

INSTYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA  
-PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

**Sprawozdanie z zadania badawczego pt.**

**Ocena przydatności nasion wybranych gatunków roślin strączkowych do poprawy  
jakości pieczywa.**

**(Badania w zakresie optymalizacji doboru odmian w ekologicznej uprawie roślin rolniczych, zalecanych do towarowej produkcji polowej, ze szczególnym uwzględnieniem niekorzystnych warunków klimatyczno-glebowych, szczególnie związanych z niedoborem wody. Określenie dobrych praktyk ochrony przed agrofagami w tych uprawach, ze szczególnym uwzględnieniem suszy).**

**Kierownik zadania badawczego:** prof. dr hab. Jerzy Książak

**Zespół badawczy:** dr Jolanta Bojarszczuk, dr Mariusz Kowalczyk,  
mgr Monika Antoniak, mgr Jolanta Kaźmierczak

Kierownik zadania badawczego:  
prof. dr hab. Jerzy Książak

Dyrektor IUNG-PIB  
prof. dr hab. Wiesław Oleszek

.....

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi  
DEJ.re.027.5.2022 z dnia 9 kwietnia 2022 r.

Puławy, 14 listopada 2022 r.

## **Zakres badań**

Badania w 2022 roku uwzględniały kilka wątków badawczych wychodzących na przeciw potrzebom praktyki rolniczej. W tym roku problematyka uwzględniała ocenę produktywności wybranych gatunków roślin strączkowych uprawianych na nasiona, ocenę przydatności nasion roślin strączkowych do poprawy jakości pieczywa pszennego na zakwasie oraz określenie wybranych wskaźników żywności funkcjonalnej w nasionach roślin strączkowych w zależności od sposobu siewu. Badania prowadzono w RZD Grabów należącym do IUNG-PIB Puławy.

Badania obejmowały realizację następującego celu:

1. ocena produktywności wybranych odmian gatunków roślin bobowatych uprawianych na nasiona w siewie czystym i z roślinami podporowymi;
2. ocena przydatności nasion roślin bobowatych do poprawy jakości pieczywa pszennego na zakwasie;
3. określenie wybranych wskaźników żywności funkcjonalnej w nasionach roślin strączkowych.

## **Ocena jakości pieczywa z dodatkiem nasion roślin strączkowych**

W badaniach określono optymalny, ze względu na właściwości fizykochemiczne ciast i jakość pieczywa udział nasion roślin bobowatych (w postaci mąki) w pieczywie pszennym.

Schemat badań:

**I czynnik gatunki roślin strączkowych:** bobik, groch siewny, łubin żółty, łubin wąskolistny, soczewica, lędźwian, ciecierzycyca

**II czynnik udział maki nasion roślin strączkowych w pieczywie:** 10%, 15%, 20%, 25%,

Materiał badawczy stanowiły mąka pszenna jasna typ 550 BIO wyprodukowana przez BioLife Sp. z o.o. w Bielsku Podlaskim (certyfikat: PL EKO-07-13903), mąka z nasion 7 gatunków roślin bobowatych

Określono także wybrane wskaźniki żywności funkcjonalnej w nasionach roślin bobowatych.

## **Omówienie wyników**

### **Przebieg warunków atmosferycznych**

W tabeli 1 przedstawiony jest przebieg warunków atmosferycznych w RZD Grabów w 2022 roku. Suma opadów w okresie od marca do sierpnia była mniejsza o około 25% od średniej z wielolecia. Rozkład opadów był nierównomierny co znacząco wpływało na plonowanie uprawianych gatunków roślin. Na początku I dekady kwietnia zanotowano dużą ilość opadów atmosferycznych co opóźniło przeprowadzenie siewu oraz wykonanie zabiegów pielęgnacyjnych w uprawianych gatunkach roślin. W drugiej i trzeciej dekadzie kwietnia oraz

pierwszej i drugiej maja wystąpiła mała ilość opadów atmosferycznych w porównaniu ze średnią z wielolecia, co opóźniało wschody nasion. Bardzo mało opadów atmosferycznych wystąpiło w czerwcu co powodowało skrócenie okresu kwitnienia roślin strączkowych i miało niekorzystny wpływ na wzrost i rozwój roślin tych gatunków jak również zbóż. Ponadto w lipcu, a zwłaszcza czerwcu i sierpniu i panowały wyższe temperatury powietrza od średniej z wielolecia odpowiednio o 2,1°C i 3,3 °C co dodatkowo pogarszało warunki dla plonowania roślin.

Tabela 1. Przebieg warunków atmosferycznych w RZD Grabów w 2022 roku

| Wyszczególnienie                    |                | Miesiąc     |             |             |             |             |             |              | suma         |
|-------------------------------------|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|--------------|
|                                     |                | III         | IV          | V           | VI          | VII         | VIII        |              |              |
| Opady (mm)                          | I              | 3,5         | 38,1        | 0           | 12,4        | 55,0        | 4,9         |              |              |
|                                     | II             | 0           | 8,1         | 1,7         | 11,4        | 11,2        | 28,8        |              |              |
|                                     | III            | 8,6         | 6,9         | 37,4        | 2,8         | 26,2        | 9,9         |              |              |
|                                     | <b>suma</b>    | <b>12,1</b> | <b>53,1</b> | <b>39,1</b> | <b>26,6</b> | <b>92,4</b> | <b>42,7</b> |              | <b>266,0</b> |
| Temperatura °C                      | I              | -0,3        | 4,3         | 12,5        | 17,6        | 18,4        | 19,0        |              |              |
|                                     | II             | 1,8         | 6,0         | 14,4        | 18,0        | 17,6        | 21,4        |              |              |
|                                     | III            | 6,3         | 9,3         | 13,4        | 20,9        | 20,4        | 21,5        |              |              |
|                                     | <b>średnia</b> | <b>2,6</b>  | <b>6,5</b>  | <b>13,4</b> | <b>18,8</b> | <b>18,8</b> | <b>20,6</b> |              |              |
| Opady średnia z wielolecia*         |                | 30,0        | 39,0        | 57,0        | 71,0        | 84,0        | 75,0        | <b>356,0</b> |              |
| Temperatura średnia z wielolecia °C |                | 1,6         | 7,7         | 13,4        | 16,7        | 18,3        | 17,3        |              |              |

\*Średnia z lat 1871-2000

### **Doświadczenie 1.** Ocena plonowania lędźwianu w zależności od sposobu siewu

w ekologicznym systemie gospodarowania

Doświadczenie polowe lędźwianu z roślinami podporowymi jęczmieni i owsem przeprowadzono w RZD Grabów układzie podbloków losowanych (split-plot), w 4 powtórzeniach.

**Kontrola** – siew czysty

**czynnik I** – odmiana lędźwianu: Derek, Krab

**czynnik II** – gatunek rośliny podporowej: jęczmień, owies

Obsada lędźwianu w czystym siewie wynosiła 100 szt. · m<sup>-2</sup>, a uprawianego z rośliną podporową 50 szt. · m<sup>-2</sup>, liczba roślin owsa uprawianego jako rośliną podporową wynosiła 250 szt. · m<sup>-2</sup>, a jęczmienia 150 szt. · m<sup>-2</sup>. Wielkość poletka przy założeniu wynosiła 40,0 m<sup>2</sup>, a do zbioru 35,0 m<sup>2</sup>. Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, kl. IIIa. Siew wykonano 14 kwietnia 2022 r. W celu odchwaszczenia mieszanek stosowano dwukrotne bronowanie. Zbiór roślin wykonano w fazie dojrzałości pełnej 5 sierpnia 2022 r.

## **Omówienie wyników**

Na poziom plonowania lędzwanu znaczący wpływ miała odmiana, sposób siewu, gatunek rośliny podporowej oraz przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. Istotnie większe plony nasion zarówno odmiany Derek jak i Krab umożliwiła uprawa w czystym siewie niż z roślinami podporowymi. Odmiana Krab uprawiana w czystym siewie, z jęczmieniem jak i owsem plonowała lepiej niż odmiana Derek. Udział w plonie nasion odmiany Derek wysiewanej z roślinami podporowymi był mniejszy niż odmiany Krab. Ponadto owies był bardziej konkurencyjny w stosunku lędzwanu niż jęczmień wynikiem czego był mniejszy udział nasion rośliny strączkowej w plonie uprawianej z tym gatunkiem.

Udział w plonie nasion lędzwanu uprawianego z rośliną podporową, nie zależnie od odmiany był znacznie mniejszy niż przy wysiewie, a zwłaszcza uprawianego z owsem. Większa masa tysiąca nasion, liczba strąków, nasion, liczba nasion w strąku oraz masa na roślinie charakteryzowała obie odmiany uprawiane w czystym siewie niż ze zbożami. Odmianę Krab nie zależnie od sposobu uprawy charakteryzowała większa masa tysiąca nasion niż odmianę Derek. Uprawa ze zbożami zmniejszała suchą masę łodygi i strączyn lędzwanu, natomiast z owsem wpływała na wyższe osadzenie pierwszego i ostatniego strąka oraz na wysokość do wierzchołka. Ponadto odmiana Krab wyróżniła się korzystniejszymi elementami struktury wpływającymi na plonowanie niż odmiana Derek.

Oceniane odmiany lędzwanu stosunkowo słabo wpływały na wysokość jęczmienia i owsa oraz masę tysiąca ziaren owsa. Większą masę ziarniaków na roślinie i liczbę pędów produkcyjnych oba uwzględnione w doświadczeniach gatunki zbóż wytwarzały uprawiane z odmianą Krab. Ponadto większa liczba ziarniaków na roślinie charakteryzowała jęczmień uprawiany z odmianą Derek, a owies z odmianą Krab.

## **Doświadczenie 2 . Ocena plonowania soczewicy w zależności od sposobu siewu w ekologicznym systemie gospodarowania**

Doświadczenie polowe soczewicy z roślinami podporowymi jęczmieniem i owsem przeprowadzono w RZD Grabów układzie podbloków losowanych (split-plot), w 4 powtórzeniach.

Kontrola – siew czysty soczewicy - Anita, Tina

gatunek rośliny podporowej: jęczmień, owies

Obsada soczewicy w czystym siewie wynosiła 250 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>, a uprawianej z rośliną podporową 125 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>, liczba roślin owsa uprawianego jako roślina podporowa wynosiła 250 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>, a jęczmienia 150 szt. $\cdot$ m<sup>-2</sup>. Wielkość poletka przy założeniu wynosiła 40,0 m<sup>2</sup>,



a do zbioru 35,0 m<sup>2</sup>. Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, kl. IIIa. Siew wykonano 14 kwietnia 2022 r. W celu odchwaszczenia mieszanek stosowano dwukrotne bronowanie. Zbiór roślin wykonano w fazie dojrzałości pełnej uprawianej w siewie czystym – 20 lipca, a z roślinami podporowymi 5 sierpnia 2022 r.

### **Omówienie wyników**

Na poziom plonowania ocenianych odmian soczewicy znaczący wpływ miał sposób jej siewu oraz przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. W czystym siewie zanotowano średnie plony nasion soczewicy chociaż nieco lepiej plonowała odmiana Tina. Znacząco wyższy poziom plonowania soczewicy zapewniała uprawa w czystym siewie niż ze zbożami. Mniej konkurencyjny dla tego gatunku był jęczmień w wyniku czego plon nasion soczewicy był nieco większy niż z owsem. Zanotowano istotnie większy łączny plon soczewicy z owsem niż soczewicy z jęczmieniem a zwłaszcza z odmianą Tina. Udział nasion soczewicy z oboma gatunkami rośliny podporowej był bardzo mały, chociaż nieco większy był z jęczmieniem.

Większą masą tysiąca nasion charakteryzowała się soczewica uprawiana z jęczmieniem niż owsem lub w czystym siewie. Zdecydowanie większą liczbę strąków, niezależnie od sposobu siewu, wytwarzała soczewica na pędach bocznych niż na pędzie głównym. Zastosowane gatunki rośliny podporowej ograniczały liczbę strąków i nasion oraz masę nasion na roślinie, natomiast sposób siewu miał stosunkowo mały wpływ na liczbę nasion w strąku. Ponadto soczewicę w czystym siewie charakteryzowała większa masa łodygi i strączyń niż uprawianą z roślinami podporowymi. Soczewica uprawiana z owsem wyżej zawiązywała pierwszy strąk na pędzie, wytwarzała dłuższe pędy, ale jednocześnie charakteryzowała się krótszą częścią owocującą. Owies uprawiany z soczewicą wytwarzał dłuższe pędy, mniejszą liczbę pędów produkcyjnych oraz masę ziarniaków na roślinie, a ponadto charakteryzowała go mniejsza masa tysiąca ziarniaków niż jęczmień. Oceniane odmiany nie miały istotnego wpływu na elementy struktury plonu obu uwzględnionych w badaniach gatunków zbóż.

### **Doświadczenie 3. Ocena plonowania ciecierzycy w zależności od sposobu siewu**

Doświadczenie polowe ciecierzycy roślinami podporowymi jęczmieniem i owsem przeprowadzono w RZD Grabów w układzie podbloków losowanych (split-plot), w 4 powtórzeniach.

**Kontrola** – siew czysty ciecierzycy

**czynnik** – gatunek rośliny podporowej: jęczmień, owies

Obsada ciecierzycy w czystym siewie wynosiła 100 szt./m<sup>2</sup>, a uprawianej z rośliną podporową 50 szt./m<sup>2</sup>, liczba roślin owsa uprawianego jako roślina podporowa wynosiła 250 szt./m<sup>2</sup>, a jęczmienia 150 szt./m<sup>2</sup>. Wielkość poletka przy założeniu wynosiła 40,0 m<sup>2</sup>, a do zbioru 35,0 m<sup>2</sup>. Doświadczenie w Grabowie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, kl. IIIa. Siew wykonano 9 maja 2022 r. W celu odchwaszczenia mieszanek stosowano dwukrotne bronowanie. Zbiór fazy dojrzałości pełnej roślin wykonano 31 sierpnia 2022 r.

### **Omówienie wyników**

Na poziom plonowania ciecierzycy znaczący wpływ miał, sposób jej siewu oraz przebieg warunków atmosferycznych panujących w okresie wegetacji. Łączny plon ciecierzycy i owsa był większy niż ciecierzycy i jęczmienia oraz ciecierzycy uprawianej w czystym siewie. Natomiast plon nasion ciecierzycy uprawianej z jęczmieniem był znacznie mniejszy niż uprawianej z owsem. Uprawa tego gatunku w czystym siewie umożliwiła uzyskanie znacznie większych plonów nasion niż uprawa z rośliną podporową.

Udział nasion ciecierzycy w plonie uprawianej z roślinami podporowymi był bardzo mały nie zależnie od gatunku rośliny zbożowej. Jednocześnie udział nasion ciecierzycy uprawianej z jęczmieniem był większy niż uprawianej z owsem.

Uprawa ciecierzycy w siewie czystym wpływała korzystniej na kształtowanie się masy tysiąca nasion niż uprawa z roślinami podporowymi. Zastosowane gatunki rośliny podporowej ograniczały liczbę strąków i nasion oraz masę nasion na roślinie ciecierzycy w porównaniu do uprawianej w czystym siewie. Ciecierzycę uprawianą w czystym siewie niżej zawiązywała pierwszy strąk na pędzie oraz charakteryzowała się dłuższą częścią owocującą. Sposób siewu nie miał znaczącego wpływu na wysokość osadzenia ostatniego strąka oraz długość pędu. Ponadto ciecierzycę w czystym siewie charakteryzowała większa masa łodygi i strączyn niż uprawianą z roślinami podporowymi. Owies uprawiany z ciecierzycą wytwarzał dłuższe pędy, mniejszą liczbę pędów produkcyjnych oraz masę ziarniaków na roślinie, a ponadto charakteryzowała go mniejsza masa tysiąca ziarniaków niż jęczmień.

### **Doświadczenie 4.** Produkcyjność wybranych gatunków roślin strączkowych oraz ocena przydatności ich nasion do poprawy jakości pieczywa.

Doświadczenie polowe z roślinami strączkowymi przeprowadzono w RZD Grabów układzie podbloków losowanych (split-plot), w 4 powtórzeniach.

**czynnik I** - gatunki roślin strączkowych – bobik, groch, łubin żółty, łubin wąskolistny

**czynnik II** – odmiany roślin strączkowych: bobik – Granit, Fernando

groch – Hubal, Colin

lubin żółty – Mister, Salut

lubin wąskolistny – Homer, Dalbor

Obsada badanych gatunków wynosiła: bobik – 70 (szt.·m<sup>-2</sup>), groch, lubin żółty i wąskolistny – 100 (szt.·m<sup>-2</sup>). Wielkość poletka przy założeniu i do zbioru wynosiła 30,0 m<sup>2</sup>. Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, kl. IIIa. Siew wykonano wszystkich ocenianych gatunków roślin strączkowych wykonano 14. kwietnia 2022 r. W celu odchwaszczenia łąnu roślin strączkowych stosowano dwukrotne bronowanie. Zbiór fazy dojrzałości pełnej roślin wykonano: grochu 20 lipca, lubinu żółtego, lubinu wąskolistnego 2 sierpnia, a bobiku 5 sierpnia 2022 r.

### **Omówienie wyników**

Plon nasion istotnie zależał od gatunku rośliny strączkowej, jej typu wzrostu i rozwoju (samokończące i tradycyjne) oraz typu ulistnienia (tradycyjne i wąsolistne). Spośród ocenianych gatunków największe plony zapewniała uprawa grochu, a zwłaszcza odmiany Hubal o tradycyjnej formie ulistnienia, natomiast najmniejsze lubinu żółtego nie zależnie od typu morfologicznego. Samokończąca odmiana bobiku plonowała na wyższym poziomie niż odmiana o tradycyjnym typie wzrostu, natomiast odmiana Dalbor lubinu wąskolistnego o tradycyjnym typie wzrostu zapewniała wyższy plon niż samokończąca odmiana Homer. Spośród ocenianych odmian grochu lepiej plonowała odmiana Hubal o tradycyjnym typie ulistnienia niż wąsolistna odmiana Colin.

Uwzględnione w badaniach gatunki i odmiany roślin strączkowych charakteryzowała zróżnicowana budowa morfologiczna. Znacząco większą liczbą strąków, nasion i masą nasion na roślinie charakteryzował się bobik, a zwłaszcza odmiana Fernando o tradycyjnym typie rozwoju. Ponadto większą liczbą strąków na roślinie odznaczała się samokończąca odmiana lubinu wąskolistnego Homer.

Odmiany lubinu wąskolistnego i bobiku o tradycyjnym typie wzrost wyżej wiązywały pierwszy i ostatni strąk oraz wytwarzały strąki na dłuższym odcinku owocującym. Ponadto gatunki te i odmiany charakteryzowała większa sucha masa łodygi i masa strączyn na roślinie.

### **Ocena jakości pieczywa z dodatkiem nasion roślin bobowatych**

Ocenę jakości pieczywa z dodatkiem nasion roślin strączkowych przeprowadzono w Szkole Wyższej Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie.

Wilgotność mąki pszennej (próba kontrolna) wynosiła 12,3%, zawartość popiołu (0,59% s.m.) była zgodna z deklarowanym przez producenta typem mąki, zawartość białka ogółem była niska (11,1% s.m.), co przełożyło się na niską wydajność glutenu mokrego

(23,3%), zawartość włókna surowego wynosiła 1,8% s.m., zawartość tłuszczu 1,2% s.m., a wartość liczby opadania wynosiła 310 s, co wskazuje na niską aktywność enzymów amylolitycznych. Mąka z nasion roślin strączkowych, podobnie jak mąka pszenna, cechowały się niską wilgotnością, mieszczącą się w zakresie od 9,2% (mąka z łubinu żółtego) do 12,8% (mąka z ciecierzycy). Zawartość składników mineralnych (popiołu) w mąkach z nasion roślin strączkowych była zróżnicowana, wynosiła od 2,86 do 4,08% s.m. Największą zawartością popiołu, prawie 7-krotnie wyższą w porównaniu z mąką pszenną, odznaczała się mąka z soczewicy, w pozostałych mąkach z nasion roślin strączkowych zawartość popiołu była około 5-6 razy większa niż w mące pszennej. W mąkach z nasion roślin strączkowych zawartość białka ogółem również była większa niż w mące pszennej, wynosiła od 22,2% s.m. (mąka z ciecierzycy) do 48,2% s.m. (mąka z łubinu żółtego). W porównaniu z mąką pszenną większa była także zawartość włókna surowego (od 3 do ponad 10 razy). Najwięcej włókna surowego zawierały mąki z łubinu wąskolistnego oraz łubinu żółtego (odpowiednio: 19,3 i 16,7% s.m.). Zawartość tłuszczu w mąkach z nasion roślin strączkowych również była zróżnicowana. W porównaniu z mąką pszenną mniej tego składnika zawierały mąki z lędźwianu oraz soczewicy (odpowiednio: 0,3 i 0,4% s.m.), w pozostałych mąkach z nasion roślin strączkowych zawartość tłuszczu była wyższa, mieściła się w zakresie od 1,5% s.m. (mąka z bobiku) do 4,9% s.m. (mąka z ciecierzycy).

Wodochłonność mąki pszennej (próba kontrolna) była stosunkowo niska, wynosiła 54,1%, co mogło wynikać z małej zawartości białka, w tym białek glutenowych. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych powodowała na ogół na wzrost wodochłonności mieszanek. Największe różnice stwierdzono w przypadku dodatku mąki z łubinu wąskolistnego (wzrost od 2,7 do 9,4%). Wodochłonność pozostałych mieszanek mąki pszennej z mąką z nasion roślin strączkowych była wyższa niż próby kontrolnej od 0,9 do 2,1%. Wyjątek stanowiły mieszanki, w których mąkę pszenną substytuowano mąką z bobiku oraz mąką z ciecierzycy. Dodatek mąki z bobiku, niezależnie od poziomu tego dodatku, wpłynął na nieznaczne obniżenie wodochłonności mieszanek (od 0,3 do 0,6%). Dodatek mąki z ciecierzycy w ilości do 20% również powodował obniżenie wodochłonności (od 0,4 do 0,9%), natomiast przy 25% udziale tego dodatku wodochłonność mieszanki była o 0,4% wyższa w porównaniu do próby kontrolnej. Substytucja mąki pszennej mąką ze wszystkich gatunków roślin strączkowych wpłynęła na wydłużenie czasu rozwoju ciasta, co wskazuje na konieczność wydłużenia czasu jego mieszania. Wartość tego parametru dla ciasta z mąki pszennej wynosiła 2 min. Najdłuższym czasem rozwoju cechowały się ciasta, w których dodatek mąki z nasion roślin strączko-

wych był na poziomie 10-15%, natomiast po przekroczeniu tego poziomu następowało skrócenie czasu rozwoju ciasta. Czas stałości ciasta z mąki pszennej wynosił 9,1 min. Czasy stałości ciasta z mieszanek mąki pszennej z mąką z nasion roślin strączkowych zależały od rodzaju i wielkości zastosowanego dodatku. Wydłużenie czasu stałości ciasta uzyskano zastępując mąkę pszenną mąką z ciecierzycy oraz łubinu wąskolistnego (z wyjątkiem 25% dodatku), a także mąką z grochu, lędźwianu oraz łubinu żółtego, ale wyłącznie gdy wielkość dodatku wynosiła 10%, natomiast przy wyższym poziomie tych dodatków czas stałości ciasta był krótszy w porównaniu z próbą kontrolną. Skrócenie czasu stałości ciasta w porównaniu z próbą kontrolną powodował również dodatek mąki z bobiku oraz soczewicy (wszystkie poziomy dodatku). Rozmiękczenia ciasta z mąki pszennej wynosiło 35 FU. Podobnie, jak w przypadku czasu rozwoju i stałości ciasta, wartości tego parametru zależały od rodzaju i wielkości zastosowanego dodatku. W przypadku substytucji mąki pszennej mąką z ciecierzycy, grochu, łubinu wąskolistnego oraz soczewicy, niezależnie od poziomu dodatku, rozmiękczenie ciasta uległo obniżeniu i było typowe dla ciast z mocnych mąk pszennych. Zmniejszenie rozmiękczenia ciasta stwierdzono również zastępując mąkę pszenną mąką z bobiku i lędźwianu w ilości do 15% oraz mąką z łubinu żółtego w ilości do 20%. Liczba jakości mąki pszennej wynosiła 69. Wartości tego parametru dla mieszanek mąki pszennej z mąką z nasion roślin strączkowych były wyższe, mieściły się w zakresie 74-200, co wskazuje na poprawę właściwości reologicznych ciast z mieszanek, w porównaniu z próbą kontrolną.

Wydajność ciasta przygotowanego z mąki pszennej wynosiła 157,1%. Wydajność ciasta z mieszanek mąki pszennej z dodatkiem mąki z nasion roślin strączkowych mieściła się w zakresie od 155,0 do 163,5%. Najwyższą wydajnością cechowały się ciasta z mieszanek w skład których wchodziła mąka z łubinu wąskolistnego, co wynikało z ich wyższej wodochłonności, w porównaniu z pozostałymi mieszankami. Wydajność pieczywa z mąki pszennej wynosiła 139,0%. Wydajność pieczywa z mieszanek mąki pszennej z mąką z nasion roślin strączkowych mieściła się w zakresie od 137,3 do 147,1%. Wyższą w porównaniu z próbą kontrolną wydajność pieczywa uzyskano z mieszanek zawierających mąkę z łubinu wąskolistnego (wszystkie poziomy dodatku), z grochu, lędźwianu i łubinu żółtego (15% i wyższy poziom dodatku) oraz ciecierzycy i soczewicy (20 i 25% dodatku). Strata wypiekowa mieściła się w zakresie od 10,1 do 12,6%. Wartość tego parametru dla próby kontrolnej wynosiła 11,6%.

Zawartość składników mineralnych (popiołu) w pieczywie pszennym (próba kontrolna) wynosiła 0,87% s.m. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych spowodowała wzrost zawartości popiołu w pieczywie (1,18-2,10% s.m.). Zawartość popiołu

zwiększała się wraz ze wzrostem poziomu dodatku mąki z nasion roślin strączkowych, przy czym największe różnice w porównaniu z próbą kontrolną stwierdzono w przypadku dodatku mąki z soczewicy, co wynikało z wysokiej zawartości popiołu w tym surowcu (4,08% s.m.). Zawartość białka ogółem w pieczywie pszennym wynosiła 11,4% s.m. Podobnie jak w przypadku składników mineralnych, zawartość tego składnika w pieczywie z dodatkiem mąki z nasion roślin strączkowych była wyższa niż w próbie kontrolnej (12,7-20,0% s.m.), co wynikało z wysokiej zawartości białka w mąkach z nasion roślin strączkowych. Zawartość białka ogółem zwiększała się wraz ze wzrostem udziału mąk z nasion roślin strączkowych w pieczywie. Najwięcej białka zawierało pieczywo z dodatkiem mąki z łubinu żółtego, bobiku oraz łubinu wąskolistnego. Zawartość włókna surowego w pieczywie pszennym wynosiła 1,9% s.m. Pieczywo z dodatkiem mąki z nasion roślin strączkowych zawierało więcej tego składnika (2,0-6,1% s.m.) niż próba kontrolna. Podobnie jak w przypadku zawartości składników mineralnych i białka ogółem zawartość włókna surowego zwiększała się wraz ze wzrostem udziału mąki z nasion roślin strączkowych w pieczywie. Największą zawartością tego składnika odznaczało się pieczywo zawierające w swoim składzie mąkę z łubinu wąskolistnego i łubinu żółtego. Zawartość tłuszczu w pieczywie pszennym wynosiła 1,3% s.m. Dodatek mąki z lędźwianu oraz soczewicy wpłynął na nieznaczne obniżenie zawartości tłuszczu w pieczywie, natomiast dodatek mąk z nasion pozostałych roślin strączkowych zwiększył jego zawartość. Najwięcej tłuszczu (1,8-2,5% s.m.) zawierało pieczywo z dodatkiem mąki z łubinu wąskolistnego.

Wyniki oceny kwasowości miększu pieczywa zamieszczono w tabeli 24. Wartość tego parametru zależy od rodzaju i warunków fermentacji ciasta, a także od rodzaju użytej mąki. Chleb pszenny jasny z ciasta prowadzonego na drożdżach ma niską kwasowość (poniżej 3°kwasowości), na którą składają się wodorofosforany, białka, aminokwasy oraz kwasy tłuszczowe. Kwasowość chleba z ciasta prowadzonego na zakwasie jest wyższa ze względu na powstające w czasie fermentacji kwasy organiczne – kwas mlekowy i octowy, a w mniejszych ilościach także mrówkowy i masłowy. Kwasowość miększu pieczywa psennego (próba kontrolna) wynosiła 3,2°kwasowości. Kwasowość miększu pieczywa z dodatkiem mąki z nasion roślin strączkowych była na ogół wyższa niż pieczywa kontrolnego, z wyjątkiem pieczywa z dodatkiem mąki z ciecierzycy (do poziomu 15%) oraz mąki z soczewicy (dodatek na poziomie 10%). Najwyższą kwasowością cechował się miększ pieczywa zawierającego w swoim składzie mąki z łubinu żółtego (4,0-4,7°kwasowości), łubinu wąskolistnego (4,0-4,5°kwasowości) oraz grochu (4,0-4,4°kwasowości).

Pieczywo z próbnego wypieku laboratoryjnego cechowało się prawidłowym wyglądem zewnętrznym, jego kształt był typowy dla pieczywa wypiekanego w foremkach. W zależności od rodzaju i poziomu dodatku mąki z nasion roślin strączkowych było ono zróżnicowane pod względem stopnia wyrośnięcia oraz wyglądu skórki (rys. 1-7). Objętość pieczywa pszennego (próba kontrolna) wynosiła  $365 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ . Pieczywo z mieszanek mąki pszennej z mąką z nasion roślin strączkowych cechowało się mniejszą niż próba kontrolna objętością (od 228 do  $335 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$ ). Objętość pieczywa zmniejszała się wraz ze wzrostem udziału w recepturze mąki z nasion roślin strączkowych. Najmniej korzystnie na objętość pieczywa wpłynęła substytucja mąki pszennej mąką z łubinu wąskolistnego. Obniżenie objętości pieczywa można tłumaczyć zjawiskiem przerywania sieci białek glutenowych przez zawarty w mąkach z nasion roślin strączkowych błonnik, zwłaszcza jego frakcję rozpuszczalną w wodzie, która podczas zarabiania ciasta wchłania wodę tworząc lepkie roztwory, co utrudnia tworzenie siatki glutenowej. Ponadto, tworzenie siatki glutenowej może być utrudnione ze względu na obecność w cieście dodatkowych białek nieglutenowych. Uszkodzenie siatki glutenowej powoduje, że w czasie fermentacji ciasta dochodzi do utraty części powstałego ditlenku węgla, co wpływa niekorzystnie na objętość pieczywa. Mąka z łubinu wąskolistnego cechowała się wyjątkowo wysoką zawartością włókna surowego (19,3% s.m.), a także wysoką zawartością białka ogółem (34,0% s.m.). Masa właściwa miękiszu pieczywa pszennego wynosiła  $0,29 \text{ g/cm}^3$ . Pieczywo z dodatkiem mąki z nasion roślin strączkowych cechowało się wyższą niż próba kontrolna masą właściwą miękiszu (od 0,31 do  $0,45 \text{ g/cm}^3$ ). Wartość tego parametru zwiększała się wraz ze wzrostem udziału w recepturze mąki z nasion roślin strączkowych. Porowatość miękiszu pieczywa pszennego wynosiła 90. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych spowodowała obniżenie porowatości miękiszu pieczywa (60-90), z wyjątkiem pieczywa z dodatkiem mąki z grochu w ilości 10%. Podobnie jak w przypadku objętości, największe w porównaniu z próbą kontrolną zmiany masy właściwej oraz porowatości miękiszu stwierdzono w przypadku pieczywa z dodatkiem mąki z łubinu wąskolistnego. Twardość miękiszu pieczywa pszennego wynosiła 8,3 N. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych spowodowała wzrost twardości miękiszu pieczywa (9,4-22,5 N). Większy udział mąki z nasion roślin strączkowych powodował zwiększenie twardości miękiszu, co było szczególnie widoczne w przypadku pieczywa z dodatkiem mąki z łubinu żółtego, łubinu wąskolistnego oraz soczewicy. Wzrost twardości miękiszu pieczywa można tłumaczyć obniżeniem objętości bochenka i porowatości miękiszu pieczywa oraz wzrostem masy właściwej miękiszu.



Rys. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z bobiku (odm. Fernando) w porównaniu z pieczywem pszennym



Rys. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z ciecierzycy w porównaniu z pieczywem pszennym



Rys. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z grochu (odm. Astronaute) w porównaniu z pieczywem pszennym





Rys. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z lęźwianu (odm. Derek) w porównaniu z pieczywem pszennym



Rys. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z łubinu wąskolistnego (odm. Roland) w porównaniu z pieczywem pszennym



Rys. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z łubinu żółtego (odm. Salut) w porównaniu z pieczywem pszennym

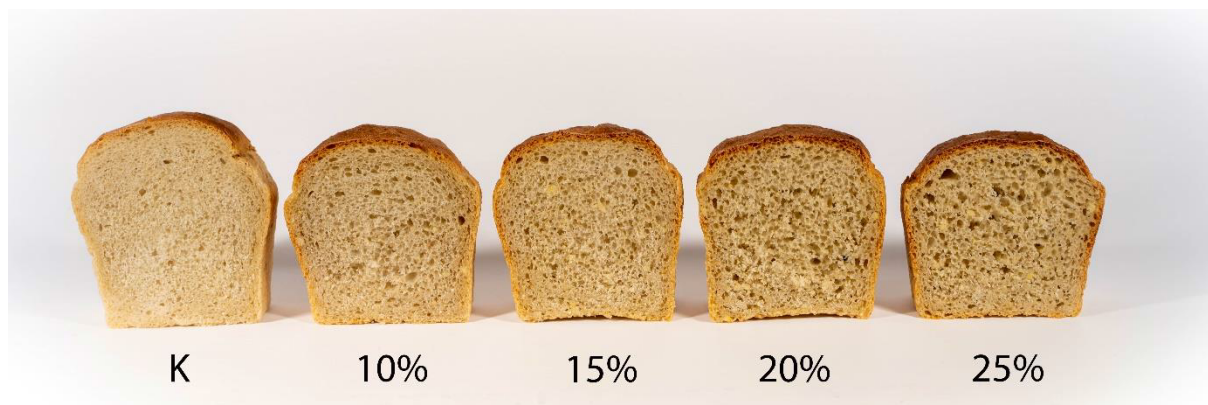


Rys. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z soczewicy (odm. Tina) w porównaniu z pieczywem pszennym

Miękisz pieczywa pszennego (próba kontrolna) cechował się największą jasnością barwy (70,38) oraz najmniejszym udziałem w barwie odcieni czerwonych i żółtych (odpowiednio: 0,14 i 14,22). Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych wpłynęła na obniżenie jasności barwy miękiszu oraz zwiększenie udziału odcieni czerwonych i żółtych w porównaniu z próbą kontrolną. Wraz ze wzrostem poziomu dodatku mąki z nasion roślin strączkowych miękisz pieczywa stawał się ciemniejszy. Wartości bezwzględnej różnicy barwy ( $\Delta E$ ) mieściły się w zakresie od 3,0 do 21,3, co według kryterium Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej oznacza, że różnica barwy była możliwa do rozpoznania nawet przez obserwatora bez doświadczenia. Największe pociemnienie barwy miękiszu stwierdzono w pieczywie z dodatkiem mąki z łubinu wąskolistnego, łubinu żółtego oraz soczewicy. Miękisz pieczywa z dodatkiem mąki z obu gatunków łubinu cechował się barwą z największym udziałem odcieni czerwonych i żółtych.

Pieczywo wypieczone z mąki pszennej (próba kontrolna) zostało wysoko ocenione pod względem organoleptycznym (30,8 pkt) i zostało zaklasyfikowane do I poziomu jakości. Do I poziomu jakości zaklasyfikowano także pieczywo z dodatkiem 10% mąki ze wszystkich nasion roślin strączkowych oraz pieczywo z 15% dodatkiem mąki z grochu, lędźwianu, łubinu wąskolistnego i soczewicy. Pieczywo z 15% dodatkiem mąki z pozostałych nasion roślin strączkowych zostało zaklasyfikowane do II poziomu jakości. Najniżej (III poziom jakości) zostało ocenione pieczywo z 25% dodatkiem mąki ze wszystkich nasion roślin strączkowych oraz z 20% dodatkiem mąki z lędźwianu i łubinu żółtego. Przy wyższym udziale mąki z nasion roślin strączkowych bochenki były mniej wyrośnięte, powierzchnia skórki mniej gładka, a jej barwa ciemniejsza. Wraz ze wzrostem dodatku mąki z nasion roślin strączkowych obniżała się elastyczność miękiszu, porowatość miękiszu stawała się mniej równomierna, miękisz wykazywał

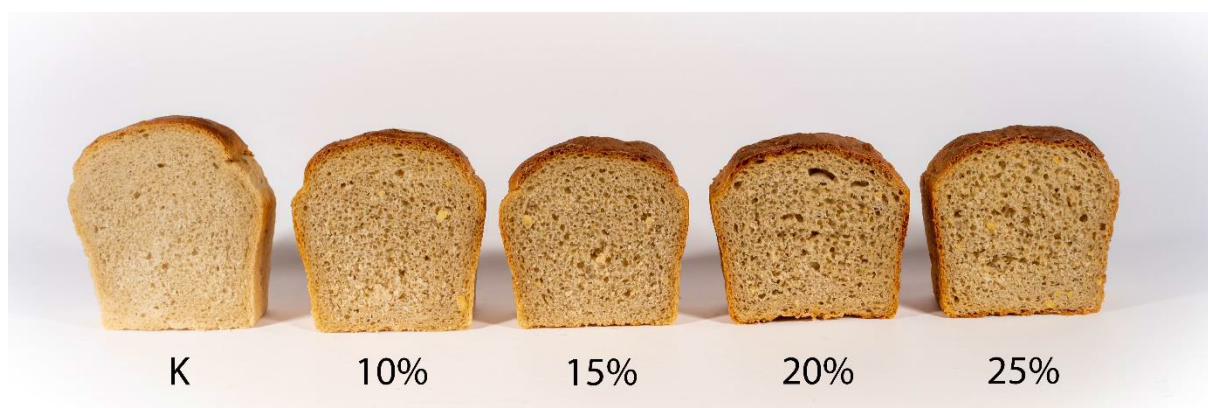
większą podatność na kruszenie, barwa miększu ulegała pociemnieniu. Przy wyższym udziale mąki z nasion roślin strączkowych wyczuwalne były zmiany smaku i zapachu pieczywa. Przykładowo w smaku pieczywa z 20 i 25% dodatkiem mąki z łubinu żółtego wyczuwalny był posmak gorzki i kwaśny.



Rys. Wygląd miększu pieczywa z dodatkiem mąki z bobiku (odm. Fernando) w porównaniu z pieczywem pszennym



Rys. Wygląd miększu pieczywa z dodatkiem mąki z ciecierzycy w porównaniu z pieczywem pszennym

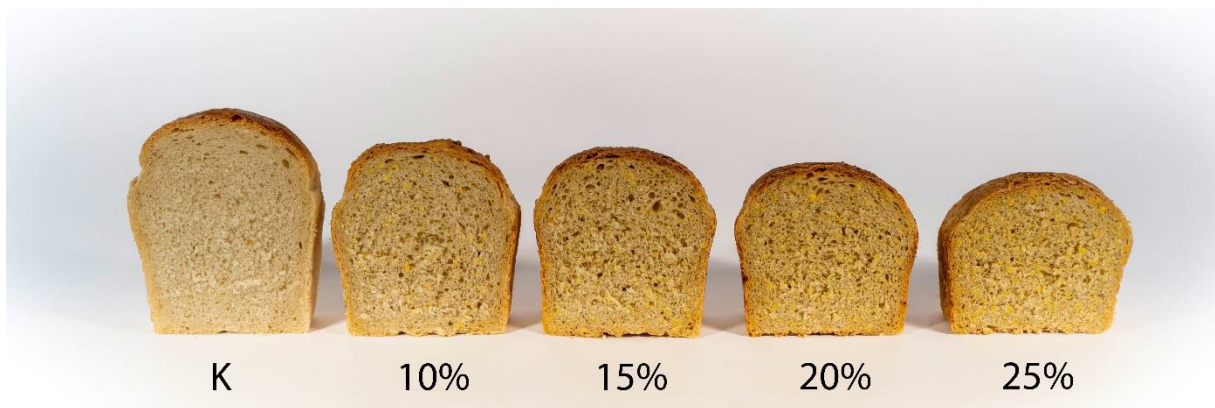




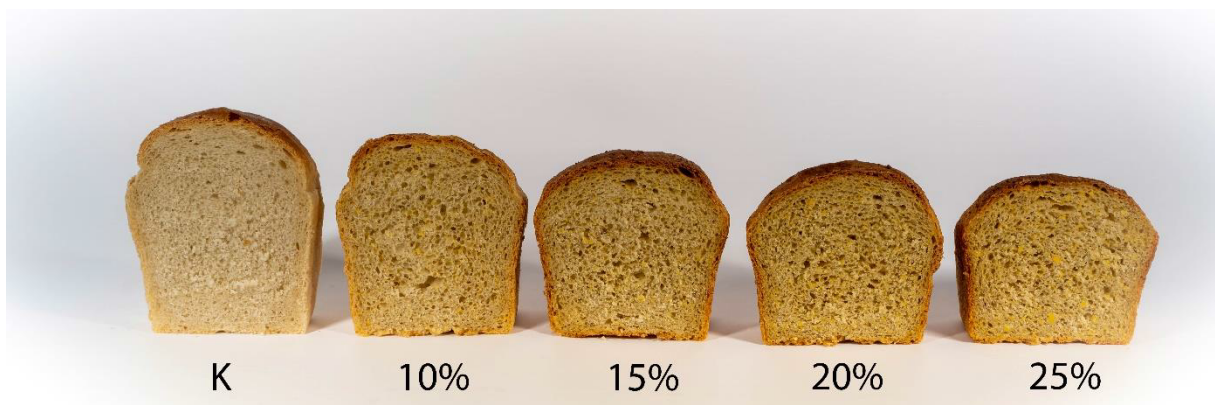
Rys. Wygląd miękkiszu pieczywa z dodatkiem mąki z grochu (odm. Astronaute) w porównaniu z pieczywem pszennym



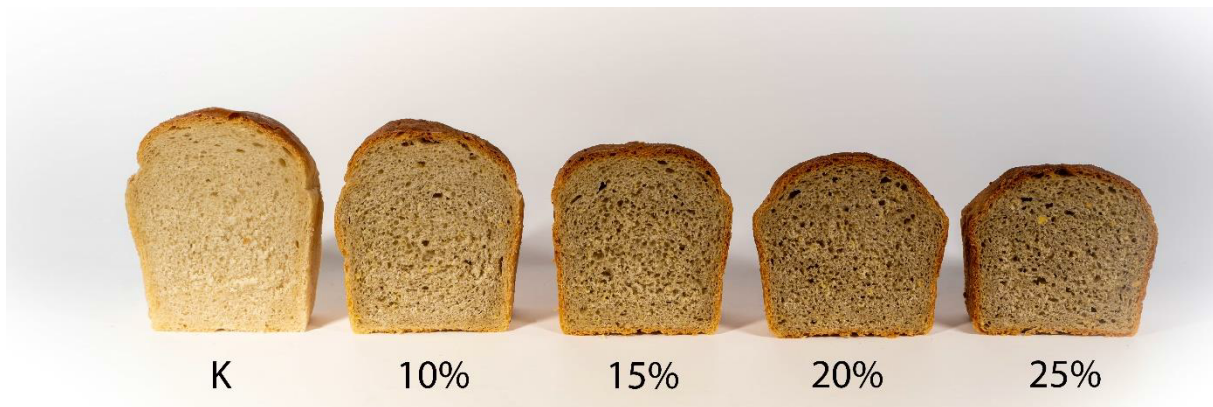
Rys. Wygląd miękkiszu pieczywa z dodatkiem mąki z łądzwianu (odm. Derek) w porównaniu z pieczywem pszennym



Rys. Wygląd miękkiszu pieczywa z dodatkiem mąki z łubinu wąskolistnego (odm. Roland) w porównaniu z pieczywem pszennym



Rys. Wygląd miękkiszu pieczywa z dodatkiem mąki z łubinu żółtego (odm. Salut) w porównaniu z pieczywem pszennym



Rys. Wygląd miększu pieczywa z dodatkiem mąki z soczewicy (odm. Tina) w porównaniu z pieczywem pszennym

### **Oznaczenie wybranych wskaźników żywności funkcjonalnej w nasionach roślin bobowatych**

#### **Całkowita zawartość związków fenolowych.**

Stosunkowo najniższe zawartości związków fenolowych zarejestrowano w nasionach lędźwianu (ok. 0,04% suchej masy nasion), natomiast najwyższe zawartości zanotowano, w nasionach bobiku (powyżej 0,16% suchej masy). Wysoka zawartość związków fenolowych występowała również w nasionach soczewicy (w zakresie od 0,1% w odmianie Tina do 0,14% w odmianie Anita) oraz w grochu (powyżej 0,1%). Zawartość związków fenolowych w łubinie wąskolistnym była nieco niższa niż w grochu, ale wyższa niż w nasionach łubinu żółtego.

#### **Zawartość tanin skondensowanych.**

Najwyższą zawartość tanin skondensowanych, wynoszącą od 0,10 do 0,18% suchej masy nasion, zanotowano w nasionach badanych odmian soczewicy. W nasionach pozostałych gatunków nie przekraczała 0,04%, a w odmianach lędźwianu i ciecierzycy oscylowała około 0,02%. Zanotowano bardzo zbliżone zawartości tanin w „niskotaninowej” odmianie bobiku Fernando i nie białokwitnącej odmianie Granit.

#### **Zawartość oligosacharydów z grupy rafinozy i ciceritolu**

Najwyższą, wynoszącą powyżej 2% suchej masy nasion zawartość sacharozy, która jest metabolicznym prekursorem oligosacharydów z grupy rafinozy, zarejestrowano w łubinie wąskolistnym odmiany Zorba. Nasiona tej odmiany zawierały także najwyższą sumaryczną zawartość

wszystkich oligosacharydów (blisko 8% s.m.). Duże ilości sacharozy występowały także w ciecierzycy, która jednak w odróżnieniu od wszystkich pozostałych gatunków zawierała znikome ilości werbaskozy. Zamiast niej, w nasionach tego gatunku zaobserwowano znaczną ilość ciceritolu. Nieco mniejszą zawartość tego związku zaobserwowano w nasionach odmian soczewicy, natomiast nie występował on w bobiku, grochu, lędźwianie i łubinie poza odmianą Zorba. W soczewicy zaobserwowano także nieco zmniejszoną zawartość werbaskozy, prawdopodobnie wynikającą ze zużywania jednostek galaktozowych do biosyntezy ciceritolu. W odróżnieniu od ciecierzycy, nasiona soczewicy zawierały werbaskozę w mierzalnych ilościach. Obie odmiany bobiku praktycznie nie zawierały rafinozy, która występowała w nasionach we wszystkich pozostałych gatunków, osiągając najwyższą zawartość (ok. 1%) w grochu i łubinach. Stosunkowo najniższe zawartości oligosacharydów rafinozowych zanotowano w nasionach lędźwianu oraz w bobiku Granit.

### **Zawartość aminokwasów białkowych i białka**

W wyniku kwaśnej hydrolizy białek glutamina i asparagina ulegają dezaminacji, w związku z czym są wykrywane jako kwasy, odpowiednio, glutaminowy i asparaginowy. Niemniej, zmiana ta nie ma znaczącego wpływu na zawartość białek oszacowaną przez stężenia aminokwasów białkowych. Ponadto, w niskim pH niemal całkowitej degradacji ulega tryptofan, który z tego powodu nie był brany pod uwagę w szacowaniu zawartości białka w nasionach. Zawartość tryptofanu białkowego oszacowano w wybranych próbkach metodą hydrolizy alkalicznej, i mieściła się ona w zakresie od 0,25 do 0,35% suchej masy. Najwyższą zawartość aminokwasów białkowych, wynoszącą do 60%, zaobserwowano w nasionach obu badanych odmian łubinu żółtego. Zawartość poniżej 30%, zanotowano w nasionach grochu Astronaute i ciecierzycy, a w pozostałych próbkach sumaryczna zawartość aminokwasów wahała się pomiędzy 30 a 40% suchej masy nasion.

Z żywieniowego punktu widzenia, najistotniejsza jest zawartość aminokwasów egzogennych: fenyloalaniny, leucyny, izoleucyny, metioniny, treoniny, waliny, histydyny i lizyny oraz tryptofanu. Aminokwasy te wykazywały stosunkowo małą zmienność w nasionach badanych gatunków roślin bobowatych. Zawartość metioniny, której zawartość w białkach nasion badanych roślin nie przekraczała 0,4%, oraz tryptofanu (około 0,3%), pozostałe aminokwasy egzogenne indywidualnie stanowiły od około 1 do nawet 4% (izoleucyna w łubinie Mister) suchej masy. Są to stosunkowo duże ilości, podkreślające znaczenie żywieniowe nasion roślin bobowatych w diecie zarówno ludzi jak i zwierząt gospodarskich.

## **Podsumowanie**

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że mąka z nasion badanych gatunków roślin strączkowych może być dodatkiem recepturowym do pieczywa na bazie mąki pszennej z ciasta przygotowywanego na zakwasie pszennym. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych wpłynęła korzystnie na wartość odżywczą pieczywa, zwiększając zawartość białka ogółem, włókna surowego oraz składników mineralnych, a także tłuszczu (z wyjątkiem mąki z lędzwanu i soczewicy). Wraz ze wzrostem poziomu dodatku mąki z nasion roślin strączkowych następowało jednak pogorszenie właściwości fizycznych pieczywa (m.in. obniżenie objętości bochenka i porowatości miększu, wzrost twardości miększu), a także cech organoleptycznych, dlatego maksymalny dodatek recepturowy mąki z lędzwanu i łubinu żółtego nie powinien przekraczać 15%, natomiast w przypadku pozostałych z bobiku, ciecierzycy, grochu, łubinu wąskolistnego i soczewicy poziomu 20%.