

Program Wieloletni 2008-2013 r.

„Ulepszanie Roślin dla Zrównoważonych AgroEkoSystemów, Wysokiej Jakości Żywności i Produkcji Roślinnej na Cele Nieżywnościowe”

Nazwa tematu: Charakterystyka wartości użytkowej, utrzymanie i
doskonalenie zróżnicowanych genotypów lnu oleistego o
poszerzonej przydatności.

Nr zadania: **8.4**



Kierownik tematu: prof.dr hab. Iwona Bartkowiak-Broda

Wykonawcy: mgr Aleksandra Piotrowska

mgr Magdalena Walkowiak

dr Franciszek Wielebski

**Zakład Genetyki i Hodowli Roślin Oleistych
IHAR w Poznaniu**

Pracownia Genetyki i Hodowli Jakościowej,
Samodzielna Pracownia Technologii Produkcji Roślin Oleistych

Cel pracy

- Uzyskanie form Inu oleistego o wysokiej zawartości kwasu α -linolowego w celu wykorzystania oleju Inianego do produkcji żywności funkcjonalnej.
- Badanie możliwości rozszerzenia uprawy Inu oleistego jako rośliny alternatywnej na terenach skażonych.
- Opracowanie optymalnej agrotechniki nowych jasno i ciemnonasiennych odmian Inu oleistego.

- Zgromadzono kolekcję Inu oleistego obejmującą 31 odmian i linii pochodzących z Polski i innych krajów UE oraz Kanady, Argentyny, Urugwaju.
- W nasionach zebranych form badano skład kwasów tłuszczowych, który był zróżnicowany głównie pod względem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych linolowego i linolenowego.
- Uzyskane dane umożliwiły zaszeregowanie odmian i linii Inu do grup wysoko- i niskolinolowych, a odmiany Escalina i Modran, które charakteryzują się wyższym wzrostem od pozostałych form, do grupy odmian włóknistych.
- Ponadto obiekty kolekcji scharakteryzowano pod względem zawartości tłuszczu, barwy nasion i masy 1000 nasion.

Odmiany Inu zgromadzonej kolekcji

Odmiana	Tłuszcz (%)	Kolor nasion	Kwasy tłuszczowe			MTN (g)	Pochodzenie
			oleinowy	linolowy	linolen.		
Odmiany wysokolinolenowe							
Abby	42,7	brązowe	15,3	17,3	57,8	6,1	Anglia
AC Mc-Duff	45,0	brązowe	18,5	18,6	53,6	5,8	Kanada
Bukoz	41,5	brązowe	21,6	14,1	55,8	7,1	Polska
Dufferin	42,1	brązowe	20,0	15,9	55,3	5,6	Kanada
Eurodor	37,9	jasne	23,9	15,8	50,9	9,0	Francja
Golda	46,8	jasne	20,0	15,8	54,4	10,0	Niemcy
Jantarol	41,6	jasne	30,3	14,5	46,4	7,2	Polska
Kreola	41,1	brązowe	24,5	13,5	51,3	7,4	Niemcy
La Estazuela E	39,8	brązowe	22,7	15,0	52,9	6,2	Urugwaj
La Estazuela 117	40,3	brązowe	19,8	14,4	56,1	7,4	Urugwaj
Lindor	39,3	jasne	21,5	19,6	49,6	9,6	Francja
Lino de Pedre 8c	39,8	brązowe	19,4	14,4	57,4	6,1	Niemcy
Martin	39,0	brązowe	28,0	14,8	48,0	6,4	Niemcy
Olin	38,8	brązowe	29,3	13,9	48,3	6,2	Węgry
Olinette	39,5	brązowe	24,6	11,7	51,6	6,1	Dania
Oliwin	43,1	jasne	23,1	16,0	51,7	6,9	Polska
Pacyfic	39,5	brązowe	20,6	14,4	55,7	7,6	Dania
Peak	36,8	brązowe	20,2	15,4	55,8	6,2	Anglia
Redwood	44,0	brązowe	17,9	15,7	58,0	5,9	Kanada
Royale	38,3	brązowe	21,6	14,8	53,9	8,7	Dania
Symfonia	40,4	brązowe	22,2	14,3	53,5	7,4	Anglia
Szafir	41,5	brązowe	24,5	11,8	54,3	7,6	Polska
Szegedi 30	40,0	brązowe	25,8	13,0	51,7	7,7	Węgry
Tabare	39,6	brązowe	22,1	14,6	54,5	6,7	Argentyna
Odmiany niskolinolenowe							
Amon	44,6	jasne	18,2	66,7	4,9	5,9	Czechy
Linola	44,8	jasne	18,1	69,2	2,8	5,5	Kanada
Linola KLA	42,3	jasne	19,2	68,8	1,9	6,3	Kanada
Linola KLB	44,6	jasne	17,9	69,8	2,0	6,1	Kanada
Lola	40,0	brązowe	18,0	59,9	12,3	6,4	Czechy
Odmiany włókniste							
Escalina	38,1	brązowe	21,5	16,7	53,1	5,5	Holandia
Modran	37,9	brązowe	19,5	18,8	51,4	5,4	Polska

Wprowadzono cechę wysokiej zawartości kwasu α -linolowego do plennych genotypów Inu oleistego oraz otrzymano nowe genotypy o różnych proporcjach kwasów linolowego i linolenowego, które mogą być wykorzystane do hodowli odmian będących źródłem oleju o różnym przeznaczeniu.



Len oleisty *(Linum usitatissimum)* - odmiany wysoko- linolenowe



Odmiana	Typ	T [%]	Kwasy tłuszczowe [%]				
			Palmitynowy C16:0	Stearynowy C 18:0	Oleinowy C 18:1	Linolowy C 18:2	Linolenowy C 18:3
Szafir	brązowo nasienny	43,3	6,0	4,5	23,0	11,9	54,6
Olivin	jasno nasienny	44,5	5,4	3,9	20,7	16,3	53,7
Jantarol	jasno nasienny	44,5	5,3	2,9	26,4	17,0	48,4

ω6:ω3—1:3-5



Len oleisty *(Linum usitatissimum)*



Nowe genotypy o zmienionych proporcjach kwasów tłuszczowych

Typ	T [%]	Kwasy tłuszczowe [%]				
		Palmitynowy C16:0	Stearynowy C 18:0	Oleinowy C 18:1	Linolowy C 18:2	Linolenowy C 18:3
jasno nasienny	45,8	6,1	3,7	19,0	33,3	37,8

$\omega 6:\omega 3-1:1$

jasno nasienny	46,4	6,2	3,3	17,2	50,3	22,9
----------------	------	-----	-----	------	------	------

$\omega 6:\omega 3-2:1$

jasno nasienny	46,7	6,3	3,6	18,9	67,9	3,1
----------------	------	-----	-----	------	------	-----

$\omega 6:\omega 3-22:1$

Badania agrotechniczne Inu oleistego

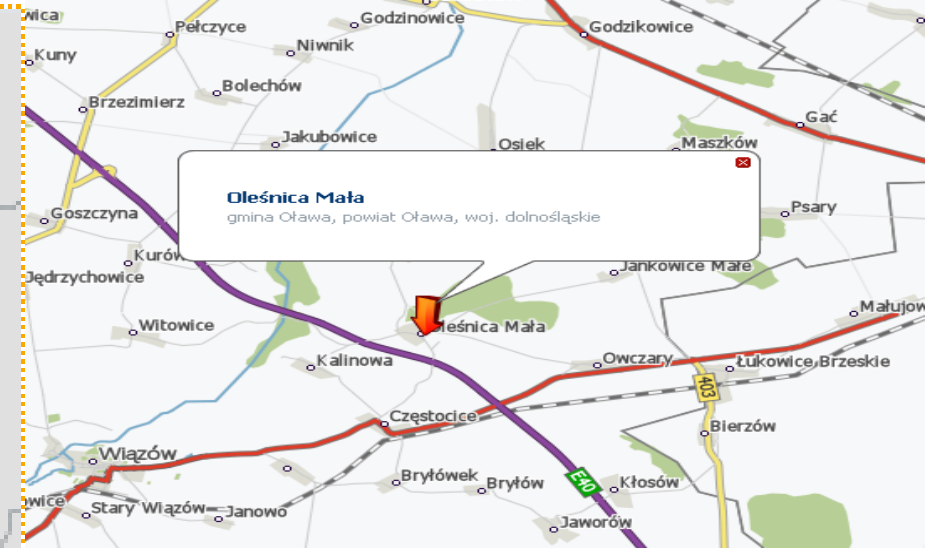
Badania dotyczące możliwości zwiększenia powierzchni uprawy lnu oleistego

- Opracowano zagadnienie dotyczące znaczenia i możliwości zwiększenia powierzchni uprawy lnu oleistego w Polsce.
- Len oleisty jest aktualnie uprawiany w kraju na bardzo małej powierzchni, około 1000ha, a plony wynoszą 10-16 dt/ha, choć potencjał plonotwórczy odmian jest znacznie wyższy.
- Ze względu na jego odporność na suszę i właściwości mątwikobójcze oraz małe wymagania siedliskowe (odpowiednie są wszystkie gleby gliniasto-piaszczyste i piaszczysto-gliniaste, w dobrej kulturze) istnieje możliwość rozszerzenia uprawy lnu oleistego. Pokryłaby ona wzrastające zapotrzebowanie na nasiona i olej lniany co znacznie ograniczyłaby ich import.
- Tradycyjnie uprawa lnu oleistego powinna rozszerzać się na Kujawach, w Wielkopolsce i rejonach naturalnie żyznych czarnych ziem i czarnoziemów, między innymi w woj. lubelskim, na Przedgórzu Sudeckim i na Podkarpaciu.
- Przez wielostronne użytkowanie i stosunkowo dobre przystosowanie w różnych warunkach klimatyczno-glebowych len oleisty może być rośliną alternatywną oraz wykorzystywaną w celach niekonsumpcyjnych (olej w przemyśle chemicznym, a włókno do produkcji płyt paździeżowych, w przemyśle tekstylnym i papierniczym) do zagospodarowania gleb mało przydatnych do produkcji żywności, niskiej klasy i zatrutych przez przemysł i skażonych.
- Zwiększenie uprawy mogłoby wpłynąć na aktywizację gospodarstw w tych rejonach.

Badania dotyczące możliwości uprawy Inu oleistego na terenach skażonych

- W latach 2009-2010 przeprowadzono badania możliwości uprawy Inu oleistego na terenach zanieczyszczonych metalami ciężkimi, oceniono jakość plonu nasion i słomy Inu oleistego uprawianego w sąsiedztwie trasy komunikacyjnej i zagrożonego zanieczyszczeniami emitowanymi przez środki transportu.
- Serię doświadczeń polowych zrealizowano w Zakładzie Doświadczalnym IHAR-PIB w Oleśnicy Małej, na terenie powiatu oławskiego w województwie dolnośląskim.

Doświadczenia ściśle realizowano w Zakładzie Doświadczalnym IHAR w Oleśnicy Małej, na terenie powiatu oławskiego w województwie dolnośląskim



**Jedno
doświadczenie
polowe
wykonano w
bezpośrednim
sąsiedztwie
autostrady A4.**



Drugie porównawcze
założono w tej samej
miejscowości w
pewnym oddaleniu,
poza strefą
oddziaływania
autostrady.

Zawartość pierwiastków śladowych w nasionach lnu oleistego

Miejsce/ rok	Zawartość mg/kg suchej masy				% s.m.
	Pb	Cd	Ni	Cr	S og
2009 rok					
Pole kontrolne	0,33	0,93	2,01	0,34	0,22
Pole obok autostrady	0,31	0,99	1,13	0,38	0,20
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	ni	ni
2010 rok					
Pole kontrolne	0,11	0,36	0,83	0,38	0,17
Pole obok autostrady	0,28	0,33	1,03	0,51	0,19
NIR _{0,05}	0,18	ni	ni	ni	ni
Synteza z dwóch lat					
Pole kontrolne	0,22	0,64	1,42	0,36	0,20
Pole obok autostrady	0,29	0,66	1,08	0,44	0,19
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	ni	ni

Uprawa lnu oleistego w bezpośrednim sąsiedztwie autostrady A4 (około 40 m od pasa autostrady) nie pogarszała w istotny sposób jakości nasion i słomy. Analiza zawartości pierwiastków śladowych (Pb, Cd, Ni i Cr) wykazała, że tylko zawartość ołowiu w nasionach roślin rosnących przy autostradzie była istotnie wyższa (prawie trzykrotnie) niż w nasionach z roślin rosnących w znacznym oddaleniu od autostrady. Wartości te nie przekraczały dopuszczalnych zawartości tych pierwiastków w produktach spożywczych.

Zawartość pierwiastków śladowych w słomie lnu oleistego

Miejsce/ rok	Zawartość mg/kg s.m.				% s.m.
	Pb	Cd	Ni	Cr	S og
2009 rok					
Pole kontrolne	0,64	0,89	1,06	0,65	0,09
Pole obok autostrady	0,75	1,03	1,24	0,78	0,10
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	ni	ni
2010 rok					
Pole kontrolne	0,57	0,90	0,89	0,51	0,07
Pole obok autostrady	0,57	0,91	0,94	0,80	0,07
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	ni	ni
Synteza z dwóch lat					
Pole kontrolne	0,61	0,90	1,00	0,72	0,08
Pole obok autostrady	0,66	0,97	1,07	0,65	0,09
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	ni	ni

Również w słomie otrzymane zawartości metali ciężkich zarówno na polu kontrolnym jak i w bezpośrednim sąsiedztwie autostrady A4 nie przekroczyły wartości uznawanych za graniczne dla koncentracji tych pierwiastków w produktach do celów paszowych i przemysłowych.

Zawartość benzo(a)pirenu w nasionach lnu oleistego

Miejsce	$\mu\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$	
	2009	2010
Pole kontrolne	0,1	0,2
Pole obok autostrady	1,1	1,2

Zawartość tego najgroźniejszego węglowodoru aromatycznego w nasionach lnu zebranego z pola obok autostrady (1,2 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sm) była od 6 do 10 razy wyższa od wartości oznaczonych w próbach nasion pochodzących z kontroli. Wartości te nie przekroczyły normy KWE, która dla środków spożywczych wynosi 2,0 $\mu\text{g}/\text{kg}$ sm.

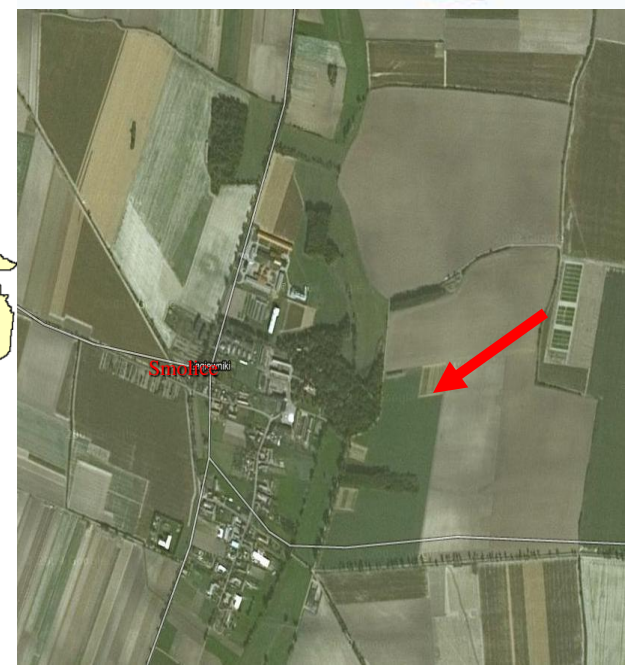
Badania dotyczące optymalizacji agrotechniki lnu oleistego

- Dla rozszerzenia uprawy lnu oleistego w Polsce, mimo stosunkowo niskich kosztów uprawy i stabilnego poziomu plonowania, celowe było doprecyzowanie agrotechniki tej rośliny.
- Badania dotyczyły w szczególności poznania reakcji nowych odmian na ilość wysiewu oraz nawożenie azotem i siarką.

Badania dotyczące optymalizacji agrotechniki lnu oleistego

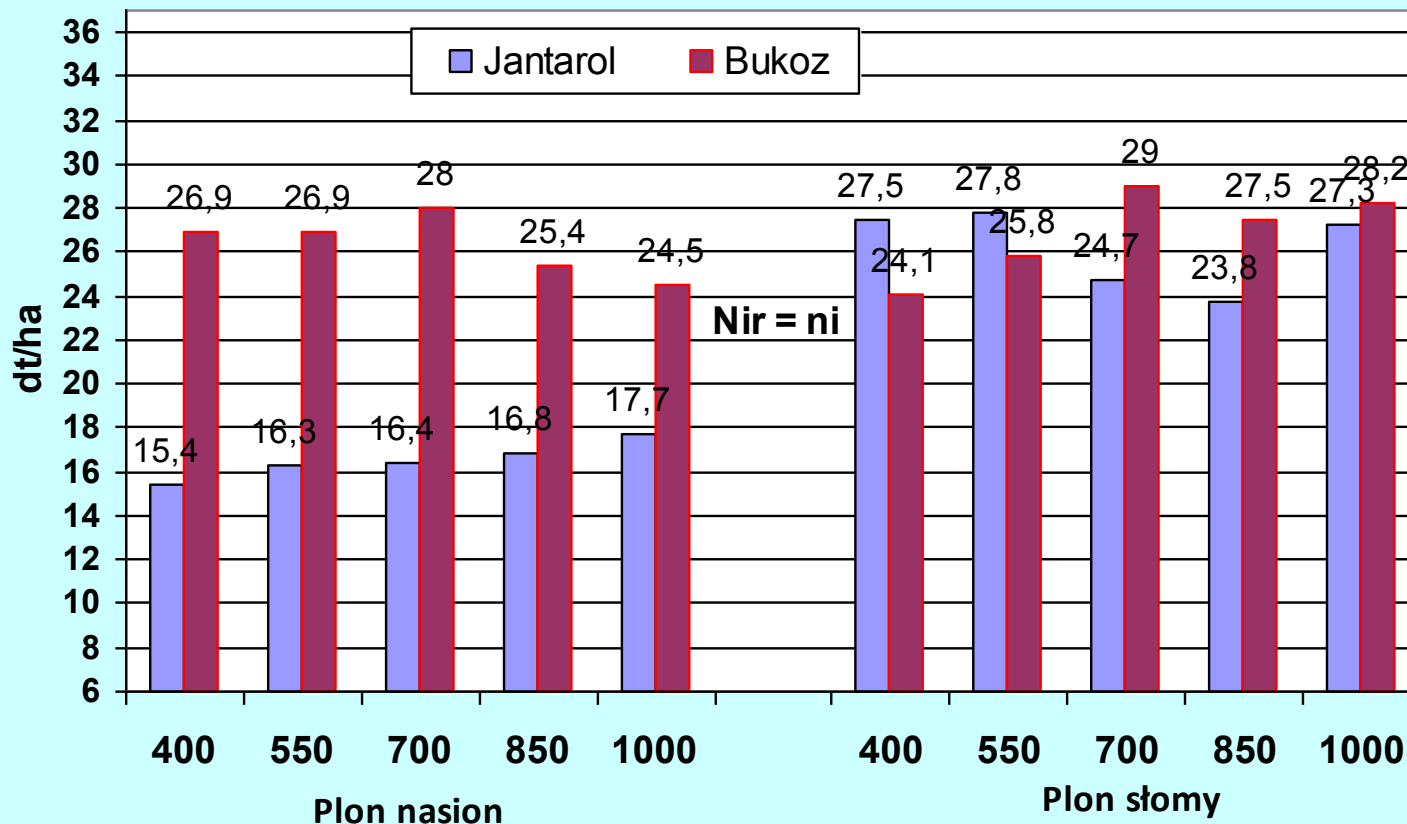
- W celu optymalizacji agrotechniki lnu oleistego, w latach 2011-2012 przeprowadzono serie ścisłych doświadczeń polowych z różnymi wariantami agrotechniki :
 - **w doświadczeniu 1**, badano reakcję dwóch odmian lnu oleistego (ciemnonasiennej- Bukoz, oraz jasnonasiennej - Jantarol) na pięć gęstości siewu (400, 550, 700, 850 i 1000 nasion/m²).
 - **w doświadczeniu 2**, badano wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem (0, 20, 40, 60 i 80 kg N/ha) i siarką (0 i 10 kg S/ha) na plon i skład kwasów tłuszczowych jasno- (Amon) i ciemnonasiennej (Szafir) odmiany lnu oleistego.

**Doświadczenia ściśle realizowane były na polach Spółki Hodowla
Roślin **Smolice** (N 51°70' E 17°16'), na terenie powiatu
krotoszyńskiego w województwie wielkopolskim**



**Reakcja badanych odmian lnu oleistego na gęstość siewu.
Plon nasion i słomy**

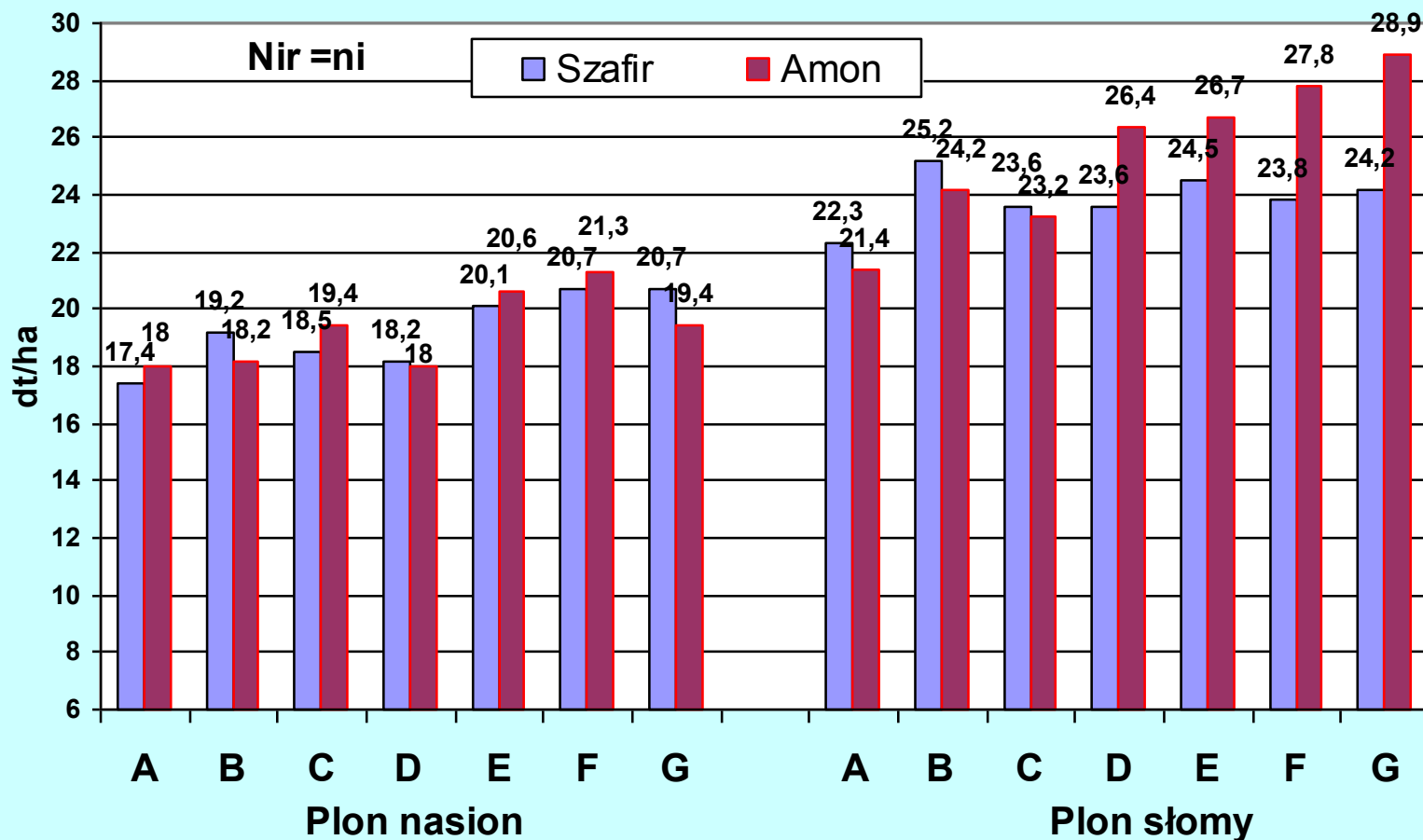
Rys. 1



Badane czynniki doświadczeń: gęstości siewu i nawożenie azotem tylko nieistotnie różnicowały plony nasion i słomy badanych odmian lnu oleistego. Nie wykazano również istotnego współdziałania odmian z czynnikami doświadczenia zarówno w plonie nasion jak i plonie słomy. Najwyższe plony nasion i słomy gwarantowała liczba około 550 roślin/m², którą otrzymano wysiewając 700 nasion/m². Zwiększenie ilości wysiewu do 850 lub 1000 nasion/m² powodowało obniżenie plonu nasion oraz plonu słomy.

Reakcja badanych odmian lnu oleistego na nawożenie azotem i siarką. Plon nasion i słomy.

Rys. 2



Przeprowadzone badania potwierdziły, że zalecana dawka azotu 40-60kg N/ha jest wystarczająca dla uzyskania optymalnego plonu jasno- i ciemnonasiennych odmian lnu oleistego. Na plon nasion w obu latach badań nie miało wpływu podanie przed siewem łącznie z dawkami azotu (40 i 60 kgN/ha), siarki w dawce 10 kg/ha.

Wpływ gęstości siewu na zawartość tłuszczu i skład kwasów tłuszczowych w oleju badanych odmian Inu oleistego. Synteza 2011-2012.

Czynnik	[%] tłuszczu	Kwasy tłuszczowe [%]						
		C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{21:1}	C _{22:1}
(1) Lata								
2011	41,0	5,48	2,48	16,6 a	14,4 b	60,9 b	0,13 b	0,00
2012	40,4	5,48	2,48	20,9 b	13,7 a	57,4 a	0,03 a	0,00
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	0,74	0,46	0,61	0,03	ni
(2) Gęstość siewu nasion/m ²								
400	40,7	5,48	2,48	18,7	14,1	59,2	0,08	0,00
550	40,7	5,49	2,46	19,0	14,0	58,9	0,07	0,00
700	40,7	5,52	2,48	18,8	14,2	58,9	0,11	0,00
850	40,8	5,45	2,49	18,6	14,1	59,4	0,06	0,00
1000	40,5	5,47	2,48	18,8	14,0	59,3	0,08	0,00
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
NIR 1x2		ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
(3) Odmiana								
Jantarol	41,6 b	5,33 a	2,49	19,6 b	14,1	58,4 a	0,09	0,00
Bukoz	39,8 a	5,63 b	2,46	18,0 a	14,0	59,9 b	0,06	0,00
NIR _{0,05}	0,24	0,04	ni	0,35	ni	0,36	ni	ni
NIR _{0,05} 2x3	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni

C_{16:0} - palmitynowy;

C_{18:0} - stearynowy ;

C_{18:1}- oleinowy;

C_{18:2} – linolowy;

C_{18:3} – linolenowy;

C_{21:1} – eikozenowy;

C_{22:1} – erukowy;

- Badane czynniki: gęstość siewu oraz nawożenie azotem i siarką nieistotnie różnicowały zawartość tłuszczu w nasionach oraz udział kwasów tłuszczowych w oleju badanych odmian Inu oleistego. Istotne różnice wystąpiły tylko między odmianami. Jasnonasienne odmiany Jantarol (41,6%) i Amon (41,6%) gromadziły w nasionach istotnie więcej tłuszczu od odmian ciemnonasiennych; Bukoz (39,8%) i Szafir (39,6%).

Wpływ nawożenia azotem i siarką na zawartość tłuszczu i skład kwasów tłuszczowych w oleju badanych odmian lnu oleistego. Synteza 2011-2012.

Czynnik	[%] tłuszczu	Kwasy tłuszczowe [%]						
		C _{16:0}	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{21:1}	C _{22:1}
(1) Lata								
2011	40,3 a	5,74	3,51 a	17,4 a	41,8 b	31,5 b	0,07	0,00
2012	40,9 b	5,71	3,87 b	20,3 b	39,7 a	30,4 a	0,02	0,00
NIR _{0,05}	0,53	ni	0,05	1,03	1,20	0,99	ni	ni
(2) Dawka azotu i siarki kg ·ha ⁻¹								
A (kontrola)	40,7	5,82	3,70	19,0	41,2	30,3	0,01	0,00
B 20	40,6	5,73	3,71	18,5	41,2	30,8	0,06	0,00
C 40	40,7	5,68	3,72	18,6	40,4	31,5	0,04	0,01
D 40+10S	40,6	5,72	3,68	18,7	40,9	30,9	0,04	0,00
E 60	40,5	5,75	3,66	19,1	39,8	31,6	0,08	0,00
F 60+10S	40,6	5,72	3,68	18,9	40,8	30,9	0,02	0,00
G 80	40,5	5,66	3,68	19,2	41,0	30,5	0,06	0,00
NIR _{0,05}	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
NIR _{0,05} 1x2	ist	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni
(3) Odmiana								
Szafir	39,6 a	5,49 a	3,89 b	20,0 b	11,7 a	58,9 b	0,03 a	0,00
Amon	41,6 b	5,96 b	3,49 a	17,7 a	69,7 b	3,01 a	0,06 b	0,00
NIR _{0,05}	0,22	0,04	0,05	0,28	0,63	0,49	0,02	ni
NIR _{0,05} 2x3	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni	ni

ni – różnica nieistotna

C_{16:0} - palmitynowy – ,

C_{18:3} - linolenowy

C_{18:0} - stearynowy – ,

C_{21:1} - eikozenowy –

C_{18:1} - oleinowy –

C_{22:1} - erukowy –

C_{18:2} - linolowy – ,

- W obu doświadczeniach istotny wpływ na skład kwasów tłuszczowych, zwłaszcza kwasu oleinowego miały warunki wilgotnościowo-termiczne.

Wymierne rezultaty realizacji zadań

- Uzyskano linie Inu oleistego o podwyższonej zawartości kwasu linolowego i niskiej zawartości kwasu linolenowego, które będą obiektem dalszych badań w celu wyhodowania odmiany o wysokiej zawartości kwasu linolowego i niskiej linolenowego.
- Wytworzono materiał do badań nad determinacją genetyczną tego typu składu kwasów tłuszczowych w oleju nasion Inu oleistego – badania te będą prowadzone w ramach badań statutowych.
- Wykazano celowość i możliwości zwiększenia uprawy Inu oleistego w Polsce jako rośliny alternatywnej, a także wykorzystywanej w celach niekonsumpcyjnych do zagospodarowania gleb mało przydatnych do produkcji żywności, niskiej klasy i zatrutych przez przemysł i skażonych.
- Przeprowadzone badania dotyczące optymalizacji agrotechniki umożliwiły poznanie reakcji nowych jasno- i ciemnonasiennych odmian Inu oleistego na najważniejsze czynniki agrotechniczne: gęstość siewu oraz nawożenie azotem i siarką. Uzyskane wyniki wykorzystane zostały do opracowania optymalnej technologii uprawy Inu oleistego.
- Określono potencjał plonotwórczy i wartość użytkową odmian Inu aktualnie znajdujących się w Polskim Rejestrze Odmian oraz szczegółowo poznano ich charakterystykę, co może być wykorzystane w hodowli do tworzenia nowych lub doskonalenia już istniejących genotypów Inu oleistego.
- Opracowanie optymalnej agrotechniki tego gatunku może przyczynić się do upowszechnienia jego uprawy w Polsce.