

WPLYW NAWOŻENIA AZOTEM NA WYBRANE WŁAŚCIWOŚCI MECHANICZNE NASION SOI

Piotr Kuźniar, Waclaw Jarecki, Stanisław Sosnowski, Józef Gorzelany, Dorota Bobrecka-Jamro

Uniwersytet Rzeszowski

ul. Zelwerowicza 4, 35-601 Rzeszów, E-mail: pkuzniar @ur.edu.pl

Streszczenie. Celem pracy była ocena wpływu formy nawozu azotowego i nawożenia dolistnego na właściwości mechaniczne nasion soi Aldana. Pojedyncze nasiona obciążano w kierunku prostopadłym do płaszczyzny podziału ich liścieni ze stałą prędkością $v=10 \text{ mm}\cdot\text{min}^{-1}$. Parametry wytrzymałościowe nasion soi Aldana były zróżnicowane dla lat badań. Zastosowanie przy uprawie soi azotu w dawce $25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, jak również szczepienie nasion Nitraginą w połączeniu z dawką startową azotu zwiększyło istotnie wielkość siły niszczącej i umownego modułu sprężystości, czyli wytrzymałość nasion na uszkodzenia mechaniczne. Parametry wytrzymałościowe nasion soi Aldana miały nieznacznie większą średnią wartość przy wariancie uprawy z nawożeniem dolistnym.

Słowa kluczowe: nasiona soi, nawożenie dolistne, forma azotu, właściwości mechaniczne

WSTĘP

Nasiona roślin strączkowych cechuje korzystny skład chemiczny, w tym zawartość substancji bioaktywnych. W licznych badaniach stwierdzono korzystny wpływ niektórych z nich na zdrowie człowieka. Dlatego też nasiona roślin strączkowych są polecane do spożycia jako żywność profilaktyczna [7, 11]. Pomimo, że uprawa roślin strączkowych przynosi wielorakie korzyści to zajmują one około 1% w krajowej strukturze zasiewów. Za główną przyczynę tego stanu rzeczy wymienia się import taniej śrutu sojowej, jako komponenta pasz przemysłowych. Z uwagi na fakt, że znaczna część importowanej śrutu sojowej pochodzi z upraw modyfikowanych genetycznie podjęto w Polsce starania zmierzające do zwiększenia produkcji roślin strączkowych. Również naukowcy są zgodni, że należy znacznie zwiększyć w Polsce areał strączkowych [8, 10].

Ważnym problemem w uprawie roślin strączkowych jest duża wrażliwość ich nasion na uszkodzenia mechaniczne powstające podczas zbioru i przetwórstwa, co przejawia się znacznymi stratami ilościowymi i jakościowymi. Wysoka podatność nasion roślin strączkowych na uszkodzenia mechaniczne wynika głównie z ich budowy. W odróżnieniu od ziarna zbóż, występują w nich dwa liścienie, pomiędzy którymi, przy niskich zawartościach wody, może powstać szczelina, ułatwiająca m.in. rozpadanie się nasion na połowki [5, 12, 15]. Istotny wpływ na powstawanie uszkodzeń nasion ma także ich

wilgotność, która decyduje o elastyczności i odporności na uszkodzenia nie tylko liścieni, ale także okrywy nasiennej [1, 2, 6, 13]. Na powstawanie uszkodzeń nasion wpływa również ich masa, wielkość i kształt, grubość okrywy nasiennej i skład chemiczny [2 - 4, 6].

Celem pracy była ocena wpływu formy dostępnego azotu i nawożenia dolistnego na wybrane właściwości mechaniczne nasion soi.

METODYKA BADAŃ

Ścisłe doświadczenia polowe przeprowadzono w latach 2011-2013 na polu Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przecławiu ($50^{\circ}11' \text{ N}$, $21^{\circ}29' \text{ E}$, wysokość 185 m n.p.m.). Eksperyment przeprowadzono w czterech powtórzeniach a założono metodą split-plot.

Doświadczenie obejmowało dwa czynniki:

I. Forma dostępnego azotu:

- kontrola;
- Nitragina (szczepienie nasion);
- dawka startowa azotu ($25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$);
- Nitragina z dawką startową azotu ($25 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$);

II. Dokarmianie dolistne (Basfoliar 6-12-6) i kontrola).

Eksperyment założono na glebie należącej do kompleksu pszennego dobrego, klasy bonitacyjnej IIIa, kategorii agronomicznej zaliczanej do gleb średnich. Charakteryzowała się odczyn obojętnym i o średniej do wysokiej zasobności przyswajalnego fosforu i potasu.

Nawożenie fosforowo-potasowe zastosowano jesienią w formie superfosfatu potrójnego granulowanego i soli potasowej. Nawożenie fosforowo-potasowe zastosowano jesienią w formie superfosfatu potrójnego granulowanego i soli potasowej i wynosiło $70 \text{ kg P}_2\text{O}_5 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ i $120 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1} \text{ K}_2\text{O}$. Azot stosowano jako czynnik badawczy. Dokarmianie dolistne preparatem Basfoliar 6-12-6 przeprowadzono dwukrotnie (przed i po kwitnieniu $2 \times 10 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) a ilość cieczy roboczej wyniosła $300 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Nitragina pochodziła z firmy Biofood Wałcz. Chwasty zwalczano tylko mechanicznie, nie stosowano również fungicydów i insektycydów.

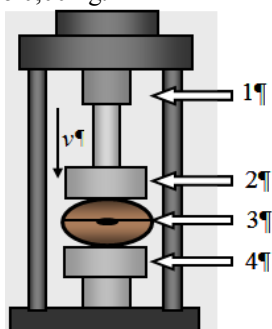
Warunki pogodowe (tab. 1) przedstawiono na podstawie danych Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przecławiu. Były one zróżnicowane latach badań. W lipcu 2011, oraz maju i czerwcu 2013 r. wystąpiły intensywne opady deszczu, przekraczające średnie dla wielolecia

Tabela 1. Warunki pogodowe w Przecławiu
Table 1. Weather conditions in Przecław

Miesiąc	Opady/Rainfall (mm)				Średnie temperatury (°C)			
	2011	2012	2013	Wielolecie	2011	2012	2013	Wielolecie
III	12,5	27,8	73,6	35,7	2,8	3,9	-1,2	2,6
IV	52,3	21,7	39,4	48,3	10,0	9,9	8,8	8,8
V	38,1	66,7	111,7	38,0	13,8	14,7	15,0	14,2
VI	78,6	66,9	192,4	79,4	18,1	18,2	18,5	17,5
VII	291,8	65,6	58,3	100,8	18,5	20,9	19,4	19,4
VIII	58,6	61,8	21,2	70,8	19,1	18,8	18,6	18,1
IX	5,2	55,0	68,6	54,7	15,0	14,3	11,4	13,3
III-IX	537,1	365,5	565,2	427,7	13,9	14,4	12,9	13,4

Źródło: dane Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Przecławiu

Właściwości mechaniczne nasion określono w warunkach obciążeń quasi statycznych za pomocą maszyny wytrzymałościowej Zwick/Roell 2010. Nasiona były obciążane w kierunku prostopadłym do płaszczyzny podziału liścieni, ze stałą prędkością $v = 10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. Pomiar przeprowadzono przy wilgotności nasion ok. 13%. Liczebność próby wynosiła po 20 nasion dla każdego wariantu. Przed obciążaniem określono masę nasion m wagą elektroniczną z dokładnością do 0,001 g.



Rys. 1. Schemat stanowiska pomiarowego: 1 – ruchoma belka z czujnikiem siły, 2 i 4 – uchwyty do próby ściskania, 3 – badana próbka.

Fig. 1. Measurement stand: 1 – moving crosshead with force sensor, 2 i 4 – fixtures for compression tests, 3 – sample.

Za pomocą maszyny wytrzymałościowej określono:

- siłę niszczącą - F (N),
- pracę siły niszczącej - W (mJ),
- bezwzględne odkształcenie wzdłużne przy sile niszczącej - ΔL (mm).
- umowny moduł sprężystości - E (MPa).

Wykorzystując zmierzone wartości obliczono odkształcenie względne przy sile niszczącej ze wzoru [9, 14]:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{G} 100\%, \quad (1)$$

gdzie: ε – odkształcenie względne, (%); ΔL – bezwzględne odkształcenie wzdłużne, (mm); G – grubość nasiona przed ściskaniem, (mm).

Na masę nasion soi Aldana istotnie statystycznie wpływała jedynie forma azotu (tab. 2).

Tabela 2. Masa [mg] nasion soi Aldana
Table 2. Weight [mg] of soybeans Aldana

Nawożenie dolistne	Forma dostępnego azotu	2011	2012	2013	Średnia trzyletnia
Bez nawożenia dolistnego	Kontrola	167 a	171 a	164 a	167 a
	Nitragina	164 a	177 ab	188 bc	176 a
	Dawka startowa azotu	198 b	184 ab	179 ab	187 b
	Nitragina+ dawka startowa azotu	184 b	186 b	195c	189 b
	Średnia	178	180	182	180
Nawożenie dolistne	Kontrola	185 b	169 a	173 ab	175 ab
	Nitragina	166 a	174 ab	172 a	171 a
	Dawka startowa azotu	191 b	187 bc	189 b	189 c
	Nitragina+ dawka startowa azotu	180 ab	190 c	180 ab	184 bc
	Średnia	181	180	179	180
Średnia	Kontrola	176 ab	169 a	168 a	171 a
	Nitragina	165 a	175 a	180 b	174 a
	Dawka startowa azotu	194 c	186 b	184 b	188 b
	Nitragina+ dawka startowa azotu	182 bc	188 b	188 b	186 b
	Średnia	179	180	180	180

*Różne litery w kolumnach oznaczają istotność różnic przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

*Different letters in columns signify significant differences for the significance level $\alpha = 0,05$

Największą masą charakteryzowały się nasiona soi Adana, w uprawie której zastosowano dawkę startową azotu, oraz łącznie dawkę startową ze szczepionką Nitragina. Istotna była także interakcja roku uprawy i formy azotu.

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu Statistica 10, którym wykonano trzyczynnikową analizę wariancji oraz test istotności NIR przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$.

WYNIKI BADAŃ

Przeprowadzona trzyczynnikowa analiza wariancji wykazała istotne zróżnicowanie analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion soi Aldana dla lat badań i brak wpływu nawożenia dolistnego. Na wielkość siły niszczącej i umownego modułu sprężystości istotnie wpływała także forma azotu. Dla modułu sprężystości istotne były również interakcje

roku uprawy i formy azotu oraz roku uprawy i nawożenia dolistnego.

Z analizowanych parametrów wytrzymałościowych nasion soi Aldana siła niszcząca, odkształcenie względne i praca siły niszczącej były największe w roku 2013, który charakteryzował się znacznie większą od wielolecia sumą opadów zwłaszcza w maju i czerwcu, a najmniejsze dla wariantu uprawy bez nawożenia dolistnego w roku 2011, zaś po zastosowaniu nawożenia dolistnego w roku 2012. Umowny moduł sprężystości nasion natomiast był największy w roku 2011, a najmniejszy w roku 2013, z tym że różnice te nie były istotne statystycznie. Wszystkie analizowane parametry wytrzymałościowe nasion soi Aldana miały nieznacznie większą średnią wartość przy wariancie uprawy z nawożeniem dolistnym.

Tabela 3. Wartości parametrów wytrzymałościowych nasion soi Aldana dla lat 2011-2013

Table 3. The values of strength parameters of soybeans Aldana for the years 2011-2013

Wyszczególnienie	Nawożenie dolistne	2011	2012	2013	Średnia trzyletnia
Siła niszcząca [N]	Bez nawożenia dolistnego	159,3	159,3	168,5	162,4
	Z nawożeniem dolistnym	164,7 ab	157,9 a	170,8 b	164,5
	Średnia	162,0 ab	158,6 a	169,6 b	163,4
Odkształcenie przy sile niszczącej [%]	Bez nawożenia dolistnego	4,9 a	5,12 a	5,99 b	5,34
	Z nawożeniem dolistnym	4,9 a	4,84 a	7,01 b	5,57
	Średnia	4,9 a	4,98 a	6,50 b	5,46
Praca siły niszczącej [mJ]	Bez nawożenia dolistnego	22,3 a	24,3 a	34,1 b	26,9
	Z nawożeniem dolistnym	22,6 a	22,4 a	41,1 b	28,7
	Średnia	22,5 a	23,4 a	37,6 b	27,8
Umowny moduł sprężystości [MPa]	Bez nawożenia dolistnego	4166	3869	3767	3934
	Z nawożeniem dolistnym	4377	3899	3574	3950
	Średnia	4272	3884	3670	3942

*Różne litery w wierszach oznaczają istotność różnic przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

*Different letters in rows signify significant differences for the significance level $\alpha = 0,05$

Nasiona soi charakteryzowały się najmniejszą wartością siły niszczącej (tab. 4) dla kontroli, zaś największą po zastosowaniu łącznie Nitraginy i dawki startowej azotu zarówno przy nawożeniu dolistnym, jak i jego braku. Najmniejszą wartość odkształcenia i pracy przy uprawie bez nawożenia dolistnego, odnotowano po zastosowaniu Nitraginy (5,04% i 23,5mJ), zaś w przypadku nawożenia dolistnego po zastosowaniu dawki startowej (5,16% i 26,7mJ). Największą wartość pracy i odkształcenia przy uprawie bez nawożenia dolistnego odnotowano po zastosowaniu dawki startowej (5,59% i 30,7mJ), zaś po zastosowaniu nawożenia dolistnego i Nitraginy było to 5,94% i 30,5mJ.

Odnotowano istotny wpływ formy dostępnego azotu jedynie na wartość siły niszczącej i umownego modułu sprężystości dla wariantu uprawy bez nawożenia dolistnego i dla średniej z obydwu zastosowanych wariantów uprawy. Powyższe parametry wytrzymałościowe nasion soi były istotnie największe po zastosowaniu w uprawie soi dawki startowej azotu, oraz łącznie preparatu Nitragina i dawki startowej azotu. Zaś najmniejszą siłą niszcząca i umownym modułem sprężystości charakteryzowały się nasiona soi dla kontroli, czyli dla uprawy bez dodatku azotu. Taka sama prawidłowość została odnotowana dla masy nasion (tab. 2).

Tabela 4. Średnie trzyletnie wartości parametrów wytrzymałościowych nasion soi Aldana
Table 4. Average three-year value of the strength parameters of soybeans Aldana

Nawożenie dolistne	Forma dostępnego azotu	Siła niszcząca [N]	Odskształcenie przy sile niszczącej [%]	Praca siły niszczącej [mJ]	Umowny moduł sprężystości [MPa]
Bez nawożenia dolistnego	Kontrola	149,8 a	5,44	25,1	3659 a
	Nitragina	157,5 a	5,04	23,5	3927 b
	Dawka startowa N	171,1 b	5,59	30,7	4115 b
	Nitragina+dawka startowa N	171,0 b	5,31	28,3	4035 b
	Średnia	162,4	5,34	26,9	3934
Znawożenie mdolistnym	Kontrola	161,9	5,73	29,4	3862
	Nitragina	163,9	5,94	30,5	3863
	Dawka startowa N	164,2	5,16	26,7	4083
	Nitragina+dawka startowa N	167,9	5,44	28,2	3992
	Średnia	164,5	5,57	28,7	3950
Średnia	Kontrola	155,9 a	5,58	27,3	3761 a
	Nitragina	160,7 ab	5,49	27,0	3895 ab
	Dawka startowa N	167,7 b	5,37	28,7	4099 c
	Nitragina+dawka startowa N	169,4 b	5,37	28,3	4013 bc
	Średnia	163,4	5,46	27,8	3942

*Różne litery w kolumnach oznaczają istotność różnic przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$

*Different letters in columns signify significant differences for the significance level $\alpha = 0,05$

Można więc stwierdzić, że zastosowanie przy uprawie soi azotu w dawce $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, jak również szczepienie nasion Nitraginą – zwłaszcza w połączeniu z dawką startową zwiększa masę nasion i ich wytrzymałość na uszkodzenia mechaniczne. Potwierdza to wnioski Kuźniara i in. 2013 z badań nasion soi, bobiku i łubinu, że wzrost ich masy wpływał na zwiększenie ich odporności na uszkodzenia.

WNIOSKI

1. Parametry wytrzymałościowe nasion soi Aldana były zróżnicowane dla lat badań. Siła niszcząca, odskształcenie względne i praca siły niszczącej były największa w roku 2013, który charakteryzował się znacznie większą od wielolecia sumą opadów.

2. Zastosowanie przy uprawie soi azotu w dawce $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, jak również szczepienie nasion Nitraginą w połączeniu z dawką startową azotu zwiększyło istotnie wielkość siły niszczącej i umownego modułu sprężystości, czyli wytrzymałość nasion na uszkodzenia mechaniczne.

3. Wszystkie analizowane parametry wytrzymałościowe nasion soi Aldana miały nieznacznie większą średnią wartość przy wariancie uprawy z nawożeniem dolistnym.

LITERATURA

- Dobrzański B., Rybczyński R. 1996.** Niektóre właściwości fizyczne nasion roślin strączkowych. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 425: 43-48.
- Dobrzański B. 1998.** Mechanizmy powstawania uszkodzeń nasion roślin strączkowych. Acta Agrophysica 13: 13-20.
- Dorrel, D.G.; Adams M.W. 1969.** Effect of some seed characteristics on mechanically induced seed coat damage in navy beans. Agronomy Journal, 5, 672-673.
- Evans, M.D.; Holmes, R.G.; Mc Donald, M.B. 1990.** Impact damage to soybean seed as affected by surface hardness and seed orientation. Transaction of the ASAE, 1, 234-240.
- Gorzelany J. Puchalski C. 1994.** The effect of loading-force direction and magnitude on mechanical damage to horse bean seeds. Zemědělska Technika 40 (2): 105-112.
- Hebda T. Frączek J. 2005.** Wpływ wybranych czynników na wartość wskaźnika odskształcenia nasienia. Inżynieria Rolnicza 11 (71), 171-180.
- Jasińska Z., Kotecki A. 1993.** Rośliny strączkowe. PWN, Warszawa.
- Jerzak M.A., Czerwińska – Kayzer D., Florek J., Śmiglak – Krajewska M. 2012.** Determinanty produkcji roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka – w ramach nowego obszaru polityki rolnej w Polsce. Roczniki Nauk Rolniczych, seria G, T. 99, z.1, 113-120.
- Kuźniar P., Jarecki W., Bobrecka-Jamro D. 2013.** Właściwości mechaniczne nasion wybranych roślin strączkowych a ich masa i grubość. Inżynieria Rolnicza. 4(147)T.1, 171-177.
- Majchrzycki D., Pepliński B., Baum R. 2002.** Oplacalność uprawy roślin strączkowych jako alternatywnego źródła białka paszowego. Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. CCCXLIII (1), 129-136.
- Schmitt M. A., Lamb J. A., Randall G. W., Orf J. H., Rehm G. W. 2001.** In-season fertilizer nitrogen applications for soybean in Minnesota. Agron. J. 93, 983 - 988.
- Sosnowski S. 1991.** Determining of the influence of the direction of loading forces on mechanical damage of bean seeds. Zesz. Probl. Post. Nauk Rol. 389, 176-183.

13. **Sosnowski S., Kuźniar P. 1999.** Effect of dynamic loading on the quality of soybean. *International Agrophysics* 13, 125-132.
14. **Szymanek M., Sobczak P. 2009:** Some physical properties of spelt wheat seed. *TEKA Commission of Motorization and Energetics in Agriculture*, 9, 310–320.
15. **Żabiński A. 2006.** Wytrzymałość doraźna nasion dwóch podgatunków soczewicy jadalnej (*Lens culinaris Medic.*). *Inżynieria Rolnicza*, 12(87), 565-572.

EFFECT OF NITROGEN FERTILIZATION ON
SELECTED MECHANICAL PROPERTIES OF
SOYBEANS

Summary. The aim of the study was to evaluate the effect of forms of nitrogen fertilizer and foliar ferti-

lization on the mechanical properties of soybeans Aldana. Single seeds were loaded in a direction perpendicular to the plane of division of the cotyledon with a constant velocity $v = 10 \text{ mm} \cdot \text{min}^{-1}$. The strength parameters of soybeans Aldana were varied for years of research. The use of nitrogen in the cultivation of soybeans at a dose of $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, as well as vaccination of seeds *Nitragina* in combination with a starting dose of nitrogen significantly increased the size of destructive force and apparent modulus of elasticity, strength or mechanical damage of seeds. The strength parameters of soybeans Aldana had a slightly higher average value with variant growing from foliar application.

Key words: soybeans, foliar application, a form of nitrogen, mechanical properties