

INSYTUT UPRAWY NAWOŻENIA I GLEBOZNAWSTWA
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY W PUŁAWACH

Sprawozdanie z zadania badawczego pt.

Ocena wykorzystania mąki z nasion wybranych gatunków roślin strączkowych do wypieku chleba na zakwasie.

(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 hab. Eliza Gawęł, dr Jolanta Bojarszczuk,
dr Justyna Krzyżanowska-Kowalczyk, mgr Monika Antoniak,
mgr Jolanta Kaźmierczak, mgr Sebastian Dryk

Główny Księgowy IUNG-PIB

Dyrektor IUNG-PIB

.....

INSYTUT UPRAWY NAWOŻENIA
I GLEBOZNAWSTWA-PAŃSTWOWY
INSTYTUT BADAWCZY
ul. Czartoryskich 8, 24-100 Puławy
NIP 716 000 42 781
Regon 000079295

Zrealizowano na podstawie decyzji Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi
DEJ.re.027.7.2023 z dnia 7 kwietnia 2023 r.

Puławy, 14 listopada 2023 r.

Zakres badań

Badania w 2023 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 strączkowych uprawianych na nasiona w siewie czystym i z roślinami podporowymi;
2. ocena przydatności mąki z nasion roślin strączkowych do wypieku chleba na zakwasie;
3. określenie wybranych wskaźników żywności funkcjonalnej w nasionach roślin strączkowych.

Areal uprawy jadalnych roślin strączkowych Polsce w ostatnich 30 latach wynosił od 40 do 50 tys. ha. W roku 2020 powierzchnia ich uprawy na nasiona znacznie się zwiększyła i wynosiła ponad 82 tys. ha i była większa o około 25 % niż w 2019 roku. W 2020 roku największą powierzchnię obsiewano grochem, fasolą i bobem. Pozostałe gatunki zajmowały znacznie mniejszą powierzchnię. W roku 2020 najwięcej jadalnych roślin strączkowych na nasiona uprawiane było w woj. lubelskim (22,8 tys. ha), zachodnio-pomorskim (10,2 tys. ha), warmińsko-mazurskim i pomorskim (po około 6 tys. ha), natomiast na najmniejszej powierzchni uprawiano je w woj. śląskim i podkarpackim (odpowiednio 0,8 i 1,4 tys. ha). Średni plon nasion tej grupy gatunków w 2020 roku wynosił 24,5 dt/ha, natomiast największy poziom plonowania roślin jadalnych zanotowano w woj. pomorskim (30,6 dt/ha), kujawsko-pomorskim (29,3 dt/ha) i opolskim (28,8 dt/ha). Znacznie większy poziom plonowania w tych województwach spowodowany jest korzystnymi warunkami agrotechnicznymi występującymi w tych rejonach, jak również wysokim poziomem nawożenia mineralnego. Wskaźnik jakości rolniczej gleb i agroklimatu są największe w kraju i znacznie większe od średniej krajowej. W tym roku plony nasion w woj. lubuskim nie przekroczyły 17,6 dt/ha, a w woj. podlaskim wynosiły poniżej 17 dt/ha.

Rośliny strączkowe ze względu na znaczenie gospodarcze oraz walory przyrodniczo-ekonomiczne odgrywają ważną rolę w produkcji roślinnej. Wprowadzenie tych gatunków do zmianowania staje się szczególnie istotne ze względu na rosnący udział zbóż w strukturze zasiewów. Jak wskazują badania prowadzone w IUNG-PIB Puławy notowane jest stałe zmniejszanie się zawartości substancji organicznej we wszystkich glebach na terenie naszego kraju. Rośliny strączkowe przerywając częste następstwo zbóż po sobie, zwiększają zawartość próchnicy, wzbogacając kompleks sorpcyjny gleby. Dzięki temu zwiększa się pojemność

kompleksu sorpcyjnego, co umożliwia zatrzymywanie większej ilości wody w glebie. Głęboki i dobrze rozwinięty system korzeniowemu umożliwia pobieranie z głębszych warstw gleby znacznych ilości wapnia, fosforu i potasu oraz pozwala na przemieszczanie ich do powierzchniowych warstw gleby, przez co składniki te stają się dostępne dla innych gatunków. Wydzieliny korzeniowe łubinów uruchamiają uwstecznione związki fosforu, dzięki czemu może on być wykorzystywany przez następne rośliny zmianowania. Dzięki symbiozie z bakteriami brodawkowymi asymilującymi wolny azot z atmosfery wzbogacają glebę w ten składnik. Azot atmosferyczny związany w procesie symbiozy ma bardzo duże znaczenie dla rolnictwa, ponieważ jest on wykorzystywany w większym stopniu przez rośliny niż z nawozów mineralnych, co ma znaczenie zarówno ekologiczne jak i ekonomiczne. Ilość wiążanego azotu zależy od gatunku, wielkości plonu, typu odmiany i pH gleby. Udatane zasiewy roślin strączkowych pozostawiają w glebie dla roślin następczych w resztkach poźniwnych około 100 kg/ha azotu, 25 kg/ha fosforu i 35 kg/ha potasu. Zwiększają biologiczną aktywność gleby, co sprzyja rozwojowi różnych grup mikroflory glebowej, a przede wszystkim bakterii. Zasiedlenie gleby przez liczne grupy różnych mikroorganizmów, pośrednio ogranicza liczbę mikroorganizmów szkodliwych dla roślin, czyli poprawiają stan fitosanitarny gleby. Wprowadzenie tych roślin do płodozmianu pozwala na ograniczenie stosowania nawozów mineralnych. Rośliny strączkowe wytwarzają znacznie większą powierzchnię liściową niż pszenica i kukurydza. Zwarty porost masy nadziemnej tych roślin silnie ocienia glebę chroniąc ją przed nadmiernym parowaniem, ubijaniem podczas obfitych opadów atmosferycznych, co dodatnio wpływa na strukturę gleby. Rośliny strączkowe są doskonałym przedplonem dla zbóż, przemysłowych i okopowych. Plon ziarna zbóż uprawianych w takim stanowisku, w porównaniu do plonu zbieranego po owsie zwiększa się od 0,5 dt/ha do 15,0 dt/ha. Szczególnie korzystny wpływ następczy tych roślin obserwuje się w latach o nierównomiernym rozkładzie opadów lub ich niedoborach, gdy słabe jest pobieranie wnoszonego pogłównie azotu mineralnego. Stwierdza się również tendencję do zwiększania zawartości białka w ziarnie zbóż uprawianych na stanowiskach po roślinach strączkowych.

Jedną z możliwości jest uprawa roślin strączkowych w siewie czystym, jednak konieczne jest ograniczenie zachwaszczenia metodami mechanicznymi. Inną możliwością, stosowaną w praktyce rolniczej jest wysiew tych roślin ze zbożami które stanowią roślinę podporową dla gatunków roślin strączkowych o wiotkich łodygach (groch, soczewica, lędźwian). Wcześniej przeprowadzone doświadczenia mieszanek grochu z jęczmieniem lub grochu z pszenicą wykazały, dużą przydatność do uprawy z tymi gatunkami zbóż zarówno odmian o normalnym ulistnieniu jak i odmian wąsolistnych (Księżak i Staniak 2009, Księżak 2010, Księżak i in. 2010, Staniak i in. 2012). Takie uprawy charakteryzował wysoki poziom plonowania oraz korzystana wartość pokarmowa uzyskanych nasion. W takich łąkach stwarzane są warunki do powstawania i ujawniania się oddziaływań, które w konsekwencji mają znaczący wpływ na kształtowanie się struktury łąnu,

jak również udział poszczególnych komponentów w tworzeniu plonu nasion. W porównaniu z siewem czystym rośliny strączkowe w takich uprawach szybciej się rozwijają, równomierniej dojrzewają i na ogół wierniej plonują, zwłaszcza w mniej korzystnych warunkach siedliska. Różny system korzeniowy roślin strączkowych i zbóż sprzyja bowiem lepszemu wykorzystaniu warunków glebowych. Na skutek zróżnicowania gatunkowego komplementarnie wykorzystywane są zasoby siedliska i następuje kompensacyjny wzrost i rozwój uprawianych gatunków. Rośliny niebobowate rosnące w sąsiedztwie roślin strączkowych korzystają z azotu zasymilowanego przez bakterie brodawkowe, co ma szczególnie duże znaczenie w rolnictwie ekologicznym. Azot z brodawek korzeniowych rośliny bobowatej przechodzi do podłoża w postaci kwasu asparaginowego i β -alaniny, z których może korzystać zbożowy komponent. Przyswajanie azotu cząsteczkowego zależy od gatunku rośliny strączkowej jako komponentu i jego udziału w łąnie, morfologii roślin i ich konkurencyjności wobec drugiego gatunku. Mieszane siewy korzystnie wpływają na glebę i jej stan sanitarny w wyniku czego są bardzo dobrym przedplonem dla wielu gatunków roślin uprawianych w gospodarstwie. Istotny jest wybór gatunku zboża dojrzewającego w terminie zbliżonym do rośliny strączkowej. Ważna jest także mała konkurencyjność komponenta zbożowego w stosunku do strączkowych, gdyż zapewnia ona znaczący udział jego nasion w plonie.

Zgodnie z dokumentem końcowym projektu Functional Food Science in Europe z 1996, żywność może być uznana za funkcjonalną, jeżeli udowodniony został jej korzystny wpływ na funkcje organizmu, przekraczający spodziewany efekt odżywczy. Wpływ ten polega na poprawie stanu zdrowia i samopoczucia lub na zmniejszeniu ryzyka chorób. Prozdrowotne cechy żywności funkcjonalnej wynikają z zawartych w niej składników bioaktywnych, wpływających na przebieg procesów metabolicznych. Istotne są także proporcje, w jakich składniki te występują w żywności, bowiem w wyższych stężeniach ich efekt może być wręcz szkodliwy. W przypadku nasion roślin strączkowych, jednym z takich składników są oligosacharydy z rodziny rafinozy (RFOS). Ze względu na potencjalne powodowanie wzdęć, związki te są generalnie uważane za antyżywniowe. Niemniej, mają one bardzo niski indeks glikemiczny i pod tym względem można je rozważać również w kategorii związków prozdrowotnych, a ze względu na ich stymulujący wpływ na florę bakteryjną przewodu pokarmowego, także w kategorii prebiotyków. Konsumpcja umiarkowanych ilości oligosacharydów z rodziny rafinozy znacząco poprawia kontrolę glikemii oraz obniża ryzyko choroby niedokrwienia serca. Innym składnikiem nasion roślin strączkowych uważanym za antyżywniowy, a mogącym mieć potencjalne znaczenie prozdrowotne jest kwas fitynowy. Jego nadmierne spożycie może przyczynić się do zaburzeń gospodarki mineralnej organizmu, ale ma on też właściwości przeciwrakowe, jak też sprzyja eliminacji z organizmu kationów metali ciężkich. Witamina E rozpuszczalna w tłuszczach jest silnym antyoksydantem i ma działanie przeciwzapalne. W nasionach roślin strączkowych występuje ona głównie w postaci

α - i γ -tokoferoli. Witamina K, występująca w strączkowych w formie filochinonu, wpływa na stan układu kostnego, ale potencjalnie może także działać antykancerogennie. Dla wybranych gatunków roślin dodatkowo przeprowadzone zostaną pomiary glikozydów pirymidynowych oraz alkaloidów. Te ostatnie badania są szczególnie istotne w przypadku łubinów. Jak wynika z dotychczas przeprowadzonych w IUNG-PIB badań, nasiona zarówno łubinu żółtego jak i wąskolistnego są cennym surowcem żywieniowym ze względu na znaczną zawartość białka oraz profil kwasów tłuszczowych o dużym udziale kwasów wielonienasyconych. Niemniej, istotnym ograniczeniem ich powszechnego stosowania jest obecność w nasionach alkaloidów. Występują one także w nasionach tzw. „słodkich” odmian łubinów. Warunki klimatyczne oraz lokalne warunki glebowe mają znaczący wpływ na zawartość alkaloidów w łubinie, w związku z czym stosunkowo powszechnie obserwowane są przekroczenia umownych, granicznych norm ich zawartości. Ponadto, zawartość alkaloidów w nasionach łubinu jest często szacowana kolorymetryczną metodą Dragendorffa, która może dawać niejednoznaczne wyniki. Dlatego istotne jest monitorowanie ich zawartości bardziej precyzyjnymi metodami.

Pieczywo stanowi jeden z podstawowych produktów w codziennej diecie, dostarcza organizmowi składników energetycznych, budulcowych i regulujących. Produkty piekarskie, ze względu na wysoką zawartość skrobi, pokrywają około 1/3 dziennego zapotrzebowania energetycznego organizmu. Są także ważnym źródłem białka, składników mineralnych (m.in. magnezu, cynku, manganu, wapnia), witamin z grupy B oraz substancji bioaktywnych o charakterze antyoksydacyjnym [Gawęcki i Zielke 2007, López i Goldner 2015].

Według danych GUS [Rocznik statystyczny rolnictwa 2022] w 2021 roku spożycie pieczywa w Polsce wyniosło średnio 32 kg/osobę. Polacy najczęściej spożywają pieczywo mieszane, a następnie pszenne. Pieczywo pszenne wypiekane jest przeważnie z jasnych mąk niskowyciągowych (typu 450-550), które produkowane są ze środkowej części ziarniaka – bielma mącznego, natomiast nie zawierają warstwy aleuronowej, okrywy owocowo-nasiennej i zarodka, najcenniejszych z żywieniowego punktu widzenia części anatomicznych ziarniaka. W bielmie mącznym znajduje się około 65% cukrowców, w tym głównie skrobia, 65% białka, 25% tłuszczu, 20% składników mineralnych i zaledwie 5% błonnika pokarmowego zawartego w ziarnie pszenicy, dlatego zawartość tych składników w mąkach niskowyciągowych i otrzymywanym z nich pieczywie jest niższa niż w ziarnie, z którego zostały wyprodukowane [Shewry i Hey 2015]. Dodatkowo zawarte w mące pszennej białka są niepełnowartościowe, ze względu na niedobór niektórych aminokwasów egzogennych, głównie lizyny, co ogranicza ich przyswajalność [Besaliev i wsp. 2021].

Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom konsumentów, biorąc pod uwagę ich preferencje dotyczące cech sensorycznych i wartości odżywczej, celowym wydaje się wzbogacanie receptury pieczywa produkowanego z jasnej mąki pszennej naturalnymi surowcami pochodzenia

roślinnego. Wartościowym dodatkiem recepturowym mogą być mąki z nasion roślin strączkowych. Są one dobrym źródłem oligosacharydów, białka, w tym aminokwasów egzogennych, błonnika pokarmowego, składników mineralnych, witamin i bioaktywnych związków fenolowych [Karamać i wsp. 2018, Li i wsp. 2019, Bala i wsp. 2020, Goldstein i Reifen 2022]. Nasiona roślin strączkowych zawierają od 17 do nawet 50% białka [Oyeyinka i wsp. 2021, Goldstein i Reifen 2022], które odznacza się znacznie wyższą wartością biologiczną niż białko zbóż [Goldstein i Reifen 2022]. Charakteryzują się także niższym indeksem glikemicznym w porównaniu ze zbożami [Li i wsp. 2019, Samtiya i wsp. 2020], dlatego spożywanie produktów na bazie nasion roślin strączkowych wskazane jest w profilaktyce cukrzycy typu 2 [Jenkins i wsp. 2012]. Regularne spożywanie nasion roślin strączkowych może przyczyniać się do zapobiegania wystąpieniu również innych chorób przewlekłych, takich jak otyłość, choroby układu krążenia, a nawet niektóre rodzaje nowotworów [Kalogeropoulos i wsp. 2010, Mudryj i wsp. 2014, Li i wsp. 2019]. Ponadto ze względu na wysoką wartość odżywczą oraz walory sensoryczne nasiona roślin strączkowych mogą znaleźć zastosowanie jako składnik żywności funkcjonalnej [Karamać i wsp. 2018, Bala i wsp. 2020].

Omówienie wyników

Przebieg warunków atmosferycznych

W tabeli 1 przedstawiony jest przebieg warunków atmosferycznych w RZD Grabów w 2023 roku. Suma opadów w okresie od marca do września była mniejsza od około 8 % od średniej z wielolecia. Rozkład opadów był nierównomierny co znacząco wpływało na plonowanie uprawianych gatunków roślin.

W pierwszej dekadzie kwietnia zanotowano dużą ilość opadów atmosferycznych co opóźniło przeprowadzenie siewu oraz wykonanie zabiegów pielęgnacyjnych w uprawianych gatunkach roślin. W drugiej i trzeciej dekadzie kwietnia wystąpiła mała ilość opadów atmosferycznych, co opóźniło wschody nasion. Brak opadów zanotowano w trzeciej dekadzie maja, a bardzo mało opadów atmosferycznych wystąpiło w czerwcu (mniej o około 50%) i pierwszej dekadzie lipca co powodowało skrócenie okresu kwitnienia roślin strączkowych i miało niekorzystny wpływ na wzrost i rozwój roślin tych gatunków jak również zbóż. Znaczące ilości opadów oraz w miarę równomierny ich rozkład w drugiej i trzeciej dekadzie lipca i pierwszej sierpnia korzystnie wpłynął na stan wilgotności gleby oraz rozwój roślin. Ponadto w sierpniu, a zwłaszcza we wrześniu panowały wyższe temperatury powietrza od średniej z wielolecia odpowiednio o 1,7°C i 4,2 °C co dodatkowo pogarszało warunki dla plonowania roślin.

Tabela 1. Przebieg warunków atmosferycznych w RZD Grabów w 2023 roku

Wyszczególnienie		Miesiąc							suma
		III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	
Opady (mm)	I	22,6	26,4	20,7	1,15	6,4	34,5	0,5	
	II	6,5	11,9	52,2	20,6	23,8	6,3	26,4	
	III	19,4	3,7	0	10,0	48,4	36,7	6,8	
	suma	48,5	42,0	72,9	31,8	78,6	77,5	33,7	
Temperatura °C	I	0,5	4,9	9,5	15,7	20,2	18,2	18,2	
	II	5,1	10,3	13,4	16,1	20,6	23,0	18,6	
	III	7,9	10,0	15,7	19,9	19,1	21,1	17,3	
	średnia	4,5	8,4	12,9	17,2	20,0	20,8	18,0	
Opady średnia z wielolecia*		35,0	40,0	66,0	64,0	83,0	68,0	60,0	416
Temperatura średnia z wielolecia °C		3,1	9,3	14,5	18,0	19,9	19,1	13,8	

*Średnia z lat 1991-2020

Doświadczenie 1. Ocena plonowania wyki siewnej w zależności od sposobu siewu w ekologicznym systemie gospodarowania.

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

Schemat doświadczenia:

Kontrola – siew czysty

czynnik I – odmiany wyki – Greta, Hanka

czynnik II – gatunek rośliny podporowej: jęczmień, owies

Obsada wyki siewnej w czystym siewie wynosiła 200 szt.·m⁻², a uprawianego z rośliną podporową 100 szt.·m⁻², liczba roślin owsa uprawianego jako rośliną podporową wynosiła 250 szt.·m⁻², a jęczmienia 150 szt.·m⁻². Wielkość poletka przy założeniu wynosiła 40,0 m², a do zbioru 35,0 m². Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, kl. IIIa. Siew wykonano 14 kwietnia 2023 r. W celu odchwaszczenia mieszanek stosowano dwukrotne bronowanie. Zbiór roślin wykonano w fazie dojrzałości pełnej 5 sierpnia 2023 r.

Omówienie wyników

Na poziom plonowania wyki znaczący wpływ miała odmiana, sposób siewu, gatunek rośliny podporowej oraz przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. Istotnie większe plony nasion zarówno odmiany Greta jak i Hanka umożliwiła uprawa w czystym siewie niż z roślinami podporowymi. Ponadto łączny plon nasion odmiany Greta z roślinami podporowymi owsem i jęczmieniem był znacząco większy niż z odmianą Hanka. Udział w plonie nasion wyki uprawianej z rośliną podporową, nie zależnie od odmiany był znacznie mniejszy niż przy wysiewie, a zwłaszcza uprawianej z owsem. Odmiana Greta uprawiana w czystym siewie, z jęczmieniem jak i owsem plonowała lepiej niż odmiana Hanka. Udział w plonie nasion odmiany

Hanka wysiewanej z roślinami podporowymi był mniejszy niż odmiany Greta (tab. 2). Ponadto owies był bardziej konkurencyjny w stosunku wyki niż jęczmień wynikiem czego był mniejszy udział nasion rośliny strączkowej w plonie uprawianej z tym gatunkiem.

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 Greta niezależnie od sposobu uprawy charakteryzowała większa masa tysiąca nasion niż odmianę Hanka. Uprawa ze zbożami zmniejszała suchą masę łodygi i strączyn wyki, natomiast z owsem wpływała na wyższe osadzenie pierwszego i ostatniego strąka oraz na wysokość do wierzchołka. Ponadto odmiana Greta wyróżniła się korzystniejszymi elementami struktury wpływającymi na plonowanie niż odmiana .

Oceniane odmiany wyki stosunkowo słabo wpływały na wysokość jęczmienia i owsa oraz masę tysiąca ziaren owsa. Większą masę i liczbę ziarniaków na roślinie oba uwzględnione w doświadczeniach gatunki zbóż wytwarzały uprawiane z odmianą Hanka. Ponadto owies wytwarzał znacznie więcej ziarniaków na roślinie niż jęczmień. Większą liczbę pędów produkcyjnych wytwarzał jęczmień niż owies, a odmiana wyki miała niewielki wpływ na kształtowanie się tej cechy.

Doświadczenie 2. Ocena produktywność wybranych odmian soi i ciecierzycy

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

Schemat doświadczenia:

odmiana soi – Abelina, Erica

formy ciecierzycy – kabuli

Obsada ciecierzycy w czystym siewie wynosiła 100 szt./m², soi 80 szt./m², Wielkość poletka przy założeniu wynosiła 40,0 m², a do zbioru 35,0 m². Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, kl. IIIa. Siew obu gatunków wykonano 11 maja 2023 r. W celu stosowano dwukrotne bronowanie. Zbiór fazyj dojrzałości pełnej roślin soi wykonano 1 września, a ciecierzycy 29 września 2023 r.

Plon nasion istotnie zależał od gatunku rośliny strączkowej oraz przebiegu warunków atmosferycznych w okresie wegetacji. Spośród ocenianych gatunków większe plony zapewniała uprawa soi, a zwłaszcza odmiany Abelina, która plonowała lepiej o około 25% niż odmiana Erica, natomiast mniejszą produktywnością wykazała się ciecierzycy, której plon nasion wynosił 1,99 t/ha.

Uwzględnione w badaniach gatunki i odmiany roślin strączkowych charakteryzowała różnicowana budowa morfologiczna. Znacząco większą liczbą strąków, nasion i masą nasion na roślinie charakteryzowała się soja, a zwłaszcza odmiana Abelina. Rośliny odmiany Erica wyżej

związywały pierwszy strąk niż odmiany Abelina, natomiast odmiana Abelina wyżej związywała ostatni strąk oraz wytwarzała znacznie dłuższą część owocującą. Natomiast ciecierzycy wytwarzała większe nasiona niż obie odmiany soi, wytwarzała większą liczbę strąków i nasion oraz masę nasion na roślinie. Ponadto pierwszy strąk związywała wyżej od obu odmian soi, ale osiągała znacznie mniejszą wysokość a strąki były osadzone na krótszym odcinku owocowania. Sucha masa łodygi ciecierzycy była znacznie większa niż obu odmian soi, natomiast masa strączyn była istotnie mniejsza.

Doświadczenie 3. Ocena plonowania lędźwianu w zależności od sposobu siewu w ekologicznym systemie gospodarowania

Doświadczenie polowe lędźwianu z roślinami podporowymi jęczmieniem 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⁻², a uprawianego z rośliną podporową 50 szt.·m⁻², liczba roślin owsa uprawianego jako rośliną podporową wynosiła 250 szt.·m⁻², a jęczmienia 150 szt.·m⁻². Wielkość poletka przy założeniu wynosiła 40,0 m², a do zbioru 35,0 m². Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, kl. IIIa. Siew wykonano 14 kwietnia 2023 r. W celu odchwaszczenia mieszanek stosowano dwukrotne bronowanie. Zbiór roślin wykonano w fazie dojrzałości pełnej 4 sierpnia 2023r.

Omówienie wyników

Na poziom plonowania lędźwianu 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 umożliwiała uprawa w czystym siewie niż z roślinami podporowymi. Odmiana Krab uprawiana w czystym siewie i z roślinami podporowymi 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 lędźwianu niż jęczmień wynikiem czego był mniejszy udział nasion rośliny strączkowej w plonie uprawianej z tym gatunkiem. Udział w plonie nasion lędźwianu 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 lędźwianu, 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 łądzwanu 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 4. 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

I czynnik – odmiany soczewicy Anita, Tina

II czynnik - gatunek rośliny podporowej: jęczmień, owies

Obsada soczewicy w czystym siewie wynosiła 250 szt.·m⁻², a uprawianej z rośliną podporową 125 szt.·m⁻², liczba roślin owsa uprawianego jako roślina podporowa wynosiła 250 szt.·m⁻², a jęczmienia 150 szt.·m⁻². Wielkość poletka przy założeniu wynosiła 40,0 m², a do zbioru 35,0 m². Doświadczenie przeprowadzono na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego, kl. IIIa. Siew wykonano 14 kwietnia 2023 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 4 sierpnia 2023 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 wysokie plony nasion soczewicy, a znacząco lepiej plonowała odmiana Anita. 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 uprawianej z tym gatunkiem był nieco większy niż z owsem. Z odmianą Anita zanotowano większy łączny plon nasiona uprawianej z owsem, a odmiany Tina z jęczmieniem. Udział nasion soczewicy z oboma gatunkami rośliny podporowej był duży, a większy był z jęczmieniem.

Większą masą tysiąca nasion charakteryzowała się soczewica uprawiana w czystym siewie oraz z jęczmieniem niż owsem lub. 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., chociaż nieco mniej wytwarzały rośliny uprawiane ze zbożami. Ponadto soczewicę w czystym siewie charakteryzowała większa masa łodygi i strączyn niż uprawianą z roślinami podporowymi. Soczewica uprawiana z owsem lub jęczmieniem zawiązywała pierwszy i ostatni strąk na pędzie, na zbliżonej wysokości jak soczewica uprawiana w czystym siewie. Ponadto odmianę Tina charakteryzowała nieco krótsza długość części owocującej niż odmianę Anita.

Owies uprawiany z soczewicą wytwarzał dłuższe pędy, mniejszą liczbę pędów produkcyjnych a także charakteryzowała go mniejsza masa tysiąca ziarniaków niż jęczmień. Ponadto owies wytwarzał większą masę ziarniaków na roślinie niż jęczmień. Oceniane odmiany nie miały istotnego wpływu na elementy struktury plonu obu uwzględnionych w badaniach gatunków zbóż.

Ocena jakości pieczywa z dodatkiem nasion roślin strączkowych

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

Wilgotność mąki pszennej wynosiła 14,3%, zawartość popiołu (0,53% s.m.) była zgodna z deklarowanym przez producenta typem mąki, zawartość białka ogółem była niska (8,9% s.m.), co przełożyło się na bardzo niską wydajność glutenu mokrego (16,6%), zawartość włókna surowego wynosiła 1,7% s.m., zawartość tłuszczu 1,2% s.m., a wartość liczby opadania wynosiła 273 s, co wskazuje na średnią aktywność enzymów amylolitycznych. Mąki z nasion roślin strączkowych cechowały się zróżnicowaną wilgotnością, mieszczącą się w zakresie od 9,9% (mąka z soi) do 14,8% (mąka z wyki). Zawartość składników mineralnych (popiołu) w mąkach z nasion roślin strączkowych była zróżnicowana, wynosiła od 3,17 do 6,15% s.m. Największą zawartością popiołu, prawie 12- krotnie wyższą w porównaniu z mąką pszenną, cechowała się mąka sojowa, w pozostałych mąkach z nasion roślin strączkowych zawartość popiołu była około 6-7 razy większa niż w mące pszennej. W mąkach z nasion roślin strączkowych zawartość białka ogółem również była większa niż w mące pszennej, wynosiła od 16,4% s.m. (mąka z ciecierzycy) do 36,8% s.m. (mąka z soi). W porównaniu z mąką pszenną wyższa była także zawartość włókna surowego (od ok. 3 do 7 razy). Najwięcej włókna surowego zawierała mąka sojowa (11,9% s.m.). Zawartość tłuszczu w mąkach z nasion roślin strączkowych była zróżnicowana. W porównaniu z mąką pszenną nieznacznie mniej tego składnika zawierały mąka z lędźwianu i wyki (0,9% s.m.) oraz soczewicy (1,1% s.m.), w mące z ciecierzycy zawartość tłuszczu wynosiła 6,6% s.m., a w mące sojowej aż 28,8% s.m.

Wodochłonność mąki pszennej (próba kontrolna) była stosunkowo niska, wynosiła 51,3%, co można tłumaczyć niską zawartością białka ogółem, w tym białek glutenowych. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych powodowała na ogół obniżenie

wodochłonności mieszanek. Największe obniżenie wodochłonności stwierdzono w przypadku 25% dodatku mąki z lędźwianu oraz ciecierzycy (odpowiednio o 1,7 i 1,4 p.p.) oraz 10% dodatku mąki z soi (o 1,5 p.p.). Wyższą w porównaniu z próbą kontrolną wodochłonnością cechowały się mieszanki z 20 i 25% dodatkiem mąki z soi (odpowiednio o 1,1 i 2,1 p.p.) oraz z 25% dodatkiem mąki z wyki (o 0,3 p.p.). Czas rozwoju ciasta pszennego (próba kontrolna) wynosił 1,3 minuty. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych wpłynęła na ogół na wydłużenie czasu rozwoju ciast, co wskazuje na konieczność wydłużenia czasu ich mieszenia. Wyjątek stanowiły mieszanki z 10% substytucją mąki pszennej mąką z ciecierzycy, soczewicy i wyki, których czasy rozwoju były porównywalne z próbą kontrolną (1,0-1,3 minuty). Z wyjątkiem mieszanki z dodatkiem mąki z lędźwianu, najdłuższym czasem rozwoju cechowały się ciasta, w których dodatek mąki z nasion roślin strączkowych był na poziomie 25%. Czas stałości ciasta z mąki pszennej (próba kontrolna) wynosił 1,4 minuty. Czasy stałości wszystkich ciast z mieszanek mąki pszennej z mąką z nasion roślin strączkowych były dłuższe w porównaniu z próbą kontrolną. W zależności od rodzaju dodatku największe wydłużenie czasu stałości ciasta uzyskano stosując mąkę z soi na poziomie 10% (13,5 minuty), mąki z lędźwianu, soczewicy i wyki na poziomie 15% (odpowiednio: 6,1, 6,8 i 7,7 minuty), a mąkę z ciecierzycy na poziomie 20% (9,8 minuty). Rozmiękczenia ciasta z mąki pszennej (próba kontrolna) wynosiło 135 FU. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych, niezależnie od poziomu dodatku, spowodowała korzystne obniżenie wartości tego parametru. Zmiany te były szczególnie widoczne w przypadku ciast z dodatkiem mąki sojowej (12-15 FU), co można tłumaczyć wysoką zawartością tłuszczu w tym surowcu. Liczba jakości mąki pszennej była niska, wynosiła zaledwie 21. Wartości tego parametru dla mieszanek mąki pszennej z mąką z nasion roślin strączkowych były wyższe w porównaniu z próbą kontrolną (26-158), co wskazuje na korzystne oddziaływanie zastosowanych dodatków na właściwości reologiczne ciasta. Najwyższymi wartościami liczby jakości (129-158 FU) cechowały się mieszanki w których część mąki pszennej została zastąpiona mąką sojową.

Wydajność ciasta przygotowanego z mąki pszennej (próba kontrolna) wynosiła 154,3%. Wydajność ciasta z mieszanek mąki pszennej z dodatkiem mąki z nasion roślin strączkowych uległa na ogół obniżeniu (152,5-156,4%). Wyższą w porównaniu z próbą kontrolną wydajność ciasta uzyskano tylko z mieszanek w skład których wchodziła mąka sojowa w ilości 20 i 25% oraz mąka z wyki w ilości 25%, co wynikało z ich nieco wyższej wodochłonności, w porównaniu z mąką pszenną. Wydajność pieczywa z mąki pszennej wynosiła 135,9%. Wydajność pieczywa z mieszanek mąki pszennej z mąką z nasion roślin strączkowych mieściła się w zakresie od 132,0 do 137,0%. Wyższą w porównaniu z próbą kontrolną wydajność pieczywa uzyskano z mieszanek zawierających mąkę z ciecierzycy w ilości 15 i 20%, mąkę z

wyki w ilości 20 i 25% oraz mąkę sojową w ilości 15-25%. Strata wypiekowa mieściła się w zakresie od 11,1 do 13,6%. Wartość tego parametru dla próby kontrolnej wynosiła 11,9%.

Zawartość składników mineralnych (popiołu) w pieczywie pszennym (próba kontrolna) wynosiła 0,81% s.m. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych spowodowała wzrost zawartości popiołu w pieczywie (1,03-2,24% 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 sojowej, co wynikało z wysokiej zawartości popiołu w tym surowcu (6,15% s.m.). Zawartość białka ogółem w pieczywie pszennym wynosiła 9,4% 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 (9,8-17,4% 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 sojowej (13,3-17,4% s.m.). Zawartość włókna surowego w pieczywie pszennym wynosiła 1,8% s.m. Pieczywo z dodatkiem mąki z nasion roślin strączkowych zawierało więcej tego składnika (2,1-4,3% 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 (2,8-4,3% s.m.) cechowało się pieczywo zawierające w swoim składzie mąkę sojową. Zawartość tłuszczu w pieczywie pszennym wynosiła 1,2 % s.m. Substytucja mąki pszennej mąką z lędzwanu, soczewicy oraz wyki w ilości 10 i 15% nie miała wpływu na zawartość tłuszczu w pieczywie, a zwiększenie poziomu ww. dodatków do 20 i 25% spowodowało nieznaczne obniżenie zawartości tego składnika. Dodatek mąk z nasion ciecierzycy i soi zwiększył zawartość tłuszczu. Najwięcej tłuszczu (4,0- 8,1% s.m.) zawierało pieczywo z dodatkiem mąki sojowej.

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 miękiszu pieczywa pszennego wynosiła 3,1° kwasowości. Kwasowość miękiszu pieczywa z dodatkiem mąki z nasion roślin strączkowych była wyższa niż pieczywa kontrolnego. Najwyższą kwasowością cechował się mięksiz pieczywa zawierający w swoim składzie mąki z lędzwanu (3,5-4,2° kwasowości) oraz mąkę sojową (3,6-4,2° 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 wielkości dodatku mąki z nasion roślin strączkowych było ono zróżnicowane pod względem stopnia wyrośnięcia oraz wyglądu skórki (rys. 1-5). Objętość pieczywa pszennego (próba kontrolna) wynosiła $349 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$. Pieczywo z mieszanek mąki pszennej z mąką z nasion roślin strączkowych cechowało się mniejszą niż próba kontrolna objętością ($265\text{-}333 \text{ cm}^3/100 \text{ g}$). Objętość pieczywa zmniejszała się wraz ze wzrostem udziału w recepturze mąki z nasion roślin strączkowych. 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. 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. Masa właściwa miękiszu pieczywa pszennego (próba kontrolna) wynosiła $0,29 \text{ g/cm}^3$. Pieczywo z dodatkiem mąki z nasion roślin strączkowych cechowało się wyższą niż próba kontrolna masą właściwą miękiszu ($0,30\text{-}0,42 \text{ g/cm}^3$). Wartość tego parametru zwiększała się wraz ze wzrostem udziału w recepturze mąki z nasion roślin strączkowych. Porowatość miękiszu pieczywa pszennego (próba kontrolna) wynosiła 100. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych spowodowała na ogół obniżenie porowatości miękiszu pieczywa, z wyjątkiem chleba z dodatkiem mąki z soczewicy w ilości 10 i 15%. Najbardziej niekorzystnie na wygląd miękiszu wpłynął dodatek mąki z lędzwanu w ilości 15 i 20%, miększy tych chlebów był nierównomiernie porowaty, grubościenny, z widocznymi dziurami (rys. 7). Twardość miękiszu pieczywa pszennego (próba kontrolna) wynosiła 6,9 N. Substytucja mąki pszennej mąką z nasion roślin strączkowych spowodowała wzrost twardości miękiszu pieczywa. Wyższy udział mąki z nasion roślin strączkowych powodował na ogół większy wzrost twardości miękiszu, co można tłumaczyć zmniejszeniem objętości bochenka i porowatości miękiszu pieczywa oraz wzrostem masy właściwej miękiszu. Wzrost twardości miękiszu był szczególnie widoczny w przypadku chleba z dodatkiem mąki z ciecierzycy (8,2-22,1 N). Odwrotną tendencję wykazywał natomiast miększy chleba z dodatkiem mąki sojowej, którego twardość wraz ze wzrostem poziomu tego dodatku ulegała nieznacznemu obniżeniu (11,4-8,1 N). Można to tłumaczyć wysoką zawartością tłuszczu w tym pieczywie (4,0-8,1% s.m.).



Rys. 1. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z ciecierzycy w porównaniu z pieczywem pszennym (próba kontrolna)



Rys. 2. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z lędwianu w porównaniu z pieczywem pszennym (próba kontrolna)



Rys. 3. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z soczewicy w porównaniu z pieczywem pszennym (próba kontrolna)



Rys. 4. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z soi w porównaniu z pieczywem pszennym (próbą kontrolną)



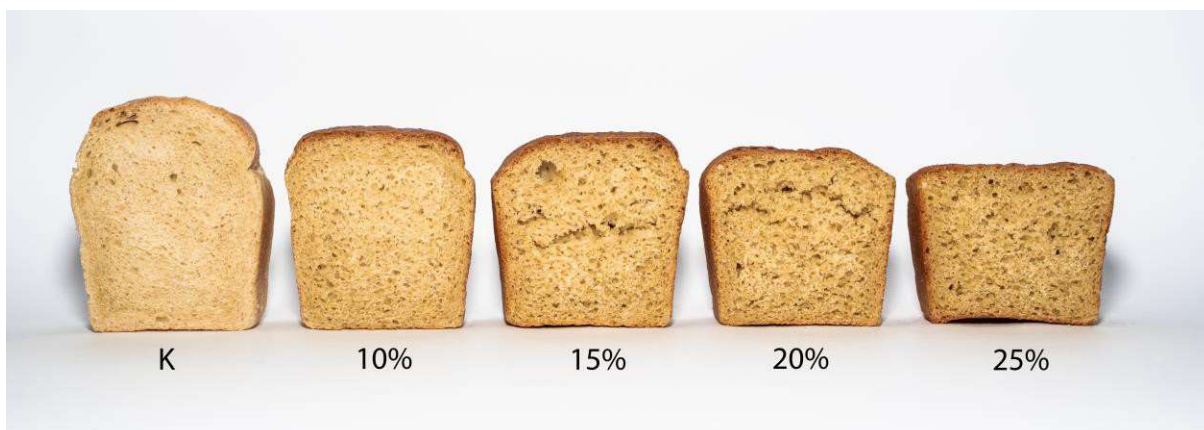
Rys. 5. Wygląd zewnętrzny bochenków pieczywa z dodatkiem mąki z wyki w porównaniu z pieczywem pszennym (próbą kontrolną)

Miękisz pieczywa pszennego (próbą kontrolną) cechował się największą jasnością barwy (73,71) oraz najmniejszym udziałem w barwie odcieni czerwonych i żółtych (odpowiednio: $a=0,34$ i $b=14,56$). 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 (rys. 6-10). Wartości bezwzględnej różnicy barwy (ΔE) mieściły się w zakresie od 6,4 do 20,3, co według kryterium Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej oznacza, że różnica barwy była możliwa do rozpoznania nawet przez obserwatora bez doświadczenia. Największe pociemnienie barwy miękiszu w porównaniu z próbą kontrolną stwierdzono w pieczywie z dodatkiem mąki z soczewicy.

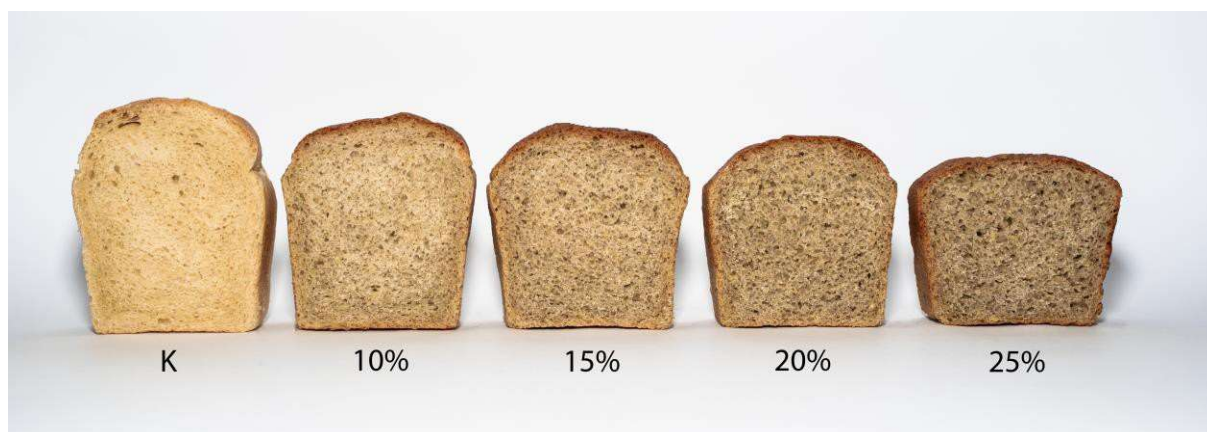
Pieczywo wypieczone z mąki pszennej (próba kontrolna) zostało wysoko ocenione pod względem organoleptycznym (30,2 pkt) i zostało zaklasyfikowane do I poziomu jakości. Do I poziomu jakości zaklasyfikowano także pieczywo z 10 i 15% dodatkiem mąki z ciecierzycy, soi oraz wyki. Do II poziomu jakości zostało zaklasyfikowane pieczywo z 10% dodatkiem mąki z lędzwanu, 10 i 15% dodatkiem mąki z soczewicy, 20% dodatkiem mąki z ciecierzycy, soi i wyki, a do III poziomu jakości pieczywo z 20% dodatkiem mąki z soczewicy oraz z 25% dodatkiem mąki z ciecierzycy, soi i wyki. Najniżej (IV poziom jakości) zostało ocenione pieczywo z dodatkiem mąki z lędzwanu w ilości 10% i powyżej oraz z 25% dodatkiem mąki z soczewicy. 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, mięksisz wykazywał większą podatność na kruszenie, a jego barwa ulegała pociemnieniu. Przy wyższym udziale mąki z nasion roślin strączkowych wyczuwalne były zmiany smaku i zapachu pieczywa. W przypadku pieczywa z dodatkiem mąki z lędzwanu obcy posmak, określany przez niektórych oceniających jako „trawiasty”, był wyczuwalny już przy 15% udziale tego dodatku.



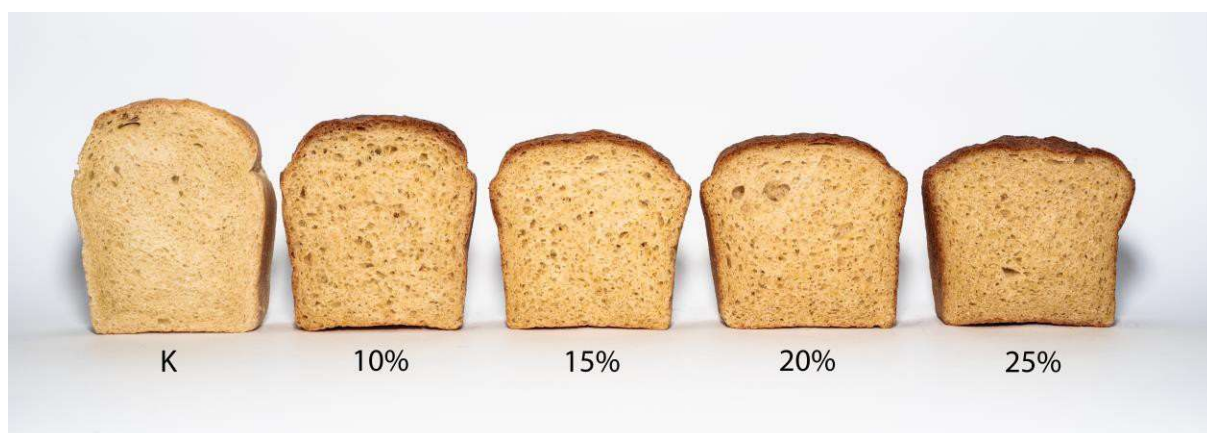
Rys. 6. Wygląd miękiszu pieczywa z dodatkiem mąki z ciecierzycy w porównaniu z pieczywem pszennym (próba kontrolna)



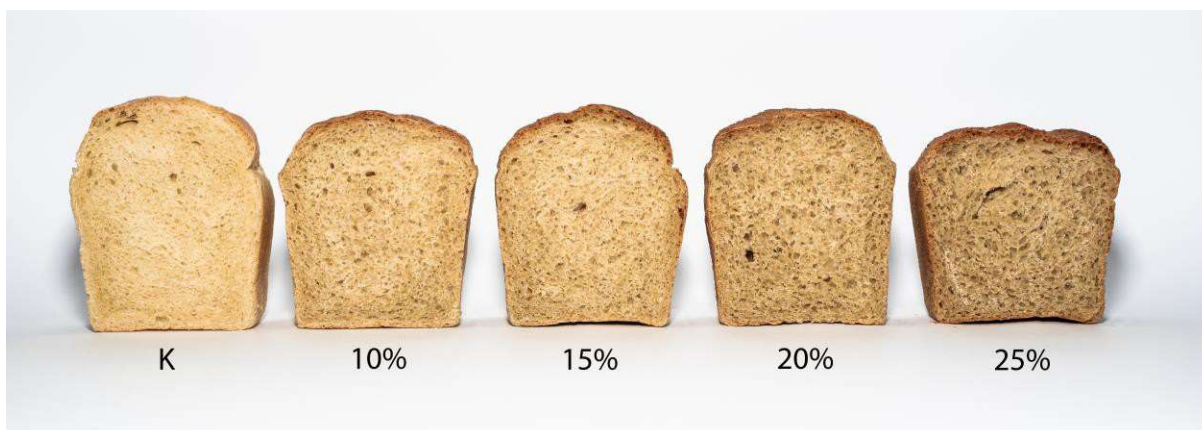
Rys. 7. Wygląd miękkiszu pieczywa z dodatkiem mąki z lędźwianu w porównaniu z pieczywem pszennym (próba kontrolna)



Rys. 8. Wygląd miękkiszu pieczywa z dodatkiem mąki z soczewicy w porównaniu z pieczywem pszennym (próba kontrolna)



Rys. 9. Wygląd miękkiszu pieczywa z dodatkiem mąki z soi w porównaniu z pieczywem pszennym (próba kontrolna)



Rys. 10. Wygląd miększu pieczywa z dodatkiem mąki z wyki w porównaniu z pieczywem pszennym (próba kontrolna)

Oznaczenie wybranych wskaźników żywności funkcjonalnej w nasionach roślin strączkowych

Całkowita zawartość związków fenolowych

Najniższe zawartości związków fenolowych zawierały nasiona lędzwanu odmiany Krab oraz nasiona ciecierzycy (ok. 0,05% suchej masy nasion). Wysoka zawartość związków fenolowych występowała w nasionach soi (w zakresie od ok. 0,12% w odmianie Erica do 0,13% w odmianie Abelina) oraz soczewicy (0,16% w odmianie Tina do ok. 0,17% w odmianie Anita). Zawartość związków fenolowych w badanych odmianach wyki była nieco niższa niż w soczewicy.

Zawartość tanin skondensowanych

Najwyższą zawartość tanin skondensowanych zarejestrowano w nasionach badanych odmian soczewicy, ich koncentracja wahała się od 0,05 (odmiana Tina) do 0,15% suchej masy nasion (odmiana Anita). W nasionach pozostałych gatunków oscylowała w granicach od 0,02% do 0,04%, a w nasionach kilku gatunków nie wykryto obecności rozpuszczalnych tanin skondensowanych.

Zawartość kwasu fitynowego

Spośród analizowanych gatunków nasion najwyższą zawartość kwasu fitynowego wynoszącą nieco powyżej 28 μg na mg s.m. zaobserwowano w nasionach obu odmian soi. W pozostałych nasionach zawartość kwasu fitynowego wahała się pomiędzy 12 a 20 μg na mg s.m.

Zawartość oligosacharydów z grupy rafinozy i ciceritolu

Najwyższą, sięgającą niemalże 20% suchej masy nasion zawartość sacharozy, która jest metabolicznym prekursorem oligosacharydów z grupy rafinozy, zarejestrowano w nasionach obu odmian soi. Nasiona tego gatunku zawierały także najwyższą sumaryczną zawartość wszystkich oligosacharydów (około 30% s.m.). Duże ilości sacharozy występowały także w ciecierzycy, która jednak w odróżnieniu od wszystkich pozostałych zawierała znikome ilości werbaskozy. Zamiast niej, w próbkach ciecierzycy zaobserwowano znaczną ilość ciceritolu. Nieco mniejszą zawartość tego związku zaobserwowano w odmianach soczewicy, natomiast nie występował on w nasionach lędźwianu oraz wyki. W odróżnieniu od ciecierzycy, pozostałe gatunki zawierały werbaskozę w większych ilościach do 5% s.m.

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, która mieściła się ona w zakresie od 0,25 do 0,35% suchej masy. W analizowanych próbkach sumaryczna zawartość aminokwasów wahała się pomiędzy 10 a 30% 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 ocenianych gatunków. Za wyjątkiem 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 2% suchej masy. Są to stosunkowo duże ilości, podkreślające znaczenie żywieniowe nasion roślin strączkowych w diecie zarówno ludzi jak i zwierząt gospodarskich.

Zawartość kwasów tłuszczowych i alkaloidów

Nasiona badanych roślin strączkowych charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem zawartości kwasów tłuszczowych. We wszystkich nasionach dominującym kwasem był kwas linolowy (C18:2). Proporcja kwasów nienasyconych do nasyconych, wyrażona jako indeks DB

(DBI), nie przekraczała 2 i była najwyższa w przypadku badanych odmian lędzwanu oraz wyki. Nasiona badanych nasion nie zawierały analizowanych alkaloidów kwinolizydynowych.

Podsumowanie

Uprawa wyki siewnej, lędzwanu, soczewicy w czystym siewie umożliwia uzyskanie większych plonów nasion niż uprawa tych gatunków z roślinami podporowymi owsem jęczmieniem. Rośliny tych gatunków uprawiane ze zbożami charakteryzowały się mniejszą liczbą strąków i nasion oraz masą nasion na roślinie niż uprawiane w czystym siewie. Owies był bardziej konkurencyjny w stosunku wyki, lędzwanu i soczewicy niż jęczmień wynikiem czego był mniejszy udział nasion rośliny strączkowej w plonie uprawianej z tym gatunkiem.

Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że mąki z nasion badanych gatunków roślin strączkowych mogą 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 w przypadku dodatku mąki z ciecierzycy oraz mąki sojowej zwiększyła się także zawartość tłuszczu. Wraz ze wzrostem poziomu dodatku mąki z nasion roślin strączkowych następowało jednak pogorszenie właściwości fizycznych pieczywa (m.in. obniżenie objętości bochenka i porowatości miękiszu), a także jego cech organoleptycznych, dlatego maksymalny dodatek recepturowy mąki z lędzwanu nie powinien przekraczać 10%, mąki z soczewicy 15%, natomiast w przypadku pozostałych surowców, tj. mąki z ciecierzycy, soi i wyki poziomu 20%.

Wysoka zawartość związków fenolowych, kwasu fitynowego, sacharozy oraz wszystkich oligosacharydów występowała w nasionach soi. Najwyższą zawartość tanin skondensowanych zarejestrowano w nasionach badanych odmian soczewicy. Nasiona ocenianych gatunków roślin bobowatych zawierały stosunkowo dużo aminokwasów egzogennych (fenyloalaniny, leucyny, izoleucyny, metioniny, treoniny, waliny, histydyny i lizyny oraz tryptofanu), których zawartość wykazywała stosunkowo małą zmienność. Ponadto nasiona tych gatunków charakteryzowały się dużym zróżnicowaniem zawartości kwasów tłuszczowych, a dominującym kwasem był kwas linolowy (C18:2). Proporcja kwasów nienasyconych do nasyconych, nie przekraczała 2 i była najwyższa w obu odmianach lędzwanu oraz wyki.