,52 | 39,9 |
| Mieszanka zb. – strącz. na ziel.+wsiew. | 14,1 | 23,5 | 19,69 | 23,6 |
| Koniczyna czerwona + trawy I r | 14,1 | 73,5 | 46,26 | 69,4 |
| Koniczyna czerwona + trawy II r | 14,1 | 91,0 | 51,59 | 77,4 |
| Pszenica ozima | 2,0 | 5,2 | 3,68 | 34,5 |
| Pszenica jara | 1,3 | 3,4 | 2,48 | 24,8 |
| Średnio zm. A z pszenicą ozimą (j.zb.) | 48,0 | 73,5 | | 49,0 |
| Średnio zm. A z pszenicą jarą(j.zb.) | 25,6 | 69,4 | | 47,0 |
| Zmianowanie B | | | | |
| Kukurydza na ziarno | 3,01 | 6,66 | 5,16 | 51,6 |
| Jęczmień jary | 2,52 | 4,18 | 3,16 | 31,6 |
| Mieszanka zbożowo – strącz. ziarno | 2,84 | 5,00 | 3,68 | 40,5 |
| Groch siewny | 1,86 | 4,92 | 3,22 | 38,6 |
| Pszenica ozima | 2,37 | 5,12 | 3,78 | 35,6 |
| Pszenica jara | 1,81 | 3,66 | 2,57 | 25,7 |
| Średnio zm. B z pszenicą ozimą (j.zb.) | 40,6 | 50,9 | | 39,6 |
| Średnio zm. B z pszenicą jarą (j.zb.) | 31,3 | 46,8 | | 37,6 |
| Zmianowanie C | | | | |
| Kukurydza na ziarno | 2,87 | 6,50 | 5,31 | 53,1 |
| Mieszanka zbożowa | 2,55 | 3,98 | 3,40 | 34,0 |
| Pszenica jara +wsiewka | 1,28 | 3,32 | 2,41 | 24,1 |
| Koniczyna czerwona na kompost | 6,82 | 80,17 | 49,00 | 73,5 |
| Pszenica ozima | 2,15 | 5,28 | 3,78 | 35,0 |
| Pszenica jara | 1,41 | 3,35 | 2,50 | 25,0 |
| Średnio zm. C z pszenicą ozimą (j.zb.) | 43,0 | 61,5 | | 43,9 |
| Średnio zm. C z pszenicą jarą (j.zb.) | 26,9 | 57,7 | | 41,9 |

Efektywność i współczynniki wykorzystania azotu w różnych modelach produkcji roślinnej - średnio dla zmianowania (2010-2014)

| Zmianowanie/ Model produkcji roślinnej | Plon [j.zb.] | Azot [kg N/ha] | | Efektywność rolnicza [j.zb./ kg N] | Efektywność fizjologiczna [j.zb./ kg N] | Współczynnik wykorzystania N [%] |
|---|-------------------------|-------------------|--------------|--|---|--|
| | | dostępny | pobrany | | | |
| A Mleczny | 49,4 2 | 107,0 | 104,7 | 0,46 | 0,47 | 98 |
| B Trzodowy | 40,0 2 | 74,28 | 72,4 | 0,53 | 0,55 | 97 |
| C Bezinwentarz owy | 43,9 | 78,8 | 64,6 | 0,56 | 0,68 | 82 |

Bilans azotu i jego elementy w zmianowaniu reprezentującym model gospodarstwa mlecznego (A)

| Zmianowanie A | Plon główny w t /ha | Wiąz. symb. | RAZEM INPUTS (kg N*ha ⁻¹) | RAZEM OUTPUTS (kg N* ha ⁻¹) | Różnica bilansowa | ŚREDNIO w zmianowaniu |
|-----------------------------------|------------------------|-------------|---|---|----------------------|-----------------------------|
| Kukurydza (ziel.) ++ | 33,52 | 0 | 172 | 253 | -82 | -3,6/ 0,16 |
| Mieszanka zb.-str. (ziel) +wsiew. | 19,69 | 24 | 67 | 48 | 19 | |
| Koniczyna + trawy I rok | 46,26 | 96 | 126 | 82 | 44 | |
| Koniczyna + trawy II rok | 51,59 | 107,2 | 137 | 92 | 45 | |
| Pszenica ozima/ | 3,68 | 0 | 34/ | 44/ | -14/ | |
| Pszenica jara | 2,48 | 0 | 34 | 59 | -25 | |

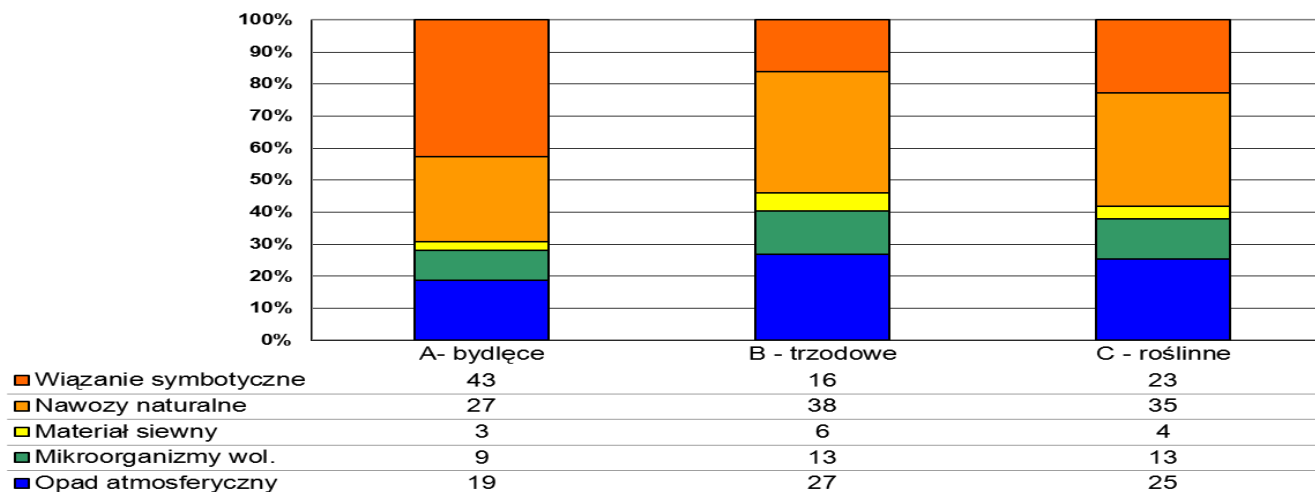
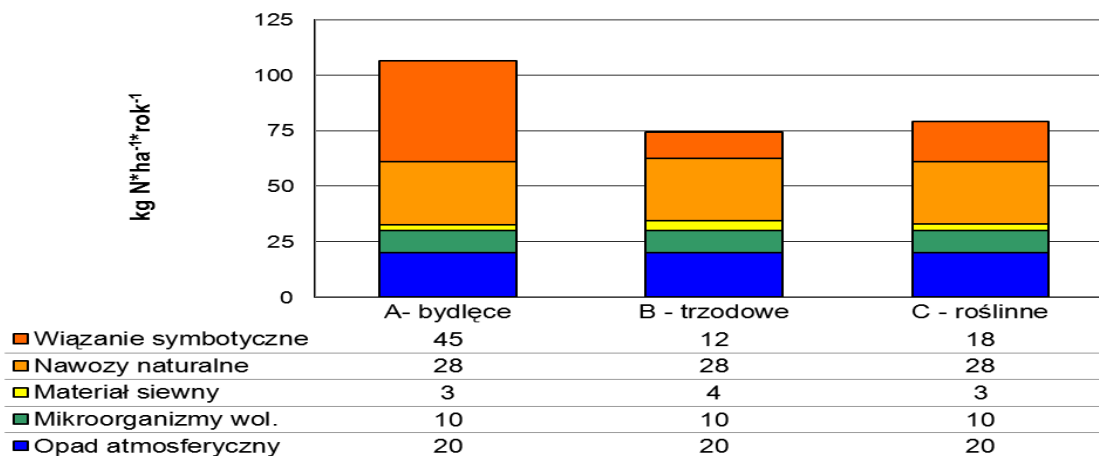
Bilans azotu i jego elementy w zmianowaniu reprezentującym model gospodarstwa z chowem trzody (B)

| Zmianowanie B | Plon główny w t /ha | Wiąz. symb. | RAZEM INPUTS (kg N*ha ⁻¹) | RAZEM OUTPUTS (kg N* ha ⁻¹) | Różnica bilansowa | ŚREDNIO w zmianowaniu |
|-----------------------------|------------------------|-------------|--|--|----------------------|--------------------------|
| Kukurydza na ziarno ++ | 5,16 | 0 | 172 | 69 | 103 | -4,0/ -0,2 |
| Jęczmień jary | 3,16 | 0 | 34 | 70 | -36 | |
| Mieszanka zbożowo – strącz. | 3,68 | 28,6 | 63,6 | 84 | -20 | |
| Groch siewny | 3,22 | 29,8 | 67,8 | 89 | -20 | |
| Pszenica ozima | 3,78 | 0 | 34/ | 50/ | -16/ | |
| Pszenica jara | 2,57 | 0 | 34 | 62 | -28 | |

Bilans azotu i jego elementy w zmianowaniu reprezentującym model gospodarstwa bezinwentarzowego (C)

| Zmianowanie C | Plon główny w t/ha | Wiąz. symb. | RAZEM INPUTS (kg N*ha ⁻¹) | RAZEM OUTPUTS (kg N* ha ¹) | Różnica bilansow a | ŚREDNIO w zmianowaniu |
|---------------------------|-----------------------|-------------|--|---|--------------------------|--------------------------|
| Kukurydza na ziarno ++ | 5,31 | 0 | 172 | 71 | 101 | 22,0/ 25,8 |
| Mieszanka zbożowa | 3,40 | 0 | 35 | 77 | -42 | |
| Pszenica jara +wsiewka | 2,41 | 8 | 42 | 56 | -14 | |
| Koniczyna czerwona (kom.) | 49,00 | 81 | 111 | 0 | 111 | |
| Pszenica ozima | 3,78 | 0 | 34/ | 50/ | -45/ | |
| Pszenica jara | 2,50 | 0 | 34 | 60 | 26 | |

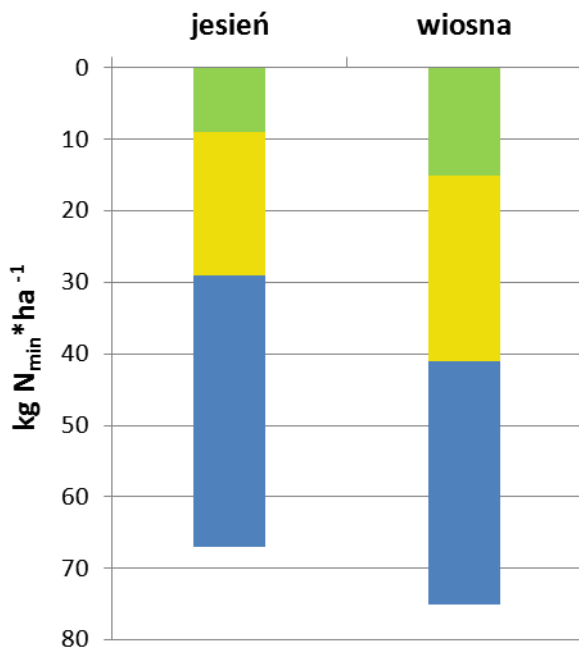
Źródła azotu i ich udział w bilansie w różnych modelach produkcji (zmianowaniach) – średnia z lat 2010 – 2014



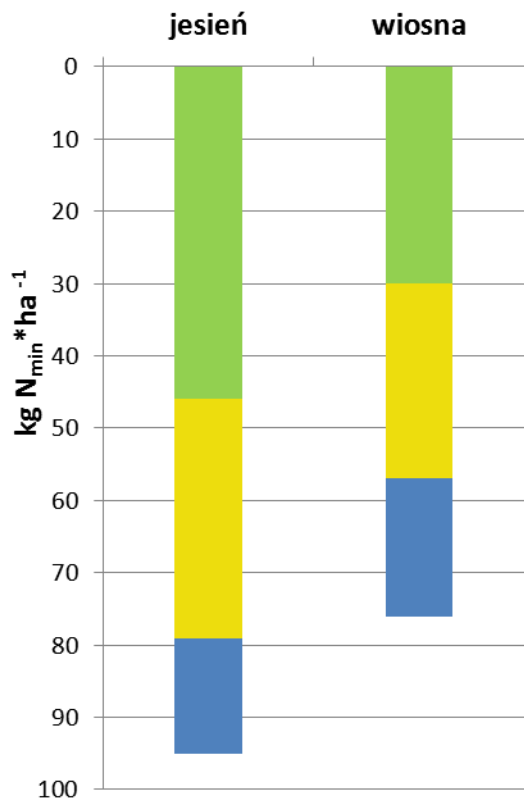
Zawartość azotu mineralnego w glebie ($\text{kg N}_{\text{min}} \cdot \text{ha}^{-1}$)

- średnia z lat 2009 – 2014

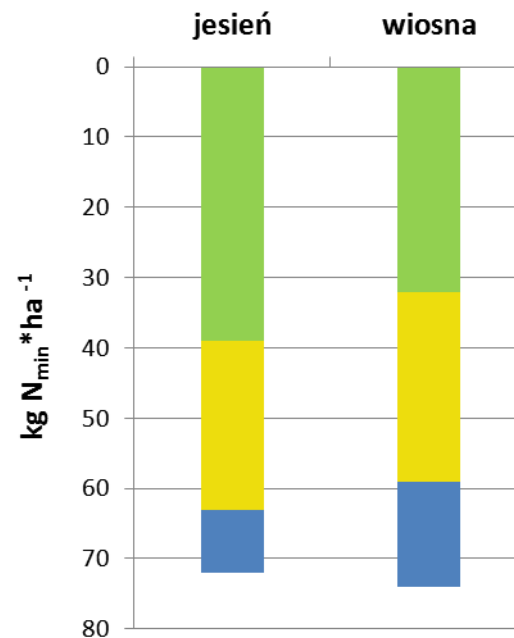
Zmianowanie A



Zmianowanie B



Zmianowanie C



0-30

30-60

60-90

Chemiczne właściwości gleby w różnych modelach gospodarstw ekologicznych

| Model gospodarstwa/ typ produkcji | Lata | Próchnica | pH w KCl | Zawartość mg/100g gleby | | |
|--------------------------------------|------|-----------|--------------|-------------------------------|------------------|-----|
| | | | | P ₂ O ₅ | K ₂ O | Mg |
| | | | A Mleczny | 2010 | 1,39 | 5,9 |
| 2012 | 1,23 | 5,6 | | 13,6 | 5,5 | 1,5 |
| 2014 | 1,18 | 5,7 | | 13,8 | 6,4 | 2,4 |
| B Trzodowy | 2010 | 1,25 | 5,69 | 14,4 | 11,2 | 1,4 |
| | 2012 | 1,20 | 5,61 | 13,4 | 7,3 | 1,4 |
| | 2014 | 1,14 | 5,38 | 13,3 | 8,0 | 1,6 |
| C Bezinwentarzowy | 2010 | 1,28 | 5,54 | 13,6 | 9,6 | 1,3 |
| | 2012 | 1,22 | 5,39 | 13,0 | 5,4 | 1,0 |
| | 2014 | 1,18 | 5,35 | 13,4 | 6,2 | 1,1 |

Zawartość węgla organicznego (%) we frakcjach próchnicy oraz stosunek $C_{KH}:C_{KF}$

| Zmianowanie/ Model gospodarstwa | Corg. % | Cdeka % gleby | $C_{KH}+C_{KF}$ | C_{KF} | C_{KH} | C_H | $C_{KH}:C_{KF}$ |
|---------------------------------------|------------|---------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-----------------|
| | | | % Corg. | | | | |
| A Mleczny | 0,7 | 3,6 | 32,6 | 17,3 | 15,3 | 63,8 | 0,9 |
| B Trzodowy | 0,6 | 4,3 | 41,3 | 19,6 | 21,7 | 54,4 | 1,1 |
| C Bezinwentarzow y | 0,6 | 3,9 | 45,6 | 18,1 | 27,5 | 50,5 | 1,5 |

C_{KH} – węgiel kwasów huminowych

C_{KF} – węgiel kwasów fulowych

C_H – węgiel humin

Zawartość C i N w biomacie mikroorganizmów oraz aktywność dehydrogenazy w glebie z różnych zmianowań

| Zmianowanie/ Model gospodarstwa | Biomasa mikroorganizmów µg /g s.m. gleby | N w biomacie µg /g s.m. gleby | Dehydrogenazy µg formazanu/g s.m. gleby |
|------------------------------------|--|----------------------------------|--|
| A Mleczny | 192 a | 18,4 a | 110 a |
| B Trzodowy | 220 a | 21,7 a | 97 a |
| C Bezinwentarzowy | 204 a | 17,6 a | 135 b |

Zawartość C org. i N cał. w ekstraktach zimną i gorącą wodą z ryzosfery pszenicy uprawianej w różnych zmianowaniach

| Zmianowanie/ Model gospodarstwa | C w ekstra. zimną wodą | N w ekstra. zimną wodą | C w ekstra. gorącą wodą | N w ekstra. gorącą wodą |
|------------------------------------|---------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|
| A Mleczny | 156 a | 11,8 a | 431 b | 53 a |
| B Trzodowy | 164 a | 11,6 a | 443 b | 51 a |
| C Bezinwentarzowy | 161 a | 15,2 b | 374 a | 49 a |

Podsumowanie

- **Spośród porównywanych zmianowań największą wydajność w jednostkach zbożowych uzyskano w zmianowaniu A reprezentującym model gospodarstwa mlecznego.**
- **Plonowanie pszenic jako roślin testowych uprawianych we wszystkich ocenianych zmianowaniach było podobne. Pszenica ozima, niezależnie od zmianowania i przedplonu plonowała na poziomie $3,8 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ a jara $2,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$.**
- **W okresie 5 lat badań we wszystkich ocenianych zmianowaniach nie stwierdzono istotnych zmian zasobności w fosfor. W zmianowaniu A i C odnotowano spadek zasobności gleb w potas do poziomu bardzo niskiego.**
- **We wszystkich modelach produkcji odnotowano spadek zawartości próchnicy. Największy spadek odnotowano w zmianowaniu A – 15%, w zmianowaniu B i C wyniósł on 9 i 8 %.**

- **W glebie zmianowania C stwierdzono największą aktywnością dehydrogenaz oraz najmniejszą zawartość C org. w ekstraktach z gorącą wodą. Wyniki te świadczą o większej niż w pozostałych zmianowaniach aktywności mikroorganizmów oraz większej stabilizacji materii organicznej w tym zmianowaniu.**
- **W glebie z porównywanych zmianowań stwierdzono podobną zawartością C org. oraz udział węgla kwasów fulwowych w całej puli węgla organicznego. W zmianowaniach B i C odnotowano wyższy udział węgla kwasów huminowych co wskazuje na lepszą jakość próchnicy i większą jej stabilność w porównaniu do gleby ze zmianowania A.**
- **Uzyskane wyniki na poziomie całych zmianowań wskazują na brak potencjalnych zagrożeń związanych ze stratami azotu i jego rozproszeniem w środowisku. Analiza zawartości N_{min} w profilu glebowym oraz symulacje strat azotu przy pomocy modelu NDICEA wskazują jednak, że w stanowisku po uprawie koniczyny z trawami pojawiają się nadwyżki na poziomie 50-58 kg N*ha⁻¹ co może powodować straty N i zagrożenie środowiska.**

***Cokolwiek przydarzy się Ziemi,
przydarzy się człowiekowi.***



***dokąd
zmierzamy.....?***



Dziękuję za uwagę