

ISSN 2300-3170



Wydawnictwo Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży

Seria:

**Zeszyty Naukowe**

**Nr 57**

Łomża 2015

**WYŻSZA SZKOŁA AGROBIZNESU W ŁOMŻY  
ACADEMY OF AGROBUSINESS IN LOMZA**

**RECENZENCI**

dr inż. Andrzej Borusiewicz  
prof. dr hab. Stanisław Benedycki  
prof. dr hab. Zofia Benedycka  
dr inż. Janusz Lisowski  
dr inż. Piotr Ponichtera

**REDAKTOR TECHNICZNY**

mgr inż. Marek Pawłowski

Skład wykonano z gotowych materiałów dostarczonych przez Autorów.  
Wydawca nie ponosi odpowiedzialności za dostarczony materiał graficzny.

**ISSN 2300-3170**

**Copyright © by Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży  
Łomża 2015**

Wszelkie prawa zastrzeżone. Publikowanie lub kopiowanie w części lub w całości  
wyłącznie za zgodą Wydawcy.

Wydawnictwo Wyższej Szkoły Agrobiznesu w Łomży  
18-402 Łomża, ul. Studencka 19  
Tel. +48 (86) 216 94 97, fax +48 (86) 215 11 89  
E-mail: rektorat@wsa.edu.pl

## SPIS TREŚCI

<b>1. Janusz Lisowski, Piotr Ponichtera, Andrzej Borusiewicz</b>	
Porównanie plonowania pięciu odmian pszenicy ozimej w trzech kolejnych okresach wegetacyjnych na dwóch poziomach agrotechniki w ZDOO Marianowo.....	5
<b>2. Б.В. Шелютто, В.А Щедрина, В.Н. Шлапунов</b>	
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В ПОЛЕВОМ ТРАВОСЕЯНИИ .....	15
<b>3. В. В. Скорина</b>	
ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В СЕЛЕКЦИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР .....	25
<b>4. Jolanta Puczel, Rafał Łada</b>	
Plonowanie oraz ważniejsze wskaźniki wartości gospodarczej trzech odmian jęczmienia jarego w latach 2012-2014 w doświadczeniach przeprowadzonych w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Krzyżewie .....	33
<b>5. Jolanta Puczel, Bronisław F. Puczel, Andrzej Borusiewicz</b>	
Plonowanie zgłoszonych do badań odmian kukurydzy użytkowanej na kiszonkę, w celu uzyskania rekomendacji i wpisania na Listę Odmian Zalecanych do uprawy na terenie woj. podlaskiego .....	53
<b>6. Krzysztof Tutak, Mateusz Pieszko</b>	
Ocena stopnia wysuszenia jabłek przy pomocy obrazowania spektralnego .....	63
Regulamin nadsyłania i publikowania prac w Zeszytach Naukowych WSA .....	79
Wymagania wydawnicze - Zeszyty Naukowe WSA .....	81
Procedura recenzowania prac naukowych nadsyłanych do publikacji w Zeszytach Naukowych Wyższej Szkoły Agrobiznesu .....	82
Załącznik nr 1 - oświadczenie autora .....	83
Załącznik nr 2 - deklaracja konfliktu interesów .....	84



**Janusz Lisowski, Piotr Ponichtera, Andrzej Borusiewicz**

Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży

**PORÓWNANIE PLONOWANIA PIĘCIU ODMIAN PSZENICY OZIMEJ  
W TRZECH KOLEJNYCH OKRESACH WEGETACYJNYCH NA  
DWÓCH POZIOMACH AGROTECHNIKI W ZDOO MARIANOWO**

**COMPARISON OF YIELD OF FIVE VARIETY OF WINTER WHEAT  
IN THREE CONSECUTIVE GROWING SEASONS ON TWO LEVELS  
OF AGRICULTURAL TECHNOLOGY IN ZDOO MARIANOWO**

**Streszczenie**

Celem pracy jest przedstawienie i porównanie plonowania pięciu odmian pszenicy ozimej (Linus, Ozon, Mulan, Natula, Patras) na dwóch poziomach agrotechniki przeprowadzone w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian Marianowo. Do porównania plonu pszenicy wybrano odmiany, które były wpisane do Listy Zalecanych Odmian w województwie podlaskim na 2015 r. Wyniki poszczególnych odmian pszenicy dotyczą plonu z lat 2013-2015. Według danych COBORU na rok 2015 zalecanych do uprawy było w Polsce 33 odmiany pszenicy ozimej. Najwyższy średni plon z pięciu odmian pszenicy ozimej przy poziomie agrotechniki  $a_1$  i  $a_2$  uzyskano w roku 2015 i wynosił on odpowiednio 97,8 i 103,3 dt·ha<sup>-1</sup>, a najniższy w roku 2013 który wynosił 80,9 i 95,6 dt·ha<sup>-1</sup>. W ciągu trzech lat doświadczenia na obydwu poziomach agrotechniki najlepiej plonowała odmiana Linus. W roku 2015 uzyskano plon przy poziomie agrotechniki  $a_1$  103,5 dt·ha<sup>-1</sup>, a przy poziomie agrotechniki  $a_2$  plon wielkości 106,6 dt·ha<sup>-1</sup>.

**Słowa kluczowe:** pszenica ozima, odmiany, plonowanie, technologia produkcji

**Summary**

The aim of the study is to present and compare the planning of the five varieties of winter wheat (Linus, Ozon, Mulan, Natula, Patras) on the two levels of agricultural technology conducted at the Experimental Variety Assessment Marianowo. Compared to

yield wheat varieties were selected, which were entered in the List of Recommended Varieties in Podlaskie for 2015. The results of the different varieties of wheat relate to the crop of 2013-2015. According to COBORU 2015 recommended for cultivation in Poland there were 33 varieties of winter wheat. The highest average yield of five cultivars of winter wheat at the level of agricultural technology  $a_1$  and  $a_2$  were obtained in 2015 and amounted to respectively 97,8 and 103,3 dt·ha<sup>-1</sup> and the lowest in 2013, which amounted to 80,9 and 95,6 dt·ha<sup>-1</sup>. Within three years of experience at both levels of agricultural technology yielded the best cultivar Linus. In 2015, the yield obtained with the level of agricultural technology  $a_1$  103,5 dt·ha<sup>-1</sup>, and the level of agricultural technology  $a_2$  crop size of 106,6 dt·ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** winter wheat, varieties, yield, production technology

## Wprowadzenie

Najstarsze ślady uprawy pszenicy, wskazują na rok ok. 7000 p.n.e. i pochodzą z wykopalisk na Bliskim Wschodzie, oraz z krajów położonych w Basenie Morza Śródziemnego. Na obszarze Polski pszenica pojawiła się 2000 lat p.n.e. Ślady jej odnaleziono w jaskiniach Ojcowskich. Przybyła do nas z południowo – zachodniej Azji, w czasie wędrówek narodów, a więc tysiące lat temu [Jasińska, Kotecki 2003].

Intensyfikacja produkcji pszenicy ozimej w kraju zależy przede wszystkim od rejonizacji, tj. uprawy odmian we właściwych warunkach klimatycznych i glebowych, sprzyjających największej ich produktywności. Przy ustaleniu rejonizacji poszczególnych odmian musi być uwzględniony cały kompleks czynników siedliskowych, oraz cechy genetyczne i właściwości fizjologiczne odmiany. W ten sposób przeprowadzany dobór odmian oparty na badaniu zmienności plonowania w różnych warunkach siedliska, stanowi gwarancję jak najmniejszego ryzyka uprawy w określonych rejonach. Plonowanie oraz cechy gospodarcze poszczególnych odmian są określane na podstawie doświadczeń prowadzonych w stacjach doświadczalnych oceny odmian przez COBORU w Słupi Wielkiej.

W hodowli odmian pszenicy od kilkunastu lat zauważany jest w Polsce istotny postęp, jednak należy pamiętać, że pełne wykorzystanie potencjału plonotwórczego nowych odmian ściśle związane jest z poziomem ponoszonym na technologię uprawy [Kulig i in. 2001; Kołodziejczyk i in. 2009].

Pszenica obok jęczmienia jest najstarszym zbożem chlebowym, uprawianym od co najmniej 6 tysięcy lat. Jej ziarno zapewnia bezpieczeństwo żywnościowe ludzi zarówno

w wymiarze krajowym jak i światowym, to surowiec o znaczeniu strategicznym. Według Międzynarodowej Rady Zbożowej, zbiory pszenicy na świecie w 2014 r. wyniosły 714 mln ton, a w UE 142,2 mln ton. W 28 krajach UE w roku 2014 pszenicę uprawiano na powierzchni 26,1 mln ha (w 2013 r. – 25,7 mln ha). W Polsce w roku 2015 pszenicę uprawiano na powierzchni ok. 2400 tyś. ha przy średnim plonie 4,03t·ha<sup>-1</sup>. Dane statystyczne uprawy pszenicy w Polsce przedstawia tabela 1.

**Tabela 1.**  
Powierzchnia uprawy i plon z ha pszenicy w Polsce w latach 2005-2015.

2005		2010		2014		2015	
Powierzchnia uprawy w tyś. ha	Plon z ha [t·ha <sup>-1</sup> ]	Powierzchnia uprawy w tyś. ha	Plon z ha [t·ha <sup>-1</sup> ]	Powierzchnia uprawy w tyś. ha	Plon z ha [t·ha <sup>-1</sup> ]	Powierzchnia uprawy w tyś. ha	Plon z ha [t·ha <sup>-1</sup> ]
2218	3,95	2124	4,42	2200	4,67	2400	4,03

Zródło: Opracowanie własne na podstawie danych GUS

W celu uzyskania wysokiego plonu i odpowiedniej jakości ziarna, współczesna technologia produkcji pszenicy powinna uwzględniać zrównoważone nawożenie wszystkimi składnikami pokarmowymi [Gąsiorowska i in. 2006; Kocoń 2009; Buczek i in. 2012].

Nie tylko wysokość dawki azotu jest ważna, ale również sposób i termin jego stosowania. Przy technologii produkcji pszenicy najważniejszymi okresami, w których pszenicę należy nawozić azotem są fazy krzewienia i strzelania w źdźbło oraz początek kłoszenia (wg skali BBCH od 20 do 53). Dawka azotu powinna być dobierana indywidualnie dla odmiany, gdyż każda z nich ma własne optimum nawożenia azotem i jego znajomość jest niezbędna dla uzyskania najwyższego plonu przy zachowaniu pełni cech technologicznych [Kościelniak i Rothkaehl 2000; Kwiatkowski i in. 2006; Dubis i Borysewicz 2008].

Nie tylko nawożenie mineralne wpływa na plon ziarna pszenicy, ale również warunki klimatyczne są jednym z głównych czynników plonotwórczych. Oprócz tego, plonowanie pszenicy uwarunkowane jest cechami genetycznymi oraz podlega wpływowi siedliska i agrotechniki [Budzyński i in. 2004].

Celem pracy jest przedstawienie i porównanie wyników plonowania pięciu odmian pszenicy ozimej (Linus, Ozon, Mulan, Natula, Patras) na dwóch poziomach agrotechniki w latach 2013-2015 przeprowadzone w Zakładzie Doświadczalnym Oceny Odmian

Marianowo. Do porównania plonu pszenicy wybrano odmiany, które były wpisane do Listy Zalecanych Odmian w województwie podlaskim na 2015 rok.

### Lokalizacja i metodyka badań

Doświadczenie zostało przeprowadzone na terenie Zakładu Doświadczalnego Oceny Odmian w Marianowie (53°13'N 22°07'E), który podlega pod Centralny Ośrodek Badań Odmian Roślin Uprawnych - Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Krzyżewie. Doświadczenie ściśle, polowe założono metodą układu doświadczalnego - losowane bloki w trzech powtórzeniach. Doświadczenie było przeprowadzone na pięciu odmianach pszenicy ozimej (Linus, Ozon, Mulan, Natula, Patras) w trzech kolejnych okresach wegetacyjnych (2013-2015). Doświadczenie corocznie zakładano na typie gleby brunatna właściwa o odczynie lekko kwaśnym. Ilość przyswajalnego fosforu oscylowała na granicy bardzo wysokiej i wysokiej zawartości a potasu na wysokiej. Zasobność w magnez była średnia i wysoka (tab. 2).

**Tabela 2.**

Właściwości agrochemiczne gleby (warstwa 0-0,30 m).

Cecha gleby	lata		
	2013	2014	2015
Kompleks glebowy	4	4	4
Klasa bonitacyjna	IV a	III b	III b
pH, 1 mol·dm <sup>-3</sup> KCl	5,9	6,1	5,9
Fosfor przyswajalny (P) – mg·kg <sup>-1</sup>	18,4	24,2	31,5
Potas przyswajalny (K) – mg·kg <sup>-1</sup>	13,3	15,4	17,5
Magnez przyswajalny (Mg) – mg·kg <sup>-1</sup>	5,8	4,2	3,4

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [Gazda 2013-2015].

Pierwszym czynnikiem były dwa poziomy agrotechniczne:

**a<sub>1</sub>** – przeciętny poziom agrotechniczny (ekstensywny), zapewniający zadawalające plony przy tradycyjnym sposobie uprawy, chemiczna ochrona ograniczała się do zaprawiania nasion, stosowania herbicydów.

**a<sub>2</sub>** - wysoki poziom agrotechniki (intensywny) różni się od przeciętnego zwiększonym o 40 kg·ha<sup>-1</sup> nawożeniem azotem, stosowaniem nalistnych preparatów wieloskładnikowych



i ochroną przed wyleganiem. Dodatkowo stosowane są dwa zabiegi fungicydowe - w fazie pełni krzewienia i na początku kłoszenia oraz antywylegacz.

Czynnikiem drugim doświadczenia było 5 odmian pszenicy ozimej (Linus, Ozon, Mulan, Natula, Patras), które były uprawiane w latach 2013-2015. Dwie odmiany pszenicy ozimej należą do grupy jakościowej A i trzy odmiany do grupy jakościowej B.

Przedplonem pszenicy ozimej w każdym roku doświadczenia był groch pastewny. Ziarno wysiano w rozstawie rzędów 12,5 cm, w liczbie 450 na powierzchnię 1m<sup>2</sup>. W przeliczeniu na 1 hektar było to około 215 kg ziarna. Wszystkie zabiegi agrotechniczne wykonane przy uprawie pszenicy ozimej przedstawia tabela 3.

**Tabela 3.**

Agrotechniczne i polowe warunki prowadzenia doświadczenia stosowane w uprawie pszenicy ozimej.

wyszczególnienie	Rok 2013	Rok 2014	Rok 2015
Termin siewu	25.09.2012	01.10.2013	29.09.2014
Termin zbioru	08.08.2013	06.08.2014	14.08.2015
Nawożenie mineralne N na poziomie a <sub>1</sub> w [kg·ha <sup>-1</sup> ]	100	92	92
Nawożenie mineralne N na poziomie a <sub>2</sub> w [kg·ha <sup>-1</sup> ]	140	132	132
Nawożenie mineralne P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> na poziomie a <sub>1</sub> w [kg·ha <sup>-1</sup> ]	40	40	40
Nawożenie mineralne K <sub>2</sub> O na poziomie a <sub>2</sub> w [kg·ha <sup>-1</sup> ]	60	60	60
Nawożenie nalistne w [l·ha <sup>-1</sup> ]	Kristalon – 2x1,5 l	Basfoliar 36 – 6 l	Basfoliar 36 2 x 6 l
Insektycydy [l·ha <sup>-1</sup> ]	Decis 30 EW – 0,125 l	Sumi Alpha 050 EC 0,25 l	Sumi Alpha 050 EC 0,25 l
Herbicydy dawka [l·ha <sup>-1</sup> ]	Huzar Activ 387 – 0,8 l Glean 75 WG – 25 g	Komplet 560 S.C. - 0,5 l	Trimity 590 S.C. 2,4 l
Fungicydy dawka [l·ha <sup>-1</sup> ]	Reveller 280 SC – 0,8 g Artea 330 EC – 0,5 l	Artea 330 EC – 0,4 l Reveller 280 SC - 1 l	Mirage 450 EC – 1 l. Reveller 280 SC - 1 l
Antywylegacz poziom a <sub>2</sub> [l·ha <sup>-1</sup> ]	Stabilan 750 SL – 1,5 l	Cerone 480 SL – 0,75 l	Cerone 480 SL – 0,75 l

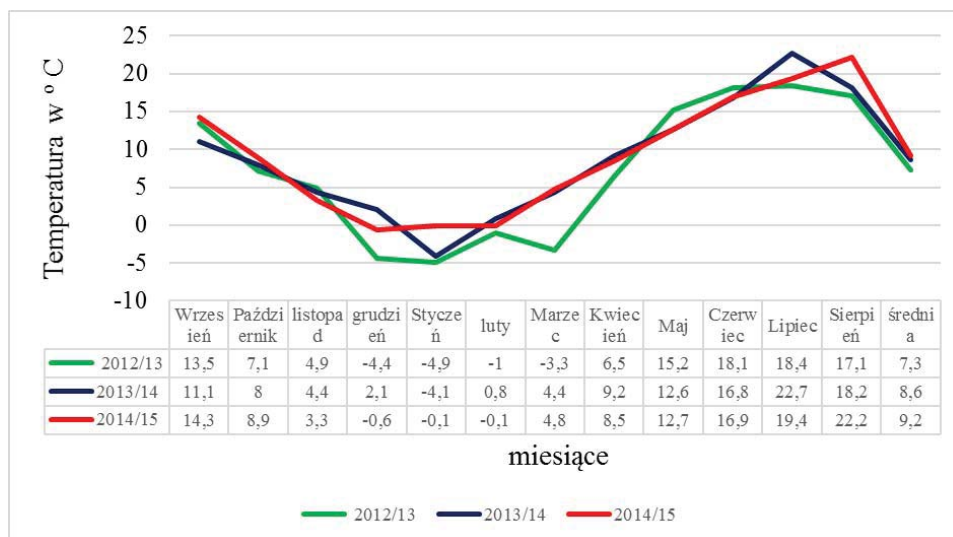
Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych ZDOO w Marianowie

W czasie wegetacji monitorowano daty wschodów, krzewienia, strzelania w źdźbło, kłoszenia i dojrzałości woskowej. Obserwowano stan wegetacyjny roślin przed zimą i wczesną wiosną (bezpośrednio po ruszeniu wegetacji) z uwzględnieniem stopnia porażenia pleśnią śniegową. Pszenicę zebrano w pierwszej lub drugiej dekadzie sierpnia kombajnem poletkowym.

## Wyniki i dyskusja

Układ warunków atmosferycznych w okresie trzech kolejnych lat (2013-2015) był bardzo zróżnicowany. Przebieg warunków atmosferycznych scharakteryzowano na podstawie danych ze stacji meteorologicznych Zakładu Doświadczalnego Oceny Odmian w Marianowie wykres 1 i tabela 4.

**Wykres 1.** Temperatura w latach wrzesień 2012 – sierpień 2015 w stacji meteorologicznej Marianowo.



Źródło: Opracowane własne na podstawie danych ZDOO Marianowo

W roku 2013 była najniższa średnia temperatura w ciągu trzech lat badań i wynosiła ona 7,3°C i była niższa w tym samym okresie w roku 2014 o 1,3°C a w roku 2015 o 1,9°C. Również w roku 2013 średnia roczna temperatura powietrza była niższa od średniej z lat 1983-2015 o 0,4°C. W roku 2014 i 2015 średnia roczna temperatura powietrza była wyższa od średniej z lat 1983-2015 o 0,9°C i 1,5°C. Od grudnia 2012 do końca marca 2013 r. występujące niskie temperatury dochodzące przy powierzchni gruntu do -20,5°C nie spowodowały nadmiernego wychłodzenia gleby na wysokości węzła krzewienia dzięki zalegającej dość grubej pokrywie śnieżnej. W miesiącach od grudnia 2012 do kwietnia 2013 średnia temperatura powietrza wynosiła -3,4°C. W pozostałych miesiącach temperatury były zbliżone do średniej z lat 1983-2015.

**Tabela 4.**

Opady atmosferyczne w okresie wrzesień 2012 – sierpień 2015 w stacji meteorologicznej Marianowo.

miesiąc	Ilość opadów w [mm]			Średnia opadów z lat 1983-2015 w [mm]
	2012/13	2013/14	2014/15	
Wrzesień	15,4	149,6	16,3	56,3
Październik	41,7	12,3	7,0	33,5
listopad	41,6	33,7	24,8	37,4
grudzień	30,6	20,3	39,9	35,8
Styczeń	33,4	39,7	46,0	30,9
luty	26,8	25,2	9,4	24,6
Marzec	18,5	35,0	30,1	31,4
Kwiecień	45,8	37,2	35,5	33,8
Maj	82,0	42,1	45,1	51,8
Czerwiec	82,9	74,1	25,4	64,8
Lipiec	20,1	55,7	40,0	72,9
sierpień	67,6	63,3	9,5	65,6
Σ opadów	438,8	524,9	319,5	538,8

Źródło: Opracowane własne na podstawie danych ZDOO Marianowo

W roku 2012 siew pszenicy ozimej pomimo utrudnień ze względu na przesuszoną glebę był dotrzymany w optymalnym terminie. W roku 2013 podobnie jak rok wcześniej siew pszenicy ozimej był utrudniony ze względu na przesuszenie gleby. Nie można było w terminie wykonać zespołu uprawek późniejszych i przedsięwzięć jesiennych pod siew pszenicy ozimej. Dopiero opady atmosferyczne w drugiej dekadzie września (149,6 mm) umożliwiły wykonanie wszystkich zabiegów uprawowych i siew pszenicy. W roku 2014 wszystkie zabiegi uprawowe były wykonane w terminie, ale termin siewu był przesunięty na koniec września ze względu na uwilgotnienie gleby. W pierwszym i drugim roku doświadczenia pszenica ozima przed wejściem w stan spoczynku zimowego była dobrze rozkrzewiona, wyrosnięta i zahartowana. W ostatnim roku doświadczenia były obawy, że pszenica ozima mogła być nie zahartowana. Miesiące zimowe (grudzień 2014 r. oraz styczeń i luty 2015 r.) charakteryzowały się jedną z najwyższych temperatur średnich miesiąca z lat 1983-2015. Występujące spadki temperatur były krótkotrwałe i nie wpłynęły na przezimowanie pszenicy. Rok 2015 pod względem ilości opadów był najgorszy z lat 1983-2015. Od września 2014 r. do sierpnia 2015 r. suma opadów atmosferycznych była rekordowo niska i wyniosła zaledwie 319,5 mm. W porównaniu do średniej sumy opadów z tego samego okresu z lat 1983-2015 braki wyniosły 219,3 mm, co stanowi 59,2%.

Najwyższy średni plon z pięciu odmian pszenicy ozimej przy poziomie agrotechniki  $a_1$  i  $a_2$  uzyskano w roku 2015 i wynosił on odpowiednio 97,8 i 103,3  $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  a najniższy w roku 2013 który wynosił 80,9 i 95,6  $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Najlepiej plonującą odmianą pszenicy ozimej w ciągu trzech lat doświadczenia na obydwu poziomach agrotechniki była odmiana Linus. W roku 2015 uzyskano plon przy poziomie agrotechniki  $a_1$  103,5  $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a przy poziomie agrotechniki  $a_2$  plon wielkości 106,6  $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ . Z przeprowadzonego doświadczenia wynika, że główną przyczyną niskiego plonu w 2013 roku były niskie temperatury i rozkład opadów atmosferycznych w poszczególnych fazach wzrostu pszenicy.

**Tabela 5.**  
Plon ziarna pszenicy ozimej w latach 2013-2015 w ( $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

odmiana	Rok 2013		Rok 2014		Rok 2015	
	Poziom $a_1$	Poziom $a_2$	Poziom $a_1$	Poziom $a_2$	Poziom $a_1$	Poziom $a_2$
Linus	81,4	100,0	93,3	105,2	103,5	106,5
Ozon	76,6	95,2	86,2	101,1	96,8	105,1
Mulan	77,3	93,2	89,5	100,5	98,7	105,7
Natula	83,5	90,2	89,5	99,5	95,1	96,9
Patras	85,9	99,5	92,0	106,5	94,7	102,1
Plon średni	80,9	95,6	90,1	102,6	97,8	103,3

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z ZDOO Marianowo

Największy wpływ na plon ziarna pszenicy ozimej miały albo zbyt niskie (rok 2012) albo zbyt wysokie (rok 2013) opady atmosferyczne bezpośrednio przed i po siewie ziarna jak również w początkowej fazie krzewienia. Również badania Podolskiej i Stankowskiego [2001] dowodzą, że plon pszenicy zależy od warunków pogodowych. W przeprowadzonym doświadczeniu były widoczne różnice w plonie ziarna pszenicy pomiędzy dwoma poziomami agrotechniki (tabela 5). Odmiana pszenicy Linus w roku 2013 na poziomie  $a_2$  plonowała wyżej o 18,6  $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ , ale w roku 2015 już tylko o 3,0  $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  co potwierdzają wyniki doświadczeń Kwiatkowskiego i in. [2006]. Badania Kusia i Jończyka [1997] oraz Borkowskiej i in. [2003], potwierdziły również, że istnieje zależność pomiędzy przebiegiem pogody i nawożeniem azotem a plonem ziarna pszenicy.

Analizując plonowanie pięciu odmian pszenicy ozimej w badanym trzyleciu można stwierdzić, że w dużej mierze za plon ziarna odpowiadała temperatura powietrza, jak również ilość opadów atmosferycznych. Wpływ dodatkowego nawożenia azotem, stosowaniem nalistnych preparatów wieloskładnikowych i ochroną przed wyleganiem dało wzrost plonu ziarna od 2,8 do 21,8%.

### Wnioski

1. W trzyletnim doświadczeniu z pięciu odmian pszenicy ozimej najwyższą plonowała odmiana Linus w roku 2015 zarówno na poziomie agrotechnicznym  $a_1$  jak i  $a_2$ . Wysokość plonu na poziomie  $a_1$  była wyższa o  $5,7 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a na poziomie  $a_2$  o  $3,7 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  od średniego plonu pięciu odmian pszenicy.
2. Pomimo bardzo małych opadów atmosferycznych ( $155,5 \text{ mm}$ ) w okresie od kwietnia do sierpnia 2015 i wysokich średnich temperatur powietrza plon pszenicy pięciu odmian pszenicy ozimej był najwyższy z trzech lat doświadczenia i wynosił średnio na poziomie agrotechnicznym  $a_1$   $97,8 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ , a na poziomie agrotechnicznym  $a_2$   $103,3 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ .
3. Przyczyną niskiego plonu pszenicy ozimej w roku 2013 były niskie temperatury w miesiącach zimowych oraz zalegająca pokrywa śnieżna do drugiej dekady kwietnia, opóźniła wiosenną wegetację pszenicy ozimej o ponad 20 dni w stosunku do średnich z lat 1983-2015.

### Literatura

1. Borkowska H., Grundas S., Styk B. 2003. Zmiany wybranych cech jakościowych ziarna kilku odmian pszenicy pod wpływem zróżnicowanego nawożenia azotowego. *Acta Agrophys.* 2(4), s: 717–723.
2. Buczek J., Tobiasz-Salach R., Bobrecka-Jamro D. 2012. Wpływ nawożenia dolistnego i zmniejszonych dawek herbicydu na plon i cechy jakościowe ziarna pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 29 (1), s: 7-15.
3. Budzyński W., Borysewicz J., Bielski S. 2004. Wpływ poziomu nawożenia azotem na plonowanie i jakość technologiczną ziarna pszenicy ozimej. *Pam. Puław.* 135, s: 33-44.
4. Dubis B., Borysewicz J., 2008. Wpływ nawożenia azotem na plon i technologiczną jakość wybranych odmian pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 25(1), s: 111-119.
5. Gazda Wł. (Opracowanie). 2013-2015. Wyniki porejestrowych doświadczeń odmianowych i rolniczych zbóż, grochu siewnego, ziemniaków. COBORU Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Krzyżewie.
6. Gąsiorowska B., Makarewicz A., Nowosielska A., Rymuza K. 2006. Efektywność produkcyjna nawożenia azotem różnych odmian pszenicy jarej. *Pam. Puł.* 142, s: 117–125.

7. Jasińska Z. Kotecki A., (red) 2003. Szczegółowa uprawa roślin. Tom I. Akademia Rolnicza. Wrocław.
8. Kocoń A. 2009. Efektywność dolistnego dokarmiania pszenicy i rzepaku ozimego wybranymi nawozami w warunkach optymalnego nawożenia i wilgotności gleby. *Ann. UMCS, Sec. E* 64(2), s: 23–28.
9. Kołodziejczyk M., Szmigel A., Kulig B. 2009. Plonowanie wybranych odmian pszenicy jarej w zależności od poziomu agrotechniki. *Fragm. Agron.* 26(3), s: 58-67.
10. Kościelniak W., Rothkaehl J. 2000. Wpływ nawożenia azotem na plonowanie i wartość technologiczną ziarna jakościowych odmian pszenicy ozimej. *Przegląd zbożowo-młynarski* Nr 7, s: 8-11.
11. Kulig B., Kania S., Szafranski W., Zając T. 2001. Reakcja wybranych odmian pszenicy ozimej na intensywność uprawy. *Biul. IHAR* 218/219, s: 117–126.
12. Kuś J., Jończyk K. 1997. Oddziaływanie wybranych elementów agrotechniki na plonowanie pszenicy ozimej. *Fragm. Agron.* 14(3), s: 4–16.
13. Kwiatkowski C., Wesołowski M., Harasim M., Kubecki J. 2006. Plon i jakość odmian pszenicy ozimej w zależności od poziomu agrotechniki. *Pam. Puław.* 142, s: 277-286.
14. Podolska G., Stankowski S. 2001. Plonowanie i jakość ziarna pszenicy ozimej w zależności od gęstości siewu i dawki nawożenia azotem. *Biul. IHAR* 218/219, s: 127–136.

**Б.В. Шелютто** –доктор с/х наук, профессор, **В.А Шедрина** – аспирант  
Белорусская государственная сельскохозяйственная академия  
**В.Н. Шлапунов** –доктор с/х наук, академик НАН Беларуси  
НПЦ НАН Беларуси по земледелию

## **ПЕРСПЕКТИВНЫЕ БОБОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В ПОЛЕВОМ ТРАВОСЕЯНИИ**

### **PERSPECTIVE LEGUMES IN FIELD GRASS CULTIVATION**

Главным направлением в развитии сельского хозяйства республики остается дальнейшая его интенсификация, активное и повсеместное внедрение адаптированных ресурсосберегающих технологий, повышение эффективности производства животноводства. Хотя объёмы производства и реализации животноводческой продукции постоянно растут, но в отрасли остается достаточно нерешённых проблем, одной из которых является несовершенство кормовой базы, которая пока не удовлетворяет потребности животноводства, не полностью отвечает физиологическим требованиям животных по составу и качеству. И здесь важной проблемой остается дефицит растительного белка и низкая продуктивность кормовых угодий.

Для этого потребуется привлечение и интродукция в производство более продуктивных видов растений, посевы которых обеспечивали бы максимальное использование ФАР (фотосинтетическая активная радиация) и почвенных ресурсов.

Как в мировом сельском хозяйстве, так и в Беларуси важное значение в этом направлении отводится выращиванию не только традиционных многолетних бобовых трав, таких, как клевер, люцерна, но и малораспространенными видов бобовых культур – козлятник восточный, эспарцет песчаный, лядвенец рогатый, донник белый, люцерна серповидная, клевер гибридный и сильфия пронзеннолистная из семейства астровых.

Эти культуры способствуют увеличению белкового баланса рациона животных, имеют сбалансированный аминокислотный состав, содержат важнейшие микро- и макроэлементы. Особенностью вовлечения их сельскохозяйственное производство является приспособленность к определенным почвенно-климатическим условиям, стабильная и высокая многолетняя продуктивность. Их зелёная масса

успешно используется для заготовки сена, сенажа, силоса, травяной муки, кормления скота при организации «зелёного конвейера».

В наших опытах, проведенных на дерново-подзолистой легкосуглинистой почве **козлятник восточный** в среднем за 2 укоса обеспечил выход кормовых единиц 11,5 т/га, переваримого протеина 1,99 т/га, при содержании его в 1 к.ед. 173 г., т.е. 27-29 % протеина может быть использовано для восполнения дефицита его в кукурузном силосе и других углеводистых кормах.

В бинарной смеси с ежой сборной выход кормовых единиц составил 11,8 т/га, а сбор переваримого протеина – 1,71 т/га, с овсяницей луговой 9,7 и 1,54 т/га соответственно. В Гродненском зональном институте растениеводства на протяжении 12 лет без пересева его урожайность находилось в пределах 50-70 т/га зеленой массы [1].

Таким образом, для сельхозпредприятий культура весьма привлекательна. Но при освоении технологии возделывания допускаются ошибки, не позволяющие реализовать ее продуктивный потенциал. Успех возделывания козлятника восточного в первую очередь определяет правильный подбор почв. Они должны быть хорошо окультуренными супесчаными или легкосуглинистыми, подстилаемыми моренным суглинком с содержанием гумуса 2 % и более, кислотностью близкой к нейтральной, содержанием подвижных форм фосфора и калия 210 мг/кг почвы и более [2].

Особенностью посевного материала козлятника восточного является наличие большого количества твердых семян (50 % и более). Чтобы нарушить герметичность семенной кожуры, обеспечить доступ внутрь таких семян воды и дружное появление всходов следует применять скарификацию. В наших опытах, в среднем за 3 года, при лабораторной всхожести семян (а сюда включаются и твердокаменные) 95,2 % их полевая всхожесть без скарификации составила 19,7 %, с применением различных способов скарификации достигала 60-65 %. В результате уже в 1-й год жизни в лучших вариантах скарификации урожайность зеленой массы в 3,0-3,4 была выше, чем в контроле.

Как и другие бобовые культуры, козлятник восточный отзывчив на инокуляцию семян азотфиксирующими клубеньковыми бактериями. Если в контроле его продуктивность во второй год жизни составила 9,14 т/га к. ед., то с применением для инокуляции семян различных биопрепаратов Института микробиологии НАН Беларуси она возростала до 10,2-11,5 т/га к.ед., по сбору переваримого протеина – 1,41 и 1,70-2,03 т/га.



Одной из биологических особенностей козлятника восточного является медленный рост в 1-ый год жизни. Он угнетается сорными растениями и по интенсивности роста не может с ними конкурировать. В опытах применение гербицидов (трефлан, пивот) снижало засоренность посевов на 80-85 %.

В отличие от козлятника менее требовательны к плодородию почв эспарцет песчаный и лядвенец рогатый, площадь под которыми не превышает одной тысячи гектаров.

В опытах, впервые проведенных на рыхлосупесчаных почвах, подстилаемых песками Брестской областной сельскохозяйственной опытной станции в лучших вариантах приемов агротехники, изученных нами в 2008-2010 гг. **эспарцет песчаный** обеспечил урожайность 41,1-37,3 т/га зеленой массы, 7,7-8,0 т/га к.ед., 1,2-1,3 т/га переваримого протеина.

Исследованиями установлено, что возделывание эспарцета возможно в покровных и беспокровных посевах. В первый год жизни лучшими покровными культурами, которые убирали на зеленый корм, оказались райграс однолетний и викоовсяная смесь. Они по урожайности на 71-57 % превысили ячмень и овес. При уборке покровной культуры долевое участие бобового компонента в урожае составляло в пределах 33-25 %.

В урожае беспокровного посева эспарцета было высокое содержание сорного разнотравья (25 %). Во 2-ой – 4-ый годы жизни эспарцета существенных различий по урожайности беспокровного и покровного посева не было.

Установлено, что эспарцет песчаный, как и другие бобовые культуры отзывчив на применение препаратов азотфиксирующих бактерий, т.к. в условиях юго-запада республики клубеньковые бактерии для эспарцета практически отсутствуют. Поэтому применение для предпосевной обработки семян препарата сапронит обеспечило формирование на растении до 172 клубеньков и увеличение урожайности в сравнении с контролем на 35 % по зеленой массе и на 27 % – по сухому веществу.

Практически по всем бобовым культурам сдерживается расширение посевных площадей из-за недостатка семян. В тоже время наши исследования показали, что при оптимальной норме высева семян эспарцета 3,2-3,4 млн.шт./га на фоне применения инокуляции и микроэлементов урожайность семян в среднем за 2008-2010 гг. составила в рядовых посевах 505-550 кг/га, в широкорядных –484-494 кг/га. Но широкорядный посев нами не рекомендуется, т.к. по урожайности семян не превосходит рядовой, а

затраты на междурядные обработки снижают эффективность. Обработка семян инокулянтом, молибденовокислым аммонием (20 г/ц) и борной кислотой (30 г/ц) обеспечила урожайность 567 кг/га, что на 16,7 % выше варианта без микроэлементов и на 45,7 % в сравнении с контролем, где инокуляцию семян и микроэлементы не применяли.

В ряду перспективных культур значительное место должно быть отведено **лядвенцу рогатому**, способному произрастать на почвах невысокого плодородия лучше, чем клевер и люцерна, устойчивого к повышенной кислотности почв.

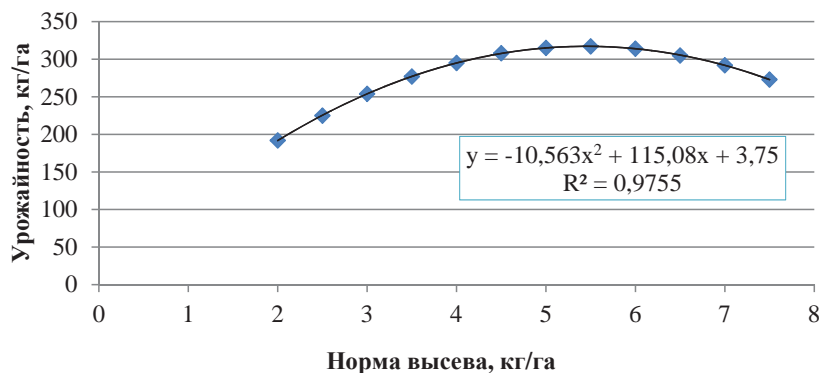
Исследования показали, что более высокую продуктивность имеют его смеси со злаковыми многолетними травами, превысившие одновидовой посев лядвенца по выходу кормовых единиц на 0,4-0,6 т/га. При этом более продуктивной оказалась смесь лядвенца с кострцом безостым, превысившая его одновидовой посев на 12,2 %, а травосмесь лядвенца с ежой сборной – на 17,0 %. Выход кормовых единиц в зависимости от состава травосмесей на безазотном фоне составил от 4,7 до 5,5 т/га, сырого протеина – от 0,78 до 0,93 т/га. Наибольший сбор протеина (1,01 т/га) получен в одновидовом посеве лядвенца рогатого, при содержании его в одной кормовой единице 206 г.

Изучением различных способов посева лядвенца рогатого – беспокровного и подпокровного под однолетние травы – установлено, что в годы пользования различия между вариантами по урожайности были несущественными и даже летний (июльский) беспокровный посев после уборки однолетних трав хорошо перезимовал и по урожайности (43,8 т/га зеленой массы) не уступал другим вариантам.

В опытах по разработке элементов технологии возделывания лядвенца на семена выявлена эффективность применения микроэлементов. Обработка семян бором, молибденом или смесью бора с молибденом обеспечила урожайность на уровне (34,4-33,6 т/га), что выше контроля на 15,2-18,3 %. Но применение этих микроэлементов в фазе бутонизации лядвенца превысило контроль на 19,9-25,5 %. Хотя эта культура при возделывании на корм слабо реагирует на применение азота, но обработка семенных посевов в фазе бутонизации мочевиной в дозе 15 кг/га д.в. в среднем за 2008–2010 гг. обеспечила урожайность 342 кг/га, или на 24,8 % больше урожайности, полученной на фоне  $P_{60}K_{90}$  и на 18,3 % больше, чем при внекорневой азотной подкормке из расчета  $N_{30}$ .

Важным элементом в технологии возделывания лядвенца рогатого является оптимальная норма высева. Если при высева 1,6 млн.шт./га урожайность семян

составила в среднем 195 кг/га, при 6,4 млн.шт./га – 245 кг/га, то при высеве 3,2-4,8 млн./га – 285-324 кг/га. Зависимость урожайности семян от норм высева описывается уравнением регрессии  $y=10,563x^2+115,08x+3,75$ . Оптимальная норма высева лядвенца 4,0-4,8 млн.шт. семян/га (рисунок 1). Увеличение урожайности семян происходило за счет большего количества генеративных стеблей и бобов на стебле. Хотя масса 1000 семян наибольшей (1,42 г) была при норме высева 1,6 млн.шт./га и снижалась до 1,23 г при норме 6,4 млн.шт./га.



**Рисунок 1. – Зависимость урожайности семян лядвенца рогатого от норм высева**

Уже многие годы в ряду малораспространенных бобовых культур стоит **донник белый**, хотя он относится к наиболее надежным культурам для выращивания на песчаных и супесчаных дерново-подзолистых почвах, подстилаемых песком, где клевер и люцерна произрастать не могут. Ссылки на плохую поедаемость корма из этой культуры связаны чаще с нарушением сроков уборки.

В БелНИИЗК в 1997 г. в Малоритском районе Брестской области был проведен опыт по скармливанию силоса из донника белого и клеверозлаковой смеси. Донник выращивали на песчаной почве. В контрольной группе (10 бычков) основной рацион (59 %) состоял из силоса клеверозлаковой смеси, в опытной также на 59 % из силоса донника белого. Концентраты составляли по 24 %. При средней массе бычков 319 кг к концу опыта она составила в контрольной группе 357 кг, в опытной – 362 кг. Таким образом, силос из донника был равноценен силосу, приготовленному из клеверозлаковой смеси.

В исследованиях ,проведенных в 2002–2004 гг. на опытном поле «Тушково» БГСХА на дерново-подзолистых суглинистых почвах северного региона Беларуси, установлено, что, как и другие бобовые культуры, донник хорошо реагирует на нормы внесения удобрений и инокуляцию семян.

На фоне минерального питания  $P_{100}K_{160}$  в сочетании с обработкой семян регулятором роста Эмистимом С в сумме за два года пользования уровень урожайности составил 16,44 т/га сухого вещества, что выше по сравнению с контролем без удобрений на 8,30 т/га, или на 102,0 %. При этом использование регулятора роста Эмистим С способствовало повышению урожайности на 1,48 т/га сухой массы, что составило 9,9 %.

Наиболее отзывчив донник на внесение калия. На фоне минерального питания  $K_{90}$  получена максимальная окупаемость калийного удобрения – 35,2 кг сухой массы на 1 кг д.в. калия.

Изучение норм высева и сроков сева донника белого показало, что поздневесенние сроки посева в конце мая и летние в конце июня в условиях северо-восточного региона Беларуси приводят к снижению продуктивности культуры по сбору сухого вещества на 31,9 – 47,5 % и выходу обменной энергии на 31,4 – 46,8 %. Посев донника в эти сроки по сравнению с ранневесенним снижает коэффициент энергетической эффективности технологии при оптимальных нормах высева с 3,36 до 1,91–2,43, а также увеличивает затраты совокупной энергии на производство 1 кормовой единицы на 32,3–63,1 %.

При поздневесеннем и летнем посеве выявлено преимущество повышенных норм высева. Вариант с нормой высева 10,0 млн. семян существенно повысил урожайность по сравнению с вариантами 5,5 и 7,0 млн. семян на 2,06, 1,22 и 2,08, 1,48 т/га соответственно. При этом получено в сумме за два года пользования травостоем 10,07 т/га сухой массы в варианте с поздневесенним и 7,94 т/га – с летним сроком посева.

Сравнительно высокопродуктивной бобовой культурой, перспективной для возделывания на минеральных почвах легкого гранулометрического состава и землях с не отрегулированным водным режимом, является **люцерна серповидная**.

В почвенно-климатических условиях Республики Беларусь по своим биологическим особенностям она способна давать высокие и устойчивые урожаи (за вегетационный период 50,0–60,0 т/га и более зелёной массы, что соответствует 10,0–11,0 т/га кормовых единиц и 1,8–1,9 т/га переваримого протеина) [3].

Семена люцерны серповидной начинают прорастать уже при положительной температуре 1-2°C, но дружные всходы появляются лишь при 12-15°C. Они переносят заморозки до -3-5°C, что позволяет проводить сев этой культуры в самые ранние сроки [4].

За период от начала отрастания, которое наступает при температуре 7-9°C, до цветения сумма эффективных температур составляет в среднем 800-850°, а для получения семян – 1200°C. Таким образом, климатические условия Республики Беларусь вполне пригодны для получения полноценных урожаев люцерны серповидной, как зеленой массы, так и семян.

Оптимизация питательного режима за счет внесения фосфорно-калийных удобрений в сочетании с микроудобрениями и регуляторами роста является важной составной частью интенсивных технологий возделывания люцерны серповидной. В исследованиях БГСХА, проведенных в 2011-2013 гг., установлено, что урожайность культуры в среднем составила от 4,72 до 6,57 т/га сухого вещества.

Включение агротехнического приема внекорневой обработки люцерны серповидной комплексом микроудобрений (басфолиар) совместно с регулятором роста Эсистимом С на фосфорно-калийном фоне P<sub>60</sub>K<sub>90</sub> обеспечило повышение урожайности сухого вещества на 1,85 т/га (39,3 %) по сравнению с контролем (без удобрений).

В вариантах с некорневой обработкой люцерны серповидной только лишь басфолиаром, прибавка урожайности была значительно ниже варианта, где вносился дополнительно регулятор роста, и составляла от 0,12 т/га.

В формировании урожайности надземной массы бобовых трав, как известно, большое влияние оказывает высота скашивания культуры.

В результате изучения влияния высоты скашивания на продуктивность люцерны серповидной было установлено, что при снижении высоты скашивания увеличивается урожайность культуры.

Так на минимальной высоте среза 2-3 см урожайность сухого вещества в среднем за 3 года составила 6,78 т/га, в то время как на высоте скашивания 10-12 см урожайность сухого вещества составила 6,2 т/га. При высоте скашивания 4-6 см урожайность сухого вещества существенно не отличалась от урожайности культуры с высотой скашивания 2-3 см.

На величину урожайности культуры также большое влияние оказала интенсивность использования. Установлено, что в среднем за 3 года использования

урожайность сухого вещества люцерны серповидной при скашивании ее в фазу ветвления (4-х укосное использование) составила 5,4 т/га, что ниже на 1,15 т/га (17,5 %), чем в варианте с двухукосным режимом использования, и на 0,31 т/га (4,8 %) варианта с трехукосным режимом использования.

Особенные требования люцерны серповидная предъявляет к густоте стояния растений. Поэтому актуальным вопросом в семеноводстве является выбор способа посева. Для закладки генеративных побегов люцерны требует наибольшей разреженности, так как плодоношение нуждается в оптимальной освещенности посевов, хорошем доступе насекомых опылителей к цветкам и других условиях. В загущенных посевах нарушаются процессы фотосинтеза, ограничивается накопление органических веществ, имеет место сбрасывание листьев и репродуктивных органов. Растения разреженного посева имеют хорошо развитую корневую систему, что способствует лучшему обеспечению их питательными веществами.

Существуют противоречивые мнения ученых по выбору оптимального способа посева люцерны на семена. В большинстве случаев в разных климатических условиях разных стран широкорядные посева, как правило, дают более высокий урожай семян люцерны.

В целях выявления оптимального способа посева люцерны серповидной в РНДУП «Полесский институт растениеводства» изучено, что более высокий урожай семян получен на разреженных посевах. В сравнении со сплошным широкорядные способы посева (70 и 140 см), в среднем за три года (2011-2013 гг.), сформировали урожайность семян 214 и 219 кг/га, прибавка составила 87 и 92 кг/га соответственно. При посеве черезрядно на 35 см также отмечено превышение урожайности семян над сплошным способом посева в среднем на 29,9 %. Наибольшую урожайность семян из широкорядных способов посева показал вариант с междурядием 140 см, где в среднем за три года получено 219 кг/га. По массе 1000 семян не выявлено значительных различий между вариантами опыта.

### **Литература**

1. Шлапунов, В.Н. Кормовое поле Беларуси / В.Н. Шлапунов, В.С. Цыдик. – Минск, 2003. – 303 с.

2. 2 Чекель, Е.И. / Е.И. Чекель [и др.] // Организационно-технологические нормативы возделывания кормовых и технических культур: сб. отраслевых регламентов. – Минск: Беларус. навука, 2012. – С. 225 – 236.
3. Шелюто, А.А. Биологические аспекты возделывания люцерны в Беларуси: монография / А.А. Шелюто. – Горки: БСХА, 1997. – 126 с.
4. Жаринов, В.И. Люцерна / В.И. Жаринов, В.С. Клюй. – Киев: Урожай, 1990. – 320 с.
5. Андреев, Н.Г. Луговоеводство / Н.Г. Андреев. – М.: Колос, 1981. – 383 с.
6. Дегунова, Н.Б. Использование агрофитоценозов двукисточника тростникового / Н.Б. Дегунова // Кормопроизводство. – 2000. – № 9. – С. 26-28.
7. Янсонс, Ф.И. Многолетние травы в северо-западной зоне / Ф.И. Янсонс. – Л.: Колос, 1978. – 216 с.
8. Чекель, Е.И. Возделывание клевера лугового и гибридного / Е.И. Чекель, В.В. Суходольская, Л.В. Дервояд // Современные ресурсосберегающие технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси: сб. науч. мат. – Минск, 2007. – С. 210-218.
9. Асемкулова, Г.Б. Влияние приемов возделывания на урожайность нетрадиционных кормовых культур в условиях юго-востока Казахстана / Г.Б. Асемкулова // Кормопроизводство. – М., 2011. – № 11. – С. 37–39.
10. Капустин, Н.И. Агробиологические особенности новых и традиционных кормовых культур, технологий их возделывания и приемы биологизации земледелия в северо-западном регионе: автореф. дис. ... доктора с.-х. наук / Н. И. Капустин; РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева. – М., 2013. – 33 с.





**В. В. Скорина**

доктор сельскохозяйственных наук, профессор УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»

## **ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ В СЕЛЕКЦИИ ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

### **ECOLOGICAL ASPECTS OF SELECTION GROWING OF VEGETABLE CROPS**

#### **SUMMARY**

On the basis of many years researches new breeding methods to raise the level of realization of adaptive potential of plants have been worked out. The authors have grounded a possibility to use the reaction of plants to different environmental conditions and a possibility to select a starting material of vegetable crops in selection breeds and hybrids with invariably low pollutants content. The authors have also estimated the polymorphism of the main economically important traits and properties of plants of different phenogroups of cabbage and defined the deficiency of properties of ecological resistance in the majority of vegetable crops.

#### **ВВЕДЕНИЕ**

Для повышения эффективности селекции в настоящее время применяются многочисленные инновационные технологии, и тем не менее, использование экологического фактора остается актуальным и эффективным.

С 1975 года разрабатываемая новая методология – экологическая селекция в понимании Всероссийского научно-исследовательского института селекции и семеноводства овощных культур (ВНИИССОК) представляет собой систему методов использования эколого-географических факторов на всех этапах разных направлений селекции и в семеноводстве.

Экологическая селекция основывается на познании реакций растений, как адаптивных функциональных систем, на совокупность экологических факторов внешней среды. Способы использования этих реакций в целях селекции и семеноводства составляют новую методологию.

Теоретической основой экологической селекции являются классические работы Н.И. Вавилова [2], Е.Н. Синской [17, 18], а также современные достижения биологических наук, в наибольшей степени – экологической генетики, учение об адаптивном потенциале растений, разработанное А. А. Жученко [9].

На первых этапах исследований исследователями ВНИИССОК разработаны методы применительно к целому ряду селекционных и семеноводческих задач:

- ускорение темпа селекции;
- использование естественных инфекционных и инвазионных фонов;
- повышение эффективности отбора из гетерозисных гибридных и сортопопуляций и предварительной диагностики адаптивных форм за счет использования информации об изменчивости генетико-статистических параметров признаков;
- стратегия выбора естественных природных сред как фонов для селекции на адаптивность (стабильная урожайность, пониженное содержание нитратов, повышенное содержание биологически активных веществ, антиоксидантов и др.);
- использование экологического гетерозиса для повышения гибридной мощности гибридов F<sub>1</sub>, а также применение информации о взаимодействии генотип-среда на этапе выращивания и использования семян южной репродукции для обоснования приемов адаптивного семеноводства.

Одной из актуальных задач овощеводства является создание сортов и гибридов, устойчивых к абиотическим и биотическим факторам среды, сочетающих высокие хозяйственно-биологические признаки [15].

Изучению генетических и физиологических особенностей устойчивости растений к данным факторам среды, влияния экологических условий на биологические и хозяйственно ценные признаки сельскохозяйственных растений посвящено ряд работ [1, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 19, 20].

Большое значение при выведении новых сортов овощных культур с использованием эколого-географического фактора имеет научно обоснованный подбор исходного материала, его разнообразие и степень изученности в различных условиях выращивания [17].

Адаптация к новым условиям может происходить как путем перестройки комплекса физиологических, биохимических и морфологических признаков самого растения, так и (или) образования новых норм реакции в процессе естественного или искусственного отбора [7].

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованиями лаборатории экологических методов селекции ВНИИССОК доказано, что при размещении семеноводства, кроме экономического и биологического, должно быть и экологическое обоснование выбора зон. Только комплексный подход с учетом дифференцирующей способности среды, адаптивных свойств сорта может обеспечить гарантированное получение высоких урожаев семян с высокими посевными и сортовыми свойствами [4].

Создание географически универсальных сортов овощных культур, так называемых экологически пластичных, сортов широкого ареала – пока не имеет положительных примеров [21]. В настоящее время все более осознается необходимость селекции специализированных сортов: скороспелых, жаростойких, солеустойчивых и т.п.

Ключевым вопросом селекции на адаптивность является учет взаимодействия генотипа и среды. Она имеет два основных аспекта: оценку адаптивной способности и стабильности генотипов в различных средах и оценку сред по их пригодности в качестве фона для отбора [12].

В настоящее время одним из действенных приемов выявления форм с широкими приспособительными способностями является одновременная оценка генотипов в ряде географических пунктов [10].

Цель исследований – выявление разнообразия генофонда овощных культур (лук репчатый, майоран, чеснок озимый, фасоль овощная, бобы овощные) по адаптивности и выделение селекционных образцов для создания новых сортов.

Актуальность данных исследований заключается в необходимости более глубокого изучения сортообразцов овощных культур в установлении влияния факторов внешней среды на рост и развитие растений, урожайность и качественные показатели.

На протяжении ряда лет (2000–2014 гг.) проводились исследования по выявлению наиболее благоприятных природных зон для семеноводства, ускорения процесса селекции и создания новых сортов, сочетающих высокую продуктивность и

экологическую стабильность, определение параметров среды как фона для отбора генотипов при подборе зон для их селекции и семеноводства.

Исследованиями выявлено, что стабильность продуктивности зависит от способности генотипа реагировать на условия среды.

Проводимые исследования в 2000–2014 гг. в резко различающихся климатических условиях позволили дать объективную оценку селекционному материалу по основным хозяйственно ценным признакам (таблица 1).

**Таблица 1.**

Пункты проведения ЭСИ, 2000-2014 гг.

№	Пункт	Расположение пункта	Зона	Научно-исследовательское учреждение
1	Москва	РФ, Московская обл., Одинцовский р-н	Южно-таёжная	ГНУ ВНИИССОК
2	Горки	Республика Беларусь, Могилевская обл.	Южно-таёжная	УО БГСХА
3	Белгород	РФ, Белгородская обл., пос. Майский	Черноземная	Опорный пункт ВНИИССОК
4	Пенза	РФ, Пензенская обл., Лунинский р-н	Степная	Опорный пункт ВНИИССОК
5	Ставрополь	РФ, Ставропольский край, Кировский р-н	Сухостепная	Северо-Кавказская ООС ВНИИССОК
6	Омск	РФ, г. Омск	Южно-лесостепная	Омская ГАА
7	Новосибирск	РФ, Новосибирская обл., п. Мичуринск	Лесостепная	Новосибирский ГАУ
8	Термез	Республика Узбекистан, Сурхандарьинская обл.	Сухие субтропики	УзНИИОБК и К

Исследования проводили согласно методике ЭСИ (1987) [13] и Руководства по апробации (1982) [16]. Агротехника – общепринятая в зоне выращивания.

Для расчета параметров адаптивной способности и экологической стабильности генотипов использовали методику А. В. Кильчевского и Л. В. Хотылевой [12].

В результате оценки генотипов овощных и пряно-вкусовых (майоран садовый, лук репчатый, чеснок озимый, фасоль овощная, бобы овощные, перец сладкий) по параметрам адаптивной способности и экологической стабильности и среды как фона для отбора выделены сорта, по комплексу хозяйственно ценных признаков.

На основании полученных данных определены статистические параметры количественных признаков исходного материала, их вариабельность под влиянием факторов внешней среды и характер влияния на потенциальную урожайность сортов и экологическую стабильность. Выявлено, что в одном генотипе можно сочетать высокую общую адаптивную способность с экологической стабильностью.

По результатам многолетних исследований, ряд сортов внесены в Государственный реестр сортов растений (таблица 2).

**Таблица 2.**

Результаты испытания сортов овощных культур

Культура, сорт	Пункты испытания	Годы ЭСИ	Год передачи в ГСИ	Год включения в реестр
Майоран садовый ТерМос	Горки, Москва, Термез	2001-2003	2002	2004 (РФ)
Майоран садовый Малахит	Горки	2002-2003	2004	2007
Чеснок озимый Зубренок	Горки, Москва, Пенза	1999-2002	2001	2003 (РФ)
Фасоль овощная Магура	Горки, Москва, Белгород, Ставрополь, Омск, Термез	2003-2005	2006	2008
Фасоль овощная Миробела	Горки, Москва, Белгород, Ставрополь, Омск, Термез	2004-2006	2007	2009
Лук репчатый Доброгост	Горки, Москва	2000-2005	2006	2009
Фасоль овощная Дива	Горки, Москва, Ставрополь,	2007-2009	2010	2013

	Новосибирск			
Фасоль овощная Морена	Горки, Москва, Ставрополь, Новосибирск	2007-2009	2010	2013
Бобы овощные Ратибор	Горки, Москва	2008-2009	2010	2012
Фасоль овощная Сонечка	Горки, Москва, Новосибирск	2010-2012	2012	2012
Чеснок озимый Беловежский, Союз, Юниор	Горки, Москва, Пенза	2004-2006	2007-2010	2012
Перец сладкий Багрец, Бахтияр	Горки, Москва	2012-2014	2015	2015

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование различных эколого-географических зон, способствует выявлению потенциала растений в данных условиях по параметрам стабильности и продуктивности.

В результате многолетней селекционной работы увеличен сортимент овощных культур за счет создания новых сортов овощных и пряно-вкусовых культур.

#### Библиографический список

1. Вавилов, Н.И. Законы гомологических рядов в наследственной изменчивости: монография / Н.И. Вавилов; отв. ред. И.А. Рапопорт. – Л.: Наука, 1987. – 260 с.
2. Вавилов, Н.И. Научные основы селекции пшеницы [текст] / Н.И. Вавилов – М., 1935.- Т.1. - 244 с.
3. Вавилов, Н.И. Опыт агроэкологического обозрения важнейших полевых культур [текст] / Н.И. Вавилов. - М.; –Л., 1957.
4. Добруцкая, Е.Г. Экологическое обоснование – основа зонального размещения семеноводства [текст] / Е.Г. Добруцкая // Картофель и овощи. - 2004, № 2. - С. 11-13.

5. Драгавцев, В.А. Алгоритмы эколого-генетической инвентаризации генофонда и методы конструирования сортов сельскохозяйственных растений по урожайности, устойчивости и качеству: метод. рек. / В.А. Драгавцев. – СПб.: ВИР, 1994. – 49 с.
6. Жученко, А.А. Экологическая генетика культурных растений / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1980. – 587 с.
7. Жученко, А.А. Стратегия адаптивной интенсификации сельскохозяйственного производства: роль науки в повышении эффективности растениеводства / А.А. Жученко, А.Д. Урсул; АН МССР. Отд-ние генетики растений, отд-ние философии и права. – Кишинев: Штиинца, 1983. – 304 с.
8. Жученко, А.А. Адаптивный потенциал культурных растений (эколого-генетические основы) / А.А. Жученко. – Кишинев: Штиинца, 1988. – 766 с.
9. Кильчевский, А.В. Генотип и среда в селекции растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева; Ин-т генетики и цитологии АН БССР. – Минск: Наука и техника, 1989. – 191 с.
10. Кильчевский, А.В. Экологическая селекция растений / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева. – Минск: Технология, 1997. – 372 с.
11. Кильчевский, А.В. Метод оценки адаптивной способности и стабильности генотипов, дифференцирующей способности среды [текст] / А.В. Кильчевский, Л.В. Хотылева // Генетика. – 1985. - № 9. - Т. 21. - С 1481- 1490.
12. Кильчевский, А.В. Взаимодействие генотипа-среды в селекции растений [текст] / А.В. Кильчевский // Автореферат дисс. ... д-ра биолог. наук. СПб.: РАСХН: ВИР, 1993.
13. Методические указания по экологическому испытанию овощных культур.- М., Ч. 1,2. 1987.- 64 с.
14. Пивоваров, В.Ф. Селекция и семеноводство овощных культур / В.Ф. Пивоваров. – Пенза, 1999. – Т. 1. – 292 с.
15. Пивоваров, В.Ф. Экологические основы селекции и семеноводства овощных культур / В.Ф. Пивоваров, Е.Г. Добруцкая. – М., 2000. – 592 с.
16. Руководство по апробации овощных культур и кормовых корнеплодов. М., «Колос», 1982. - С. 396-401.
17. Синская, Е.Н. Экологическая система селекции кормовых растений = Ecologicalsystemofbreedingforageplants / Е.Н. Синская; ВАСХНИЛ.– Л.: ВИР, 1933. – 43 с.

18. Синская, Е.Н. Проблема популяции у высших растений [текст] / Е.Н. Синская. – М.; Л., 1963. – 122 с.
19. Скорина, В.В. Селекция овощных и пряно-вкусовых культур на продуктивность экологическую стабильность и качество [текст] / В.В.Скорина // Автореф. дисс. ... д-ра с.-х. наук. – Горки: БГСХА, 2008.
20. Скорина, В.В. Селекция на адаптивность овощных и пряно-вкусовых культур: монография / В.В. Скорина // УО "Белорус. гос. с.-х. акад.". – Горки: БГСХА, 2005. – 203 с.
21. Dambroth, M., Bassam N. E. // Plant and soil. – 1983. – Vol. – P. 72–73.



**Jolanta Puczel, Rafał Łada**

Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży

**PLONOWANIE ORAZ WAŻNIEJSZE WSKAŹNIKI WARTOŚCI  
GOSPODARCZEJ TRZECH ODMIAN JĘCZMIENIA JAREGO  
W LATACH 2012-2014 W DOŚWIADCZENIACH  
PRZEPROWADZONYCH W STACJI DOŚWIADCZALNEJ  
OCENY ODMIAN W KRZYŻEWIE**

**YIELDING AND IMPORTANT INDICATORS OF THE ECONOMIC  
VALUE OF THREE VARIETIES OF SPRING BARLEY IN 2012-2014 IN  
THE EXPERIMENTS CONDUCTED IN THE RESEARCH STATION  
ASSESSING VARIETIES OF PLANTS IN KRZYŻEWO**

**Streszczenie**

Niniejsza publikacja została wykonana w oparciu o doświadczenie z jęczmieniem jarym (odmiany pastewne), które przeprowadzono w Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Krzyżewie w latach 2012-2014. Do opracowania wybrano 3 spośród 33 badanych odmian. Odmiany te znajdują się na Liście Odmian Zalecanych do uprawy na terenie województwa podlaskiego. W pracy ujęto parametry odmianowe jęczmienia jarego takie jak: warunki termiczno – wilgotnościowe, plonowanie, ważniejsze cechy jakościowe i ilościowe oraz porażenie przez choroby. Zamieszczono również pomiary laboratoryjne oraz wyliczenia statystyczne.

Doświadczenie prowadzono jako dwupowtórzeniowe i dwuczynnikowe. Pierwszym czynnikiem były badane odmiany drugim poziom agrotechniki. Poziom  $a_1$  ekstensywny natomiast  $a_2$  intensywny, który wyróżniał się wyższym o 40 kg nawożeniem N, ochroną przed wyleganiem, dwukrotnym zastosowaniem fungicydów z nawożeniem dolistnym nawozami wieloskładnikowymi w fazie krzewienia i początku kłoszenia.

**Słowa kluczowe:** jęczmień jary, doświadczenie dwupowtórzeniowe i dwuczynnikowe, poziom nawożenia, LOZ (Lista Odmian Zalecanych), środki plonotwórcze

### Summary

This publication was made on the basis of experience with spring barley (fodder cultivars) that were conducted at the Research Station Assessing Varieties of Plants in Krzyżewo in 2012-2014. To develop selected 3 out of 33 respondents varieties. These varieties are on the LOZ Recommended Variety List in the region of Podlasie. The publication included the parameters of spring barley cultivars such as thermal conditions - moisture, yielding, more important characteristics of qualitative and quantitative infection by the disease. It also provides laboratory measurements and statistical calculations. The experiment was conducted as two replicates and two-factor. The first factor was the cultivars second level of agricultural technology. Level a1 was extensive but a2 was intensive, which stood out higher by 40 kg N fertilization, protection from hatching, twice using fungicides foliar application of compound fertilizers in the phase of tillering and early heading stage.

**Keywords:** barley, experience two replicates and two-factor, fertilization, LOZ (Recommended Variety List), yield-forming agents

### Wprowadzenie

Znaczny udział w strukturze zasiewów roślin o zbliżonych wymaganiach agroekologicznych, krótkie rotacje zmianowań i ograniczenie bioróżnorodności agrofitycentozy przyczyniają się do degradacji gleby, a konsekwencją tego jest wyraźny spadek plonu ziarna zbóż [Jaskulski i Jaskulska 2004].

Plonowanie zbóż zależy do czynników wewnętrznych (genotypu, wigoru, materiału siewnego), klimatycznych i agrotechnicznych. Wzrost, rozwój i plonowanie roślin jest wypadkową tych czynników. Ich optymalizacja umożliwić może uzyskanie najwyższego plonu, najbardziej zbliżonego do potencjalnych możliwości plonowania konkretnych odmian.

Liczba odmian jęczmienia jarego z roku na rok sukcesywnie wzrasta. W roku 2012 w Krajowym Rejestrze roślin rolniczych było 53 odmiany jęczmienia jarego. W roku 2013 60 odmian, a w roku 2014 liczba wzrosła do 65. Wśród tych odmian jedna wyróżnia się ziarnem nieoplewionym – Gawrosz. Większość odmian wpisanych do KR (57%) pochodzi

z hodowli zagranicznych, a polską hodowlę reprezentują Hodowla Roślin Smolice, Hodowla Roślin Danko, Hodowla Roślin Strzelce.

Jęczmień jary jest jednym z wielu gatunków, który wysiewany jest w doświadczeniach prowadzonych w systemie Porejestrowego Doświadczalnictwa Odmianowego (PDO), na podstawie których tworzona jest Lista Odmian Zalecanych dla danego województwa. Zaufanie rolnika do LOZ to niezbyty dowód na słuszność działań i założenia PDO.

Pomaga wybrać odmianę optymalną do uprawy w danym rejonie, ogranicza ryzyko wprowadzania do płodozmianu odmian o niewiadomym pochodzeniu, uwzględnia wymagania glebowe, odporność na choroby jak również wierność plonowania na danym obszarze. Sugerując się LOZ dla danego województwa rolnik ogranicza uzyskanie niższych plonów jak również może przewidzieć wydatki związane z ochroną fungicydową [COBORU].

Celem niniejszej pracy jest określenie poziomu plonowania odmian jęczmienia jarego: Suweren, Kucyk i Ella w latach 2012-2014 w doświadczeniach prowadzonych na dwóch poziomach agrotechnicznych.

### **Lokalizacja i metodyka badań**

Doświadczenia zrealizowane były na polach Stacji Doświadczalnej Oceny Odmian w Krzyżewie w latach 2012-2014. Założono je w układzie 1-rozkładalnymi i prowadzono jako dwupowtórzeniowe i dwuczynnikowe. Pierwszym czynnikiem były badane odmiany, drugim poziomy agrotechniki: poziom  $a_1$  ekstensywny i poziom  $a_2$  intensywny różniący się od  $a_1$  wyższym o 40 kg N nawożeniem, ochroną przed wyleganiem i dwukrotnym zastosowaniem fungicydów oraz nawożeniem dolistnym nawozami wieloskładnikowymi w fazie pełni krzewienia i początku kłoszenia.

Do opracowania wybrano 3 odmiany jęczmienia jarego, które znajdujące się na Liście Odmian Zalecanych do uprawy na terenie województwa podlaskiego.

W pracy ujęto parametry odmianowe jęczmienia jarego, które miały decydujący wpływ na otrzymane wyniki w poszczególnych latach: warunki termiczno-wilgotnościowe, plonowanie, ważniejsze cechy jakościowe i ilościowe oraz porażenie przez choroby. W pracy zamieszczono również pomiary laboratoryjne oraz wyliczenia statystyczne.

W tabeli 1 przedstawiono parametry doświadczenia, których użyto podczas zakładania doświadczeń w polu w poszczególnych latach.

**Tabela 1.**

Parametry doświadczenia

Gatunek	Długość poletka [m]	Szerokość poletka [m]	Szerokość międzyrzędzi [m]	Liczba rzędów na poletku	Powierzchnia poletka do zbioru [m <sup>2</sup> ]	Szerokość ścieżki między poletkami [m]
Jęczmień jary	13,0	1,5	0,125	12	15,0	0,3

Źródło: Metodyka Badania WGO COBORU

Aby uzyskać wysokie plony jęczmienia jarego bardzo ważne jest przestrzeganie podstawowych warunków agrotechnicznych: odpowiedni kompleks glebowy, pH gleby, przedplon. Istotne znaczenie ma również zastosowane nawożenie mineralne, jak również ochrona przed szkodnikami i chorobami.

Agrotechniczne warunki prowadzenia doświadczeń w latach 2012-2014 przedstawiono w tabelach 2,3,4.

**Tabela 2.**

Wymagania glebowe

Rok	2012	2013	2014
<b>Kompleks glebowy</b>	2	4	2
<b>Klasa bonitacyjna gleby</b>	III b	IV a	III b
<b>pH gleby</b>	6,3	6,7	6,7
<b>Zasobność gleby mg/100 g</b>			
<b>P<sub>2</sub>O<sub>5</sub></b>	20,1	21,2	27,0
<b>K<sub>2</sub>O</b>	15,0	13,6	17,9
<b>Mg</b>	8,7	9,5	7,1
<b>Przedplon</b>	Groch siewny	Groch pastewny	Groch pastewny
<b>Data siewu</b>	10.04	24.04	01.10
<b>Data zbioru</b>	03.08	04.08	25.07

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO w Krzyżewie

**Tabela 3.**

Nawożenie mineralne

Rok	2012	2013	2014
N na poziomie a <sub>1</sub> kg/ha	50	55	100
N na poziomie a <sub>2</sub> kg/ha	90	95	140
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha	60	60	50
K <sub>2</sub> O kg/ha	90	90	75
Nawożenie dolistne l/ha	Plonowit Z – 1,5 l. Basfoliar – 1,5 l.	Basfoliar –36 Extra – 8 l.	ADOB Mn – 2,5 l. ADOB Cu – 1,5 l.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO w Krzyżewie

**Tabela 4.**

Środki ochrony roślin

Rok	2012	2013	2014
<b>Insektycydy</b>	Sumi Alpha 050EC – 0,25 l.	Sumi Alpha 050EC – 0,25 l.	Bi 58 400EC – 0,5 l.
<b>Herbicydy dawka ha</b>	Sektor OD – 0,15 l.	Granstar SX – 45g.	Komplet 560 SC – 0,5 l. Tomigan 250EC – 0,8 l.
<b>Fungicydy dawka ha</b>	Input 460EC – 1,0 l. Artea 330EC – 0,5 l.	Artea 330EC – 0,5 l. Falkon 460EC – 0,6 l.	Topsin 500MSC – 1,4 l. Falcon 460EC – 0,6 l.
<b>Antywylegac z poziom a<sub>2</sub></b>	Cerone 480SL – 0,75 l.	Cerone 480SL – 0,75 l.	Stabilan 750SL 1,5 l.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO w Krzyżewie

W roku 2012 niskie temperatury powietrza oraz przymrozki na początku wegetacji jęczmienia jarego, decydująco wpłynęły na opóźnione wschody. Wschody były nierównomierne i wydłużone w czasie. Maj z wysokimi temperaturami powietrza i z korzystnym rozkładem opadów w dwóch pierwszych dekadach pozytywnie wpłynął na wzrost i rozwój roślin. Jednak III dekada maja z niewielką ilością opadów (4,8mm) i I dekada czerwca z wysokimi temperaturami powietrza spowodowały wystąpienie krótkotrwałej suszy glebowej, co negatywnie wpłynęło na wegetację roślin. Lipiec i sierpień to miesiące z dużą ilością opadów, ulewami i silnymi wiatrami. Czynniki te miały ujemny wpływ na wyleganie,

jak również przyczyniły się do silniejszego porażenia roślin przez choroby, co w rezultacie obniżyło plonowanie odmian jęczmienia, zwłaszcza na poziomie  $a_1$ .

Opady śniegu w marcu i na początku kwietnia 2013 roku opóźniły rozpoczęcie wiosennych prac polowych oraz uniemożliwiły wcześniejsze założenie doświadczenia. Siew jęczmienia jarego wykonano dopiero 24.04. Duża wilgotność gleby i wysoka dobową temperatura powietrza w okresie kiełkowania wpłynęły na szybkie i wyrównane wschody roślin. Ciepły maj z temperaturą maksymalną dochodzącą  $27^{\circ}\text{C}$  sprzyjał początkowemu wzrostowi i rozwojowi roślin jęczmienia. Warunki wegetacji w czerwcu były zmienne: II dekada bez opadów, III dekada nadmiar opadów powodujący większe porażenie przez choroby grzybowe. Po wykłoszeniu, słoneczna i ciepła pogoda stworzyła odpowiednie warunki dla intensywnego przebiegu fotosyntezy i dobrego wypełnienia ziarna. Upalna pogoda w I i III dekadzie lipca przyspieszyła dojrzewanie jęczmienia. Zbiuro dokonano 04.08 kombajnem poletkowym Sampo 130.

Dogodne warunki wilgotnościowo-powietrzne w roku 2014 umożliwiły wczesny siew nasion. Dwie pierwsze dekady kwietnia chłodniejsze z częstymi przymrozkami opóźniały wschody roślin. Wschody wydłużone w czasie i ze słabym rozwojem. Dopiero III dekada kwietnia z wyższymi temperaturami powietrza i gleby przyspieszyło rozwój młodych siewek roślin. Różnice temperatur między I, II, a III dekadą maja nie przyniosły negatywnego wpływu na prawidłowy wzrost i rozwój roślin. Jednak czerwiec chłodny z niekorzystnym rozkładem opadów atmosferycznych spowodował okresowe niedobory wilgoci w glebie, które negatywnie wpłynęły na rośliny (rośliny poźółkle z oznakami posuchy i zachwiana równowaga w pobieraniu mikrośladników). Opady deszczu pod koniec III dekady czerwca i początku lipca przy wysokich temperaturach powietrza, stworzyły korzystny mikroklimat dla rozwoju chorób grzybowych, szczególnie na poziomie  $a_1$ . Natomiast efektywność ochrony fungicydowej można było obserwować na poziomie agrotechnicznym  $a_2$  w okresie dalszej wegetacji. Wysokie temperatury przez cały lipiec z bardzo niewielką ilością opadów wpłynęły na szybsze dojrzewanie roślin. Pełną dojrzałość ziarna odmiany uzyskaly na początku III dekady lipca. Uzyskane plony były wysokie i zróżnicowane pomiędzy odmianami jak również pomiędzy poziomami  $a_1$  i  $a_2$ .

Warunki termiczne i wilgotnościowe w okresie wegetacji jęczmienia jarego w latach 2012-2014 przedstawiono w tabeli 5 i 6.

Tabela 5.

Rozkład średniej temperatury miesiąca od IV do VIII w latach 2012-2014

Miesiąc/ rok	Średnia temperatura powietrza [°C]		
	2012	2013	2014
<b>Kwiecień</b>	8,2	6,4	9,4
<b>Maj</b>	14,1	15,4	13,7
<b>Czerwiec</b>	15,5	18,1	15,2
<b>Lipiec</b>	19,8	18,6	20,6
<b>Sierpień</b>	17,1	18,0	18,4

Źródło: dane meteorologiczne COBORU SDOO w Krzyżewie.

Tabela 6.

Rozkład opadów atmosferycznych od IV do VIII w latach 2012-2014

	Opady [mm]				
	Kwiecień	Maj	Czerwiec	Lipiec	Sierpień
<b>2012</b>					
I	6,1	5,9	23,2	53,4	56,8
II	33,7	35,8	46,8	18,4	27,9
III	0,6	4,8	17,3	19,9	18,6
<b>Σ</b>	<b>40,4</b>	<b>46,5</b>	<b>87,3</b>	<b>91,7</b>	<b>103,3</b>
<b>2013</b>					
I	26,6	17,6	40,8	6,4	28,0
II	12,4	4,8	0,0	58,9	8,8
III	9,0	57,7	41,8	1,0	10,9
<b>Σ</b>	<b>48,0</b>	<b>80,4</b>	<b>82,6</b>	<b>66,3</b>	<b>47,7</b>
<b>2014</b>					
I	3,3	16,2	26,4	3,7	8,1
II	8,5	55,5	4,6	17,6	31,2
III	13,6	3,1	36,9	16,3	24,8
<b>Σ</b>	<b>25,4</b>	<b>74,8</b>	<b>67,9</b>	<b>37,6</b>	<b>64,1</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych meteorologicznych COBORU SDOO w Krzyżewie.

Z powyższego zestawienia zauważamy, że warunki termiczne na początku wegetacji w 2013 roku były mniej korzystne niż w roku 2012 i 2014 (kwiecień). Natomiast w maju rozkład warunków termiczno-wilgotnościowych był bardziej sprzyjający rozwojowi roślin, a w miesiącach letnich porównywalne, co sprzyjało rozwojowi i wzrostowi roślin. Z kolei jeśli chodzi o warunki wilgotnościowe to lata 2013 i 2014 były korzystniejsze niż rok 2012, w którym to wystąpił nadmiar opadów pod koniec wegetacji w miesiącach letnich (lipiec

i sierpień), co miało wpływ na plonowanie. Częste opady w okresie żniwnym 2012 roku wydłużyły prace, co przełożyło się na jakość ziarna.

### Wyniki i dyskusja

Plonowanie trzech odmian jęczmienia jarego przedstawiono na tle odmian wzorcowych.

**Tabela 7.**

Plonowanie odmian jęczmienia jarego w latach 2012-2014 (dt·ha<sup>-1</sup>)

Lp.	Rok	2012		2013		2014	
	Odmiana/Poziom	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>2</sub>
	<i><u>Wzorzec dt z ha</u></i>	<u>59,4</u>	<u>77,7</u>	<u>57,1</u>	<u>80,6</u>	<u>83,3</u>	<u>95,6</u>
1	<b>Suweren</b>	59,7	77,1	58,9	85,5	87,2	98,8
2	<b>Iron</b>	61,0	81,4	51,9	85,4	84,9	97,5
3	<b>Blask</b>	59,8	79,2	—	—	—	—
4	<b>Conchita</b>	57,2	73,2	—	—	—	—
5	<b>Soldo</b>	—	—	59,1	80,3	84,2	97,1
6	<b>Olympic</b>	—	—	58,7	71,4	76,7	88,9
7	<b>Ella</b>	64,8	82,6	59,4	82,5	91,4	100,8
8	<b>Kucyk</b>	58,8	78,7	65,5	85,1	87,0	95,1

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO w Krzyżewie.

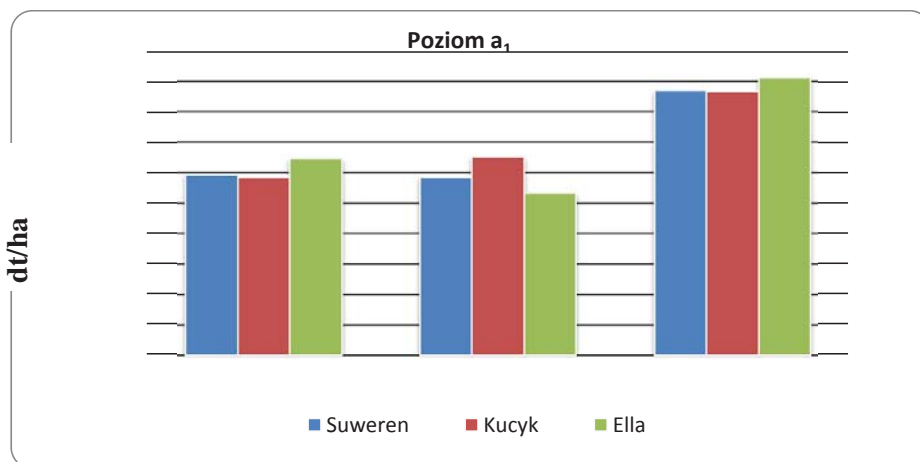
Odmiany wzorcowe zaznaczono pogrubioną czcionką:

2012: Suweren, Iron, Blask, Conchita

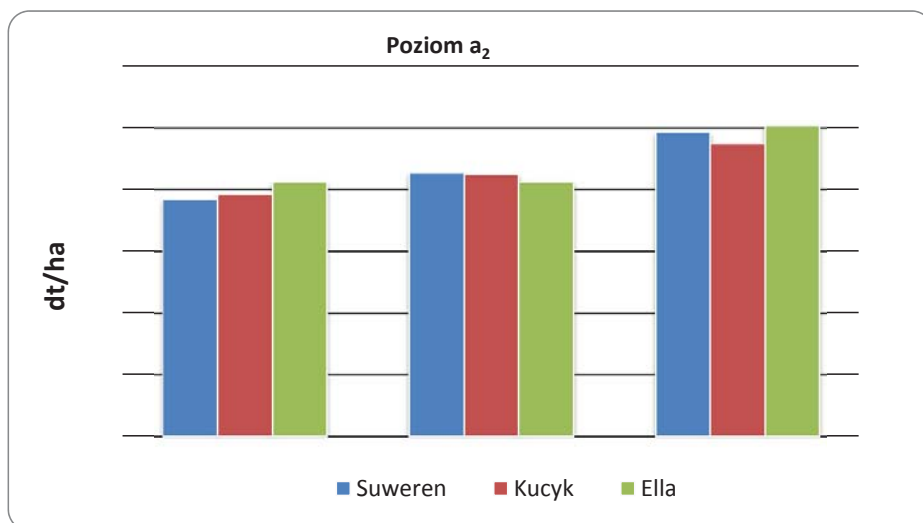
2013 i 2014: Suweren, Iron, Soldo, Olympic

Dane z tabeli 7 przedstawiono w postaci wykresu 2 i 3



Wykres 1. Plon ziarna jęczmienia jarego w latach 2012-2014 na poziomie  $a_1$ 

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO w Krzyżewie.

Wykres 2. Plon ziarna jęczmienia jarego w latach 2012-2014 na poziomie  $a_2$ 

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO w Krzyżewie.

Plony ziarna jęczmienia jarego w latach 2012-2014 były bardzo zróżnicowane (na poziomie  $a_1$  od  $58,8 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  dla odmiany Kucyk do  $91,4 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  dla odmiany Ella; na poziomie  $a_2$  od  $77,1 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  dla odmiany Suwren do  $100,8 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  dla Elli). Zastosowanie

środków plonotwórczych na poziomie  $a_2$  podniosło plony u omawianych odmian jęczmienia jarego. Analizowane odmiany różnie reagowały na stosowane środki plonotwórcze.

Największy plon w roku 2012 uzyskała odmiana Ella ( $64,8 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  na poziomie  $a_1$  i  $82,6 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  na poziomie  $a_2$ ). Z kolei słabiej od Elli plonowały odmiany Suveren i Kucyk, jednak pomiędzy sobą te dwie odmiany plonowały na porównywalnym poziomie ( $59,7 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  – Suveren,  $58,8 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  – Kucyk na poziomie  $a_1$ ; na poziomie  $a_2$   $77,1 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  - Suveren ,  $78,7 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  – Kucyk)

Natomiast w roku 2013 odmiana Kucyk okazała się odmianą najlepiej plonującą spośród badanych odmian ( $65,5 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  na poziomie  $a_1$ ,  $85,1 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  na poziomie  $a_2$ ). Plony pozostałych badanych odmian (Suveren i Ella) były zbliżone zarówno na poziomie  $a_1$  jak i na poziomie  $a_2$ .

Rok 2014 dla plonowania jęczmienia jarego był bardziej korzystny. Uzyskane plony były wyższe niż w latach poprzednich. Omawiane odmiany plonowały powyżej odmian wzorcowych. Najplenniejszą odmianą okazała się Ella. Plon ziarna stanowił 109% wzorca na poziomie  $a_1$  i 105% wzorca na poziomie  $a_2$ , z kolei Suveren 105% -  $a_1$ , 103 -  $a_2$ ; Kucyk 104% -  $a_1$ , 99% -  $a_2$ .

### **Wysokość i wyleganie jęczmienia jarego.**

Ważną cechą decydującą o plonowaniu zbóż jest odporność na wyleganie, szczególnie w warunkach intensywnej produkcji roślinnej. W doświadczeniach PDO badany jest wpływ zwiększonego nawożenia azotowego (o  $40 \text{ N/ha}$ ) i zastosowania regulatora wzrostu na plonowanie zbóż. Badane są również niektóre cechy morfologiczne ważne w produkcji rolniczej (wysokość łanu i odporność na wyleganie). Poszczególne odmiany różnią się nieraz znacząco pod względem tych cech, jak również reakcją na zwiększone nawożenie azotowe i regulator wzrostu.

Spośród analizowanych odmian w roku 2012 i 2014 najwyższą odmianą był Suveren. W roku 2012 na poziomie  $a_1$  osiągnął  $87 \text{ cm}$ , na  $a_2$   $80 \text{ cm}$ , z kolei w 2014 roku na poziomie  $a_1$   $86 \text{ cm}$ , na  $a_2$   $79 \text{ cm}$ . Natomiast w roku 2013 najwyższą była odmiana Kucyk. Najniższą odmianą w omawianych latach była Ella. (Tab. 8, 9, 10).

Zastosowanie regulatora wzrostu na poziomie  $a_2$  w analizowanych latach wpłynęło na skrócenie źdźbła i zwiększyło odporność na wyleganie. Ocenę wylegania przeprowadza się w dwóch różnych terminach: w fazie dojrzałości mleczej i przed zbiorem. Stopień wylegania ocenia się szacunkowo, uwzględniając całą powierzchnię poletka w skali  $9^\circ$ , przy czym  $1^\circ$  oznacza prawie 90%-100% wylegniętych roślin,  $9^\circ$  90%-100% roślin stojących. Zależność

między stosowaniem regulatora wzrostu a wysokością jest znacząca. Prawidłowe zastosowanie regulatorów wzrostu pozwala stymulować roślinę, która może uzyskać większą odporność na niekorzystne czynniki wpływające na sprężystość źdźbła roślin zbożowych. Reakcja analizowanych odmian na regulator wzrostu była zróżnicowana: największe skrócenie łanu w latach 2012 wystąpiło u odmiany Suveren i Ella (o 7cm), najmniejsze u odmiany Kucyk (o 3 cm). W roku 2013 i 2014 największe skrócenie łanu zaobserwowano u odmiany Kucyk (odpowiednio o 8 cm i 10 cm).

W latach 2012-2014 wyleganie roślin poszczególnych odmian było zróżnicowane i uzależnione od przebiegu warunków atmosferycznych.

W roku 2012 najmniejszą odporność na wyleganie wykazała odmiana Suveren  $4,3^\circ$  (prawie 50% wylegniętych roślin na poletku) na poziomie  $a_1$  i  $5,5^\circ$  (39% wylegniętych roślin na poletku) na poziomie  $a_2$ .

### **Choroby jęczmienia jarego.**

Odporność odmian jęczmienia na poszczególne choroby oraz reakcja na zastosowaną ochronę przed nimi jest zróżnicowana. W omawianych latach jęczmień jary najbardziej porażony był przez rdzę jęczmienia, rynchosporiozę i plamistość siatkową. Nieco mniejsze znaczenie miał mączniak prawdziwy (tab. 8). Największe nasilenie chorób grzybowych na odmianach jęczmienia jarego zaobserwowano w roku 2013. Nieco mniejsze porażenie chorobami wystąpiło w roku 2014, a w roku 2012 presja chorób była nieznaczna. Największe różnice w odporności odmian na choroby zaobserwowano w przypadku mączniaka prawdziwego w roku 2013 zwłaszcza u odmiany Suveren, gdzie na poziomie  $a_1$  kształtowały się w granicach od  $3^\circ$  –  $8,5^\circ$ , zaś na poziomie  $a_2$  od  $4,5^\circ$  -  $8^\circ$ . Nieco mniejsze różnice w odporności odmian jęczmienia jarego odnotowano w przypadku plamistości siatkowej, zwłaszcza na poziomie  $a_1$  gdzie wyniosły od  $4,5^\circ$  -  $7,8^\circ$ , natomiast na poziomie  $a_2$  różnice były nieznaczne. Odporność wszystkich odmian na pozostałe choroby była zbliżona (tab. 8, 9, 10). Zastosowanie fungicydów na poziomie  $a_2$  zmniejszyło porażenie chorobami zarówno w odniesieniu do poszczególnych jednostek chorobowych jak i analizowanych odmian.

Tabela 8.

Ważniejsze cechy rolnicze i porażenie przez choroby odmian jęczmienia jarego w SDOO Krzyżewo w roku 2012

ODMIANA	Wysokość roślin (cm)	Wyleganie przed zbiorem (skala 9°)*	Choroby			
			Mączniak Prawdziwy (skala 9°)	Rynchosporioza (skala 9°)	Plamistość siatkowa (skala 9°)	Rdza jęczmienia (skala 9°)
<b>Poziom a<sub>1</sub></b>						
<b>Suweren</b>	87	4,3	7,0	7,5	7,2	6,5
<b>Kucyk</b>	82	5,5	8	6,5	6,5	6,5
<b>Ella</b>	78	6,3	7,5	7,3	7,8	4,5
<b>Poziom a<sub>2</sub></b>						
<b>Suweren</b>	80	5,5	8	8,2	8,3	7,5
<b>Kucyk</b>	79	7	9	8	8	8
<b>Ella</b>	71	8,0	8,5	8,5	8,3	8,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO Krzyżewo.

\* skala 9 stopniowa , gdzie 9 oznacza stan najkorzystniejszy, a 1 najmniej korzystny

Tabela 9.

Ważniejsze cechy rolnicze i porażenie przez choroby odmian jęczmienia jarego w SDOO Krzyżewo w roku 2013

ODMIANA	Wysokość roślin (cm)	Wyleganie przed zbiorem (skala 9°)*	Choroby			
			Mączniak Prawdziwy (skala 9°)	Rynchosporioza (skala 9°)	Plamistość siatkowa (skala 9°)	Rdza jęczmienia (skala 9°)
<b>Poziom a<sub>1</sub></b>						
<b>Suweren</b>	85	9,0	3,0	5,0	5,0	5,0
<b>Kucyk</b>	89	8,5	8,5	6,0	6,5	5,0
<b>Ella</b>	83	7,5	9,0	5,0	4,5	5,0
<b>Poziom a<sub>2</sub></b>						
<b>Suweren</b>	79	8,5	4,5	6,5	7,0	8,0
<b>Kucyk</b>	81	9,0	9,0	7,5	7,5	8,0
<b>Ella</b>	77	9,0	9,0	7,0	7,0	7,0

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO Krzyżewo.

**Tabela 10.**

Ważniejsze cechy rolnicze i porażenie przez choroby odmian jęczmienia jarego w SDOO Krzyżewo w roku 2014

ODMIANA	Wysokość roślin (cm)	Wyleganie przed zbiorem (skala 9°)	Choroby			
			Mączniak Prawdziwy (skala 9°)	Rynchosporioza (skala 9°)	Plamistość siatkowa (skala 9°)	Rdza jęczmienia (skala 9°)
<b>Poziom a<sub>1</sub></b>						
<b>Suweren</b>	86	6,5	8,5	6,5	6,0	5,5
<b>Kucyk</b>	85	8,5	9,0	6,5	6,0	6,0
<b>Ella</b>	77	8,0	9,0	6,5	6,0	5,0
<b>Poziom a<sub>2</sub></b>						
<b>Suweren</b>	79	8,5	7,5	8,5	8,0	7,5
<b>Kucyk</b>	75	9,0	8,0	9,0	7,5	8,0
<b>Ella</b>	71	9,0	8,5	8,0	7,5	7,5

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO Krzyżewo.

### Masa tysiąca ziaren, wyrównanie i pośląd.

Masa tysiąca ziaren obok obsady roślin i liczby ziaren w kłosie stanowi jeden z elementów struktury plonu. Każdy rodzaj analizy laboratoryjnej dla odmiany (z wyjątkiem sporyszu) wykonuje się w dwóch oznaczeniach. Jeżeli po sprawdzeniu wyników poszczególnych oznaczeń odchylenie nie przekracza dopuszczalnych różnic (6%), wynik podaje się jako średnia z dwóch oznaczeń.

Do określenia wyrównania i poślądu ziarna z próby zbiorczej pobiera się losowo dwie próby po 100 gram ziarna. Oznaczenia obu parametrów wykonuje się jednocześnie dla tej samej próby ziarna przy wykorzystaniu mechanicznego separatora nasion. Czas przesiewu ziarna wynosi 5 minut dla wszystkich prób z doświadczenia. Zważona masa poślądu i masa ziarna wyrównanego (g) stanowią jednocześnie procentowy udział tych frakcji w próbce. Za wynik przyjmuje się średnią dwóch oznaczeń o ile nie różnią się od siebie o 5%.

Czynniki plonotwórcze stosowane w doświadczeniach wpłynęły korzystnie na wzrost MTZ i wyrównanie ziarna. Zmniejszyły natomiast udział poślądu (tab.11).

Z analizowanych odmian największy przyrost MTZ i wyrównania w 2012 roku nastąpił u odmiany Ella (4,8 g i 14,8 %), najmniejszy u odmiany Kucyk (1,5g i 1,6 %), u odmiany Suweren przyrost MTZ i wyrównania był pośredni (2,4 g i 7,9 %) (tab.11).

Natomiast w roku 2013 i 2014 największy przyrost MTZ odnotowano u odmiany Kucyk (4,5 g i 2,2 g), zaś największe wyrównanie ziarna było u odmiany Suwren (7,3% i 1,6%).

Odwrotnie kształtował się udział pośladu. Największy spadek udziału pośladu w 2012 i 2014 roku stwierdzono u odmiany Ella o 3,9% i 1,1%, zaś w roku 2013 u odmiany Suwren 0,6%. U odmiany Kucyk przez badane lata spadek był najmniejszy i wynosił odpowiednio 0,1% - 0,7%.

**Tabela 11.**

Pomiary laboratoryjne jęczmienia jarego w SDOO Krzyżewo

Odmiana	Masa Tysiąca Ziaren (g)			Wyrównanie ziarna (%) (frakcja ziarna >2,5 mm)			Frakcja pośrednia sita 2,5-2,2 (mm)				Pośląd (%) (frakcja ziarna <2,2 mm)				
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
<b>Poziom a1</b>															
<b>Suweren</b>	48,8	46,8	48,1	84,6	86,2	88,9	11,4	12,0	7,8	4	1,8	3,3			
<b>Kucyk</b>	49,7	50,2	49,3	92,1	92,7	93,6	6,4	6,0	4,4	1,5	1,3	2,0			
<b>Ella</b>	48,9	53,2	52,1	80,6	93,2	94,5	14,7	5,6	3,5	4,7	1,2	2,0			
<b>Poziom a2</b>															
<b>Suweren</b>	51,2	50,4	48,3	91,5	93,5	90,5	6,9	5,3	7	1,7	1,2	2,5			
<b>Kucyk</b>	51,2	54,7	51,5	93,7	96,1	94,1	4,9	2,5	4,6	1,4	1,4	1,3			
<b>Ella</b>	53,7	55,3	53,1	95,4	96,4	95,8	3,9	2,8	3,3	0,8	0,8	0,9			

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO Krzyżewo.

**Wyliczenia statystyczne.**

Przeprowadzono analizę doświadczeń zakładającą trzy hipotezy:

- 1) Pierwszą weryfikowaną hipotezą jest hipoteza mówiąca o tym, że średnie dla wszystkich odmian we wszystkich badanych latach są równe.
- 2) Kolejną testowaną hipotezą jest hipoteza mówiąca, że średnie dla obu poziomów agrotechnicznych są równe.
- 3) Ostatnia hipoteza mówi, że interakcje odmian z poziomami jest równa zero tzn., że wszystkie różnice między odmianami są takie same dla wszystkich poziomów agrotechniki.

**Tabela 12.**

Odmiana	Średnia plonu z trzech lat (dt/ha)	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności
<b>Poziom a<sub>1</sub></b>			
<b>Suweren</b>	68,6	14,41	0,210
<b>Ella</b>	71,86	15,32	0,213
<b>Kucyk</b>	70,43	13,18	0,187
<b>Poziom a<sub>2</sub></b>			
<b>Suweren</b>	87,15	9,79	0,112
<b>Ella</b>	88,63	9,43	0,106
<b>Kucyk</b>	86,3	7,41	0,085
<b>Masa Tysiąca Ziaren</b>			
<b>Poziom a<sub>1</sub></b>			
Odmiana	Średnia z trzech lat (g)	Odchylenie standardowe	Współczynnik zmienności
<b>Suweren</b>	49,63	0,65	0,013
<b>Ella</b>	57,03	3,02	0,053
<b>Kucyk</b>	49,88	3,31	0,066
<b>Poziom a<sub>2</sub></b>			
<b>Suweren</b>	49,96	1,42	0,028
<b>Ella</b>	52,46	1,74	0,033
<b>Kucyk</b>	54,03	1,05	0,019

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych COBORU SDOO Krzyżewo.

Z analizy wariancji wynika, że interakcja pomiędzy odmianami a poziomem agrotechnicznym jest istotna. Zatem odrzucamy hipotezę zerową mówiącą, że wszystkie



różnice między odmianami są takie same dla poszczególnych poziomów agrotechnicznych, tzn. odmiany reagują w różny sposób.

Z analizy wariancji wynika również, że średnie plony dla poszczególnych odmian różnią się w istotny sposób. Analogicznie średnie plony dla poszczególnych poziomów  $a_1$  i  $a_2$  różnią się istotnie.

Interpretując powyższą tabelę 12 stwierdzono, że najstabilniej w okresie trzech lat plonowała odmiana Kucyk, gdyż współczynnik zmienności na poziomie  $a_1$  wyniósł 0,187, z kolei na poziomie  $a_2$  0,085. Duże zróżnicowanie w plonowaniu zaobserwowano u odmiany Ella, dla której współczynnik zmienności na poziomie  $a_1$  był najwyższy i wynosił 0,213, zaś na poziomie  $a_2$  plonowanie było bardziej stabilne. Współczynnik zmienności wynosił 0,106.

Analizując wyniki wariancji dla MTZ stwierdzono, iż najbardziej wyrównanym ziarnem w omawianych latach charakteryzowała się odmiana Suveren. Na poziomie  $a_1$  współczynnik zmienności dla tej odmiany wyniósł 0,013, zaś na poziomie  $a_2$  wyrównanie ziarna było nieco słabsze, gdyż współczynnik zmienności był dużo wyższy i wyniósł 0,028. Na poziomie  $a_2$  najbardziej wyrównanym i jednorodnym ziarnem charakteryzowała się odmiana Kucyk, której współczynnik zmienności wyniósł 0,019.

Plonowanie jęczmienia jarego zależne jest od wielu czynników. Podstawowym czynnikiem modyfikującym wysokość i jakość plonów ziarna jest przebieg pogody w czasie wegetacji.

Orzech K. i in.[2009] stwierdzili duży wpływ przebiegu pogody (temperatura, opady) w poszczególnych latach niezależne od sposobu uprawy.

Lata 2012-2014 były zróżnicowane pod względem warunków termicznych i wilgotnościowych w czasie wegetacji. Pomimo dużych różnic w rozkładzie temperatur i opadów atmosferycznych dla wegetacji, jęczmień jary okazał się rośliną plastyczną i osiągnięte plony były porównywalne na przestrzeni badanych lat, a na poziomie  $a_2$  uzyskano zamierzone cele.

Do osiągnięcia wysokich plonów w intensywnej produkcji roślinnej niezbędne stają się nawożenie mineralne. Najbardziej plonotwórczym składnikiem pokarmowym jest azot. Noworolnik K., Leszczyńska D. [2005] wykazali duży wpływ wysokości nawożenia azotem i zróżnicowaną reakcją poszczególnych odmian. Wielu autorów również stwierdza duży wpływ azotu na wysokość i jakość plonu jęczmienia jarego [Wojtasik D. 2004, Małecka i. i in. 2004].

Do osiągnięcia wysokich plonów jęczmienia jarego oprócz podstawowych składników pokarmowych (N, P, K, Ca) konieczne jest dostarczenie roślinom mikroelementów, najlepiej w formie oprysku dolistnego. Barczak B. i in.[2005] wykazali duży wpływ takiego zabiegu.

W analizowanych doświadczeniach odmianowych z jęczmieniem jarym w województwie podlaskim w 2012-2014 roku zastosowanie wyższego nawożenia azotowego o 40 kg oraz dwukrotne dokarmianie mikroelementami w formie oprysku na poziomie a<sub>2</sub> bardzo wyraźnie wpłynęło na wzrost plonów ziarna.

Innym czynnikiem mającym duże znaczenie dla wysokości i jakości plonów jęczmienia jarego oprócz odpowiedniego nawożenia ma właściwa ochrona roślin przed wyleganiem i chorobami z uwagi na dużą skłonność jęczmienia do wylegania i znaczną liczbę jednostek chorobowych atakujących jęczmień. Celowość ochrony jęczmienia jarego przed patogenami potwierdza wielu autorów [Harasim A., Noworolnik K. 1998].

W analizowanym doświadczeniu w SDOO Krzyżewo w 2012 i 2014 roku wyleganie jęczmienia było umiarkowane, jednak zastosowanie regulatorów wzrostu Cerone 480 SL i Stabilan 750 SL w fazie strzelania w źdźbło spowodowało skrócenie łanu, przy jednoczesnym wzroście odporności na wyleganie. Dwukrotne zastosowanie fungicydów w fazie krzewienia i początku kłoszenia połączone z dolistnym dokarmianiem mikroelementami na poziomie a<sub>2</sub> w analizowanym doświadczeniu wpłynęło na zmniejszenie porażenia przez ważniejsze jednostki chorobowe u wszystkich badanych odmian i rzutowało na wzrost plonów ziarna w porównaniu do poziomu bez ochrony.

Środki plonotwórcze mają również duży wpływ na parametry jakościowe ziarna jęczmienia tj. dorodność, wyrównanie czy też skład chemiczny ziarna.

Wojtasik D. [2004] wykazuje istotny wpływ nawożenia azotowego na parametry jakościowe ziarna jęczmienia jarego. W przeprowadzonych doświadczeniach zastosowanie dodatkowego nawożenia N, ochrony przed wyleganiem i chorobami oraz dolistne dokarmianie mikroelementami miało pozytywne oddziaływanie na parametry ziarna jęczmienia zwiększając MTZ i udział ziarna celnego, jednocześnie zmniejszając udział poślada u wszystkich analizowanych odmian.

## Wnioski

1. Zastosowanie środków plonotwórczych w postaci zwiększonego nawożenia N (o 40 kg·ha<sup>-1</sup>), zastosowanie antywylegacza oraz fungicydów podniosło plony omawianych odmian między poziomem a<sub>1</sub> a a<sub>2</sub> średnio o 20%.

2. Na obu poziomach agrotechniki najlepiej plonującą odmianą w roku 2012 i 2014 była odmiana Ella (82,6 dt·ha<sup>-1</sup> w 2012 r.; 100,8, dt·ha<sup>-1</sup> w 2014 r.). Natomiast w 2013 roku najwyższe plony osiągnęła odmiana Kucyk (65,5 dt·ha<sup>-1</sup> na poziomie a<sub>1</sub>) i Suweren (85,5 dt·ha<sup>-1</sup> na poziomie a<sub>2</sub>).
3. Zastosowanie regulatora wzrostu wpłynęło na obniżenie wysokości roślin jęczmienia szczególnie u odmian Suweren i Ella w roku 2012, które na poziomie a<sub>2</sub> były niższe o 7 cm niż na poziomie a<sub>1</sub> co wpłynęło na wzrost odporności na wyleganie. W roku 2013 i 2014 największe obniżenie wysokości roślin pod wpływem zastosowanego regulatora wzrostu odnotowano u odmiany Kucyk i wynosiło odpowiednio 8cm i 10 cm.
4. Ochrona jęczmienia jarego przed chorobami ogranicza porażenie przyczyniając się do wzrostu plonów ziarna u wszystkich badanych odmian.
5. Zastosowane środki plonotwórcze poprawiły parametry ziarna tj. MTZ, wyrównanie i udział pośladu szczególnie u odmian: Ella i Kucyk.
6. Stosowanie środków plonotwórczych tj. nawożenie azotem i mikroelementami oraz chemiczna ochrona są efektywnym sposobem podniesienia plonów jęczmienia jarego i poprawy jakości ziarna, co wynika z przeprowadzonych doświadczeń w latach 2012-2014.

### Literatura

1. Barczak B., Nowak K., Kozera W., Majcherczak E. 2005. Wpływ dokarmiania dolistnego mikroelementami na wielkość plonu ziarna jęczmienia jarego *Fragm. Agron.* (26) Nr 4 (88)
2. Harasim A., Noworolnik K., 1998. Wpływ zróżnicowanego poziomu nawożenia mineralnego i ochrony roślin na efektywność produkcji jęczmienia jarego. *Pam. Puł.*, 112: 67-73.
3. Jaskulski D., Jaskulska I. 2004. Wpływ nawożenia słomą, międzyplonów ścierniskowych i zróżnicowanej uprawy roli na niektóre właściwości gleby w ogniwie pszenica ozima – jęczmień jary. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3 (2), 151 -163.
4. Noworolnik K., Leszczyńska D. 2005. Wpływ dawki azotu na plonowanie odmian jęczmienia jarego w doświadczeniu wazonowym. *Biul. Inst. Hod. Rośl.*, nr 237/238, 67-73.

5. Orzech K., Marks M., Dragońska E., Stępień A. 2009. Plonowanie jęczmienia jarego w zależności od warunków pogodowych i różnych sposobów uprawy gleby średniej. *Acta Agrophysica* 14 (1), 167-175
6. Wojtasik D. 2004. Wpływ deszczowania i nawożenia mineralnego na plonowanie jęczmienia browarnego i pastewnego uprawianego na glebie lekkiej. Cz. I. Wzrost i rozwój roślin. *Acta Sci. Pol., Agricultura* 3(2), 119-129.

### **Literatura uzupełniająca**

1. Główny Urząd Statystyczny ([www.stat.gov.pl](http://www.stat.gov.pl))
2. Metodyka badania Wartości Gospodarczej Odmian (WGO) roślin uprawnych. Rośliny rolnicze zbożowe. Słupia Wielka, 1998.

**Jolanta Puczel<sup>1</sup>, Bronisław F. Puczel<sup>2</sup>, Andrzej Borusiewicz<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Wyższa Szkoła Agrobiznesu w Łomży

<sup>2</sup> Stacja Doświadczalna Oceny Odmian w Krzyżewie

**PLONOWANIE ZGŁOSZONYCH DO BADAŃ ODMIAN KUKURYDZY  
UŻYTKOWANEJ NA KISZONKĘ, W CELU UZYSKANIA  
REKOMENDACJI I WPISANIA NA LISTĘ ODMIAN ZALECANYCH  
DO UPRAWY NA TERENIE WOJ. PODLASKIEGO**

**YIELDING SUBMITTED TO RESEARCH VARIETIES OF MAIZE  
SILAGE UTILIZED IN ORDER TO OBTAIN A RECOMMENDATION  
AND INCLUSION IN THE LIST OF VARIETIES RECOMMENDED  
FOR CULTIVATION IN PODLASKIE VOIVODESHIP**

**Streszczenie**

W roku 2013 rozpoczęto badanie odmian kukurydzy użytkowanej na kiszonkę w celu stworzenia Listy Odmian Zalecanych do uprawy na terenie województwa podlaskiego. Doświadczenia z kukurydzą PDO założono w 3 miejscowościach: SDOO Krzyżewo, ZDOO Łyski i PODR w Szepietowie. W roku 2013 przystąpiły do badań 4 firmy hodowlane, które łącznie zgłosiły 13 odmian w 2014 – 14 odmian, z kolei w roku 2015 przebadano 10 odmian. Przeanalizowano warunki termiczno - wilgotnościowe, które miały decydujący wpływ na plon zielonki, jak również na plon suchej masy. Badania wykazały, że największy potencjał plonotwórczy posiada odmiana Kadryl, której plony oscylowały na poziomie 796dt·ha<sup>-1</sup> w 2013 roku 668dt·ha<sup>-1</sup> w 2014 i 603 dt·ha<sup>-1</sup> w 2015; zaś najniższe plony uzyskała odmiana Ambrosini, której plony wynosiły 737 dt·ha<sup>-1</sup> w roku 2013, w roku 2014 -582 dt·ha<sup>-1</sup>, zaś w 2015 - 476 dt·ha<sup>-1</sup>

**Słowa kluczowe:** kukurydza użytkowana na kiszonkę, LOZ, plon zielonki, plon suchej masy

## Summary

In 2013 was started examination of maize varieties for silage utilized in order to create a list of varieties recommended for cultivation in the Podlaskie region. Experiments with maize was founded in 3 locations: SDOO Krzyżewo, ZDOO Łyski and PODR Szepietowo. In 2013 were tested 13 varieties in 2014 - 14 varieties in turn and in 2015 tested 10 varieties. It analyzed the thermal-humidity conditions, which had a decisive influence on the yield of green fodder, as well as on dry matter yield. Studies have shown that all of the varieties of the highest seed yield Kadryl 796 dt·ha<sup>-1</sup> in 2013; 668 dt·ha<sup>-1</sup> in 2014 and 603 dt·ha<sup>-1</sup> in 2015. The he lowest seed yield Ambrosini 737 dt·ha<sup>-1</sup> in 2013; 582 dt·ha<sup>-1</sup> in 2014, and 476 dt·ha<sup>-1</sup> in 2015.

**Keywords:** maize for silage, crop yields of green, cultivar, yield of dry mass

## Wprowadzenie

Według danych COBORU na dzień 30.04.2015 r. w Krajowym Rejestrze znajduje się 172 odmiany kukurydzy w tym 55 odmian użytkowanych na kiszonkę; 104 na ziarno oraz 13 odmian o dwóch kierunkach użytkowania. Wybór odmiany zatem nie jest zbyt łatwy.

Dobór odpowiednich odmian do rejonu klimatycznego i zamierzonego kierunku użytkowania w znaczący sposób decyduje o efektywności produkcji, jak również jest istotnym czynnikiem kształtowania wielkości i jakości plonów [Siódmiak. 2007].

Kukurydza jest jedną z najważniejszych roślin rolniczych uprawianych na terenie województwa podlaskiego. Stanowi ona podstawową paszę w żywieniu bydła mlecznego. Użytkowanie mleczne jest podstawowym kierunkiem produkcji rolniczej w naszym rejonie. Wraz ze wzrostem produkcji mleka wzrósł areal uprawy kukurydzy zarówno użytkowanej na kiszonkę jak również na ziarno. W roku 2014 areal uprawy kukurydzy w województwie podlaskim wyniósł 128 tys. ha, w tym 38 tys. ha uprawianej na ziarno. Szacuje się, że w roku 2015 powierzchnia zasiewów kukurydzy znacząco wzrosła, szczególnie uprawianej na kiszonkę.

Od roku 2013 w SDOO w Krzyżewie rozpoczęto 3-letni okres badań odmian kukurydzy użytkowanej na kiszonkę w celu utworzenia LOZ dla województwa podlaskiego. Do badań przystąpiły 4 firmy, które łącznie zgłosiły 16 odmian. Odmiany te charakteryzowały się wysokim potencjałem plonowania i uzyskały pozytywną rekomendację do uprawy na terenie województwa podlaskiego.

### Lokalizacja i metodyka

Doświadczenia z kukurydzą PDO założono w 3 miejscowościach: SDOO Krzyżewo, ZDOO Łyski i PODR w Szepietowie. W badaniach uczestniczyło 13, 14 i 10 odmian kukurydzy z przeznaczeniem na kiszonkę.

Doświadczenia z kukurydzą kiszonkową prowadzone są jako jednoczynnikowe w układzie losowanych bloków kompletnych w 3 powtórzeniach o wymiarach poletka do zbioru 11,05 m długości i 1,5 m szerokości. Poletka charakteryzują 2 rzędkie o szerokości międzyrzędzi 75 cm i odległości w rzędzie 13 cm.

Doświadczenia zakładano w pierwszych dniach trzeciej dekady kwietnia, tylko w ZDOO w Łyskach na początku maja. Doświadczenia lokalizowane były na kompleksie glebowym 2-4, o pH gleby 6,1-7,0. Przedplon stanowiły zboża, zarówno formy jare jak i ozime (jęczmień jary, jęczmień ozimy, pszenica ozima). Na podstawie przeprowadzanych analiz glebowych, zastosowano odpowiednie nawożenie mineralne pokrywające potrzeby pokarmowe kukurydzy, które wynosiło: N od 126 do 170 kg/ha, P od 50 do 70 kg/ha, K od 90 do 105 kg/ha. Siewu dokonano siewnikiem punktowym Planter II, na głębokość ok. 4-6 cm. Zgodnie z metodyką COBORU, przy siewie punktowym odstęp między nasionami w rzędzie powinny być dwukrotnie mniejsze niż docelowe odstęp między roślinami w rzędzie (teoretycznie co druga siewka usuwana po wschodach). Ma to na celu zapewnienie po wschodach pełnej obsady roślin na poletkach.

Po siewach i wschodach roślin wykonano opryski herbicydowe w celu utrzymania doświadczenia wolnego od chwastów.

W doświadczeniach do zbioru przystąpiono po uzyskaniu dojrzałości woskowej w kolbie u większości badanych odmian. Jest to moment zbierania kukurydzy na kiszonkę i silos. W tabeli 1 zamieszczono nazwy odmian, które badano w latach 2013-2015.

Podczas trzyletniego okresu badań panowały bardzo zróżnicowane warunki termiczno-wilgotnościowe, które miały znaczący wpływ na cały okres wegetacji kukurydzy, (począwszy od wschodów aż po zbiór).

Kukurydza zaliczana jest do roślin ciepłolubnych, do wschodów potrzebuje temperatur gleby powyżej 10°C. W Polsce przyjęto, że próg temperatury dla sumy temperatur efektywnych wynosi 6°C. Okresu dojrzwania tego gatunku nie należy wydłużać ze względu na niekorzystny wpływ warunków meteorologicznych jesienią. W badaniach wymagań

cieplnych przyjmuje się, że wczesność mieszańca określa suma temperatur efektywnych, przy których zachodzą biologiczne procesy wzrostu i rozwoju roślin.

**Tabela 1.**

Odmiany kukurydzy badane w doświadczeniach PDO w woj. podlaskim w latach 2013-2015

Lp.	2013	2014	2015
1	ES Bombastic	ES Bombastic	-
2	ES Albatros	ES Albatros	-
3	ES Convent	ES Convent	ES Convent
4	Drim	-	-
5	NK Cooler	-	-
6	Ambrosini	Ambrosini	Ambrosini
7	KWS 5133 ECO	-	-
8	Touran	Touran	Touran
9	Kosmo 230	Kosmo 230	-
10	Smolan	Smolan	-
11	Rataj	Rataj	-
12	Lokata	Lokata	-
13	Kadryl	Kadryl	Kadryl
14		ES Fireball	ES Fireball
15		ES Yeti	-
16		Sudrix	-
17		Ronaldinio	Ronaldinio
18			SY Altitude
19			SY Gibuti
20			ES Crossman
21			ES Archimedes
<b>Liczba odmian</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>10</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SDOO w Krzyżewie.

Sumę temperatur efektywnych oraz opady atmosferyczne, które wystąpiły w czasie prowadzenia doświadczeń w poszczególnych punktach przedstawiają tabele 2 i 3.



**Tabela 2.**  
Temperatury efektywne w okresie wegetacyjnym w latach 2013-2015 [°C]

<b>SDOO Krzyżewo</b>						
<b>Rok</b>	<b>Maj</b>	<b>Czerwiec</b>	<b>Lipiec</b>	<b>Sierpień</b>	<b>Wrzesień *</b>	<b>Suma</b>
<b>2013</b>	289,1	359,8	387,1	379,6	32,9	<b>1448,5</b>
<b>2014</b>	205,1	265,9	453,4	378,2	87,8	<b>1390,4</b>
<b>2015</b>	122,1	313,5	397,6	477,2	50,4	<b>1360,8</b>
<b>ZDOO Łyski</b>						
<b>2013</b>	247	345,3	366,4	322,6	35,6	<b>1316,9</b>
<b>2014</b>	178,8	238,6	425,1	350,2	93,2	<b>1285,9</b>
<b>2015</b>	107,9	252,1	342,1	437,2	116	<b>1255,3</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SDOO w Krzyżewie.

\*wrzesień:

**SDOO Krzyżewo**

2013- temperatury liczone do 04.09  
2014- temperatury liczone do 10.09  
2015- temperatury liczone do 05.09

**ZDOO Łyski**

temperatury liczone do 10.09  
temperatury liczone do 12.09  
temperatury liczone do 16.09

Kukurydza użytkowana na kisonkę w zależności od liczby FAO potrzebuje do prawidłowego wzrostu i rozwoju od 1200 do 1380°C. Z przedstawionych tabel (2 i 3) wynika, że temperatury w roku 2013, jak również ilość opadów atmosferycznych w miesiącach, w których zapotrzebowanie na oba parametry są największe były równomiernie rozłożone już od momentu wschodów aż po zbiór. Odmiany zachowywały bardzo dobry wigor, wykształciły dobrze zaziarnioną kolbę i osiągnęły wysokość ponad 320 cm. Zaś w roku 2015 chłodny maj z łączną sumą temperatur efektywnych 122,1°C przyczynił się do słabszego początkowego rozwoju odmian kukurydzy. Zaś znikome opady deszczu w czerwcu niekorzystnie wpłynęły na wzrost i opóźnienie kwitnienia kukurydzy. Odmiany posiadały dużą liczbę kolb nieprodukcyjnych, a wysokość odmian nie przekraczała 300 cm, co rzutowało również na osiągnięte plony.

Tabela 3.

Suma opadów atmosferycznych w dekadach w okresie wegetacyjnym 2013-2015 [mm]

SDOO Krzyżewo						
rok	dekada	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień
2013	1	17,9	40,8	6,4	28,0	17,6
	2	4,8	2,3	58,9	8,8	143,2
	3	57,7	41,8	1,0	10,9	6,6
	<b>suma m-ca</b>	<b>80,4</b>	<b>84,9</b>	<b>66,3</b>	<b>47,7</b>	<b>167,4</b>
2014	1	16,2	26,4	3,7	8,1	2,5
	2	55,5	4,6	17,5	31,2	3,8
	3	3,1	36,9	16,3	24,8	11,8
	<b>suma m-ca</b>	<b>74,8</b>	<b>67,9</b>	<b>37,5</b>	<b>64,1</b>	<b>18,1</b>
2015	1	20,2	0,5	4,7	1,2	18,5
	2	23,5	4,5	25,9	0	3,0
	3	26,2	28,4	24,0	3,9	1,0
	<b>suma m-ca</b>	<b>69,9</b>	<b>33,4</b>	<b>54,6</b>	<b>5,1</b>	<b>22,5</b>
ZDOO Łyski						
rok	dekada	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień
2013	1	18,0	42,2	3,9	14,9	17,0
	2	10,0	-	76,5	7,1	143,2
	3	50,0	19,7	18,1	29	4,3
	<b>suma m-ca</b>	<b>78</b>	<b>61,9</b>	<b>98,5</b>	<b>51</b>	<b>164,5</b>
2014	1	14,8	14,5	20,6	8,9	14
	2	31,0	13,2	33,2	31,5	3,0
	3	48,0	43,9	10,5	23,6	15,9
	<b>suma m-ca</b>	<b>93,8</b>	<b>71,6</b>	<b>64,3</b>	<b>64</b>	<b>32,9</b>
2015	1	23,9	0,2	3,5	0	15,9
	2	14,9	6,7	11,6	0	0,8
	3	28,8	24,9	23,6	3,5	1,1
	<b>suma m-ca</b>	<b>67,6</b>	<b>31,8</b>	<b>38,7</b>	<b>3,5</b>	<b>17,8</b>

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SDOO w Krzyżewie.

### Wyniki i dyskusja

Liczba odmian kukurydzy w trzyletnim okresie badań była zmienna. Spośród wszystkich badanych odmian cztery z nich uczestniczyły przez trzy lata. Były to: Kadryl, ES Convent, Ambrosini i Touran.

Zróżnicowane warunki meteorologiczne panujące w latach 2013 - 2015 znacząco wpłynęły na uzyskane plony w SDOO Krzyżewo, ZDOO w Łyskach, jak również w PODR w Szepietowie.

W tabeli 4 przedstawiono plony świeżej masy kukurydzy użytkowanej na kiszonkę. Plonowanie odmian kukurydzy wyraźnie różniło się w poszczególnych latach badań. Rok 2013 okazał się najkorzystniejszy pod względem plonowania na tle pozostałych dwóch lat. W omawianych latach najwyższym plonem charakteryzowała się odmiana Kadryl, której średni plon świeżej masy oscylował na poziomie 796 dt·ha<sup>-1</sup> w roku 2013, 668 dt·ha<sup>-1</sup> w 2014 i 603 dt·ha<sup>-1</sup> w roku 2015. Z kolei najniższe plony w całym okresie badań osiągnęła odmiana Ambrosini (w 2013 - 737 dt·ha<sup>-1</sup>, 2014 - 582 dt·ha<sup>-1</sup> i 476 dt·ha<sup>-1</sup> w 2015).

Analizując tabelę 5, przedstawiającą plon suchej masy roślin kukurydzy, stwierdzamy, iż odmiana, która uzyskiwała wysoki plon świeżej masy charakteryzowała się również wysokim lecz nie najwyższym plonem suchej masy roślin osiągając w analizowanych latach od 211 -242 dt·ha<sup>-1</sup>. Z kolei odmiana Ambrosini, której plony świeżej masy były najniższe w całym okresie badań, to plon suchej masy w roku 2013 i 2014 był najwyższy, oscylował na poziomie 251 i 228 dt·ha<sup>-1</sup>. W roku 2015 plon ten wyniósł nieco poniżej wzorca. Tak duże różnice w plonowaniu pomiędzy latami są przyczyną zmiennych warunków meteorologicznych panujących przez cały okres wegetacyjny kukurydzy.

**Tabela 4.**Plon świeżej masy roślin kukurydzy (dt·ha<sup>-1</sup>).

Lp.	Odmiana	Wczesność FAO	2013	2014	2015
	<i>Wzorzec (dt·ha<sup>-1</sup>)</i>		737	611	546
1	SMOLAN	230	756	576	x
2	RATAJ	220	727	580	x
3	KOSMO 230	230	664	539	x
4	<b>KADRYL</b>	270-280	<b>796</b>	<b>668</b>	<b>603</b>
5	LOKATA	220	720	581	x
6	<b>ES CONVENT</b>	240-250	<b>759</b>	<b>598</b>	<b>527</b>
7	ES BOMBASTIC	230-240	736	567	x
8	ES ALBATROS	240	728	621	x
9	ES FIREBALL	260	x	692	603
10	<b>AMBROSINI</b>	240	<b>737</b>	<b>582</b>	<b>476</b>
11	<b>TOURAN</b>	240	<b>755</b>	<b>598</b>	<b>476</b>
12	RONALDINIO	260	x	624	487
13	SY GIBUTI	230	x	x	543
14	ES CROSSMAN	240	x	x	488
15	ES ARCHIMEDES	250	x	x	650
16	SY ALTITUDE	260	x	x	605

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SDOO w Krzyżewie

*Wzorzec*- średnia z badanych odmian

\*- plony stanowią średnią z trzech badanych punktów

**Tabela 5.**Plon suchej masy roślin kukurydzy ( $\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}$ ).

Lp.	Odmiana	Wczesność FAO	2013	2014	2015
<b>Wzorzec (<math>\text{dt}\cdot\text{ha}^{-1}</math>)</b>			<b>235</b>	<b>215</b>	<b>206</b>
1	SMOLAN	230	237	216	x
2	RATAJ	220	231	198	x
3	KOSMO 230	230	201	204	x
4	<b>KADRYL</b>	270-280	<b>242</b>	<b>217</b>	<b>211</b>
5	LOKATA	220	219	208	x
6	<b>ES CONVENT</b>	240-250	<b>246</b>	<b>189</b>	<b>209</b>
7	ES BOMBASTIC	230-240	233	218	x
8	ES ALBATROS	240	246	216	x
9	ES FIREBALL	260	x	229	212
10	<b>AMBROSINI</b>	240	<b>251</b>	<b>228</b>	<b>196</b>
11	<b>TOURAN</b>	240	<b>248</b>	<b>206</b>	<b>188</b>
12	RONALDINIO	260	x	215	195
13	SY GIBUTI	230	x	x	210
14	ES CROSSMAN	240	x	x	188
15	ES ARCHIMEDES	250	x	x	232
16	SY ALTITUDE	260	x	x	221

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych SDOO w Krzyżewie.

Wzorzec- średnia z badanych odmian

\*- plony stanowią średnią z trzech badanych punktów

Zdaniem Siódmiała [2007] odmiana kiszonkowa powinna charakteryzować się wysokim plonem ogólnym suchej masy o korzystnej strukturze (duży udział kolb), wysoką strawnością wegetatywnych części roślin, a także wczesnością odpowiednią do zamierzonego terminu zbioru.

Podobnego zdania jest Podkówka [2015] który uważa, że odpowiednio dobrana odmiana i termin zbioru jest uzależniony od kierunku użytkowania kiszonki. Innymi parametrami będzie się charakteryzować kukurydza z przeznaczeniem na biogaz, a innymi na kiszonkę dla bydła. Termin zbioru dla kukurydzy uprawianej na kiszonkę dla bydła nie powinien przekraczać 35 % suchej masy w całej roślinie.

Według Zaliwskiego i in. [2005] kukurydza jest rośliną ciepłolubną i do okresu dojrzewania potrzebuje stosunkowo długiego okresu z wysoką temperaturą. Zatem wybór odpowiednich rejonów do uprawy, jak również dobór odmian do tych rejonów przeprowadza się porównując wymagania termiczne kukurydzy z warunkami klimatycznymi.

Zdanie autorów potwierdzają przeprowadzone doświadczenia gdyż rok 2013 gdzie suma temperatur efektywnych w poszczególnych miesiącach była wysoka i umożliwiła

prawidłowy wzrost i rozwój odmian kukurydzy, co w konsekwencji wpłynęło na uzyskanie najwyższych plonów.

Kukurydza jest rośliną, która bardzo reaguje na stres. Zatem niekorzystny rozkład temperatur i opadów w roku 2015 uwidocznił się słabszym wzrostem, jak również redukcją kolb lub ziarna w kolbie. Reakcja roślin na stres skutkowałą obniżeniem plonu nawet o 35% w odmianie między poszczególnymi latami.

Żarski i in. [2004] podają, że przyczyną niższego plonowania są okresowe braki wody w czasie wegetacji. Zdanie Żarskiego potwierdzają również badania. W roku 2015 wystąpiły okresy, w których brak opadów przy intensywnym wzroście roślin spowodował zasychanie pyłku, co w rezultacie wpłynęło na nie zawiązywanie kolb lub jej nieodziarnienie.

### Wnioski

1. Najwyżej plonującą odmianą w omawianych latach była odmiana Kadryl uzyskując odpowiednio  $796 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  w roku 2013,  $668 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  w roku 2014 i  $603 \text{ dt}\cdot\text{ha}^{-1}$  w 2015. Z kolei najslabsze wyniki osiągnęła odmiana Ambrosini.
2. Wraz ze wzrostem plonu świeżej masy nie wzrasta plon ogólny suchej masy. Odmiana, która najwyżej plonowała nie uzyskała najwyższego plonu ogólnego suchej masy.
3. Niekorzystny rozkład warunków termiczno-wilgotnościowych wpływa decydująco na osiągnane plony kukurydzy.
4. Suma temperatur efektywnych występująca w rejonie północno-wschodnim pozwala na prawidłowy rozwój odmian kukurydzy użytkowanej na kiszonkę.

### Literatura

1. Metodyka Badania Wartości Gospodarczej Odmian (WGO). 2009. Słupia Wielka
2. Metodyka oznaczania wymagań cieplnych kukurydzy. 1999. Słupia Wielka
3. Podkówa Z. [2015] Kisimy kukurydzę, w: Kukurydza do niej należy przyszłość. IHAR, s. 89-92
4. Siódmiak J. 2007. Dobór odmian w integrowanej produkcji kukurydzy, w: Z. Kaniuczak, S. Pruszyński (red.). Integrowana produkcja kukurydzy, s:13-19
5. Zaliwski A., Hołaj J. 2006. Modelowanie technologii produkcji kukurydzy na ziarno w aspekcie efektywności ekonomicznej. Inżynieria Rolnicza 6, s:407-414

6. Żarski J. 2004. Rola czynnika wodnego i termicznego w kształtowaniu plonów ziarna kukurydzy. *Acta Agrophysica*, 3(1), s. 189-195

**Krzysztof Tutak, Mateusz Pieszko**

Enformatic Sp. z o.o., ul. Mieszka I 73A, 35-303 Rzeszów

## **OCENA STOPNIA WYSUSZENIA JABŁEK PRZY POMOCY OBRAZOWANIA SPEKTRALNEGO**

### **ASSESSMENT OF DRYING OF APPLES IN SPECTRAL IMAGERY**

#### **Streszczenie**

Celem pracy była analiza możliwości wykorzystania obrazowania spektralnego do oceny poziomu wilgotności w procesie suszenia jablek. Wykonano serię pomiarów za pomocą dwóch kamer spektralnych działających w zakresie 400-1000 nm. Weryfikacja stopnia wysuszenia badanych próbek dokonywana była za pomocą metody wagowej. Zgromadzone dane zostały poddane przetwarzaniu wstępnemu obejmującemu usuwanie ramki ciemnej, korektę zniekształceń radiometrycznych i konwersję do refleksyjności. W wyniku eksperymentów stwierdzono, że wraz ze wzrostem stopnia wysuszenia jablek otrzymywane krzywe spektralne są coraz bardziej zbliżone w wybranych zakresach spektralnych, zaś ich kształt stabilizuje się w punkcie, w którym owoce uzyskują optymalny poziom wysuszenia. Jako miarę podobieństwa wykorzystano odległość euklidesową wyliczaną między krzywymi spektralnymi uzyskiwanymi dla kolejnych pomiarów w trakcie suszenia owoców. Testy wykonano z wykorzystaniem 128-kanalowej kamery hiperspektralnej, która rejestruje dokładne sygnatury, ale ma długi czas akwizycji oraz 16-kanalowej kamery multispektralnej pozwalającej na przetwarzanie w trybie online. Wyniki otrzymane dla kamery 128-kanalowej wykorzystano do wyboru pasm rejestrowanych przez kamerę multispektralną. Przebadano dwa warianty wyboru pasm.

**Słowa kluczowe:** obrazowanie spektralne, kontrola jakości, produkcja żywności, przetwarzanie obrazów, suszenie owoców

## Summary

The aim of the study was to analyze the possibility of using spectral imaging to assess the level of humidity in the apple drying process. A series of measurements was taken with two spectral cameras operating in the 400-1000 nm range. The verification of the degree of drying of tested samples was made with the use of weight method. The collected data were subjected to pre-processing including dark frame subtraction, radiometric calibration and conversion to reflectance. As a result of experiments, it was found that the higher the degree of drying of apples is, the closer the obtained spectra are in the selected spectral bands, and their shape is stabilizing in the point, in which fruits obtain the optimal level of drying off. The Euclidean distance between the spectral curves obtained for subsequent measurements in the course of the drying of fruits was used as the measure of similarity. The tests were performed using a 128-channel hyperspectral camera, which captures the precise signatures, however, it has a long acquisition time as well as using a 16-channel multispectral camera, which allows for online processing. The results obtained for the 128-channel camera were used to select the bands recorded by the multispectral camera. Two band selection variants were examined.

**Keywords:** spectral imaging, quality control, food production, image processing, fruit drying

## Wprowadzenie

Suszenie owoców polegające na usunięciu wody poprzez jej wyparowanie jest jedną z najstarszych i najzdrowszych metod konserwacji żywności. Uniemożliwia rozwój drobnoustrojów oraz efektywnie spowalnia przebieg przemian enzymatycznych i nieenzymatycznych. Jest to ostatni krok w procesie konserwacji, dlatego ewentualne nieprawidłowości nie mogą być już później wykryte. Zbyt wczesne zakończenie procesu suszenia może prowadzić do skrócenia okresu przechowywania, redukcji wartości odżywczych oraz powstawania pleśni. Z drugiej strony zbyt długie suszenie powoduje powstawanie niepotrzebnych kosztów oraz wydłużenie procesu przygotowywania produktu. Z tego powodu celowe jest rozwijanie badań nad metodami, które pozwoliłyby na precyzyjne określenie momentu, w którym dane owoce mogą być uznane za dokładnie wysuszone. Kontrola jakości wykonywana przy pomocy obrazowania spektralnego pozwala na bardzo szybką ocenę stopnia wysuszenia w sposób bezdotykowy, bez potrzeby ingerencji bezpośredniej w owoc. Przy odpowiedniej konstrukcji układu możliwe jest opracowanie systemu, który dokonywałby pomiarów automatycznie bez konieczności przerywania procesu



suszenia. Możliwe jest także jednoczesne badanie jednolitości wysuszenia poszczególnych owoców, co jest trudne do osiągnięcia w przypadku tradycyjnych metod.

### Przegląd literatury

W literaturze można już odnaleźć szereg publikacji dotyczących wykorzystania obrazowania spektralnego w procesie kontroli jakości suszonej żywności. Znakomita większość prac odnosi się do obrazowania hiperpektralnego bazującego na dużej liczbie rejestrowanych kanałów spektralnych. Niewiele jest natomiast odniesień do obrazowania multispektralnego, które co prawda pozwala na rejestrację mniejszej liczby kanałów spektralnych, jednakże umożliwia znacznie szybsze pozyskiwanie oraz przetwarzanie danych. Wśród prac, których tematyka dotyczy obrazowania hiperspektralnego można wymienić m. in. próbę wykorzystania obrazowania hiperspektralnego w bliskiej podczerwieni do oceny zawartości wilgoci oraz oleju w ziarnach kukurydzy. W analizie tej Cogdill i in. [2001] wykorzystali metodę cząstkowych najmniejszych kwadratów (ang. *Partial Least Square*, PLS) oraz regresji głównych składowych (ang. *Principal Components Regression* - PCR), a także przeanalizowali wpływ dodatkowych procesowań na efektywność stworzonego modelu. Metoda PLS została wykorzystana również przez Huanga i in. [2014] w celu oceny koloru oraz zawartości wilgoci w suszonej soi warzywnej przy pomocy obrazowania hiperspektralnego. Taghizadeh, Gowen i O'Donnell [2009] starali się natomiast ocenić poziom wilgotności pieczarek wykorzystując typowe krzywe spektralne refleksyjności próbek dla różnych poziomów wilgotności do budowy modeli w oparciu o metodę PLSR (ang. *Partial Least Square Regression*). Metodę PLSR wykorzystali również Huang i in. [2015] do oceny jednolitości poziomu wilgotności ziaren kukurydzy. Obrazowanie hiperspektralne wykorzystywane jest również do kontroli jakości już wysuszonych owoców. Przykład takiego podejścia można znaleźć w pracy poświęconej wykrywaniu obecności zanieczyszczeń suszonych owoców na podstawie właściwości ich powierzchni. W tym celu Serranti, Gargiulo i Bonifaz [2012] zbudowali układ działający w zakresie 400-1000 nm oraz 1000-1700 nm, zaś interpretacja danych została wykonana w oparciu o metodę analizy głównych składowych (ang. *Principal Component Analysis*, PCA). Analiza właściwości wysuszonych owoców jest również przedmiotem innych doświadczeń, w których Vermaak, Viljoen i Lindström [2013] badali możliwość wykorzystania obrazowania hiperspektralnego w zakresie krótkiej podczerwieni

do wykrywania toksyn w badanie. Do analizy danych wykorzystali oni metodę PCA oraz dyskryminacyjny wariant metody częściowych najmniejszych kwadratów (ang. *Partial Least Squares Discriminant Analysis*, PLS-DA).

## Opis Metody

### *Obrazowanie hiperspektralne oraz multispektralne*

Obrazowanie spektralne jest techniką rejestracji obrazu zajmującą się gromadzeniem i przetwarzaniem informacji o współczynniku odbicia światła dla różnych długości fali promieniowania elektromagnetycznego [Chang 2003]. Informacje te pozwalają na uzyskanie unikalnych sygnatur spektralnych wszystkich materiałów znajdujących się na scenie. Otrzymane w ten sposób trójwymiarowe struktury danych mogą być analizowane zarówno w dziedzinie spektralnej ( $\lambda$ ) jak i przestrzennej ( $x$ ,  $y$ ). W zależności od ilości rozważanych kanałów oraz ciągłości odpowiadających im pasm w ramach obrazowania spektralnego wyróżnia się obrazowanie multispektralne (kilkanaście dyskretnych kanałów) oraz hiperspektralne (kilkadziesiąt i więcej kanałów, które można traktować jako ciągłe widmo).

### *Przetwarzanie wstępne*

Budowa systemów obrazowania spektralnego opiera się zazwyczaj na umieszczeniu w centralnym punkcie układu spektralnego matrycy rejestrującej napięcie, które reprezentuje informacje o ilości światła odbitego od powierzchni obiektu. Informacja ta jest rejestrowana dla każdego piksela znajdującego się w obrazie dla różnych długości fali elektromagnetycznej. W celu uzyskania znormalizowania danych, które mogą być porównywane z widmami referencyjnymi i wykorzystywane w zastosowaniach przemysłowych, takich jak kontrola jakości suszonych owoców, należy przekształcić otrzymane dane do przestrzeni reflektancyjnej [Sun 2010]. W tym celu należy wykonać przetwarzanie wstępne obejmujące szereg czynności takich jak odjęcie ramki prądu ciemnego, kalibrację spektralną, korektę radiometryczną oraz przekształcenie danych do reflektancji definiowanej jako stosunek energii odbitej do energii padającej na obiekt.

Przetwarzanie wstępne rozpoczyna się odjęcia ramki prądu ciemnego, która reprezentuje szum spowodowany prądem ciemnym. Prąd ten obecny jest we wszelkich elektronicznych systemach obrazowania również w przypadku braku jakiegokolwiek oświetlenia rejestrowanej sceny. Wysokość szumu spowodowanego prądem ciemnym jest zależna od wielu czynników, wśród których wymienić należy przede wszystkim czas

integracji dla przechwytywanym obrazów, warunki, w których pracuje system obrazowania, a także czas pracy urządzenia.

Kolejnym krokiem w przetwarzaniu wstępnym jest kalibracja spektralna (częstotliwościowa). Kalibracja ta wykonywana jest zazwyczaj przez producenta kamery na końcowym etapie cyklu produkcyjnego. Kalibracja spektralna obejmuje korektę nieliniowych zniekształceń optycznych (ang. „smile”) oraz kalibrację dyspersji spektralnej spektrometru, które wpływają na rzeczywistą częstotliwość fali elektromagnetycznej mierzoną w określonym miejscu matrycy detektorowej.

W celu eliminacji zakłóceń wynikających z niedoskonałości układów optycznych kamery wykonywany jest kolejny krok przetwarzania wstępnego – korekcja radiometryczna. W tym celu wykorzystuje się dostarczaną przez producenta macierz współczynników pozwalającą na dokonanie korekty wzmocnienia dla każdego piksela w rejestrowanym obrazie.

Kalibracja reflektancyjna (normalizacja) wykonywana jest w celu otrzymania informacji o reflektancji materiałów znajdujących się w zarejestrowanym obrazie spektralnym. W celu wyliczenia poziomu reflektancji oraz przeprowadzenia procesu normalizacji warunków oświetleniowych wymagana jest znajomość energii światła padającego. Możliwy jest zarówno bezpośredni pomiar tej energii, jak i otrzymanie jej na podstawie pomiaru elementu, którego reflektancja jest znana (np. szarej karty reflektancyjnej, ang. *grey panel*), pod warunkiem, że element ten znajdował się na scenie podczas rejestracji obrazu spektralnego. W prezentowanej w artykule metodzie wykorzystano drugie podejście wychodząc od wartości radiancji dla piksela, która wyrażona jest równaniem:

$$L_{\lambda} = R_{\lambda} \times S_{\lambda} \times A_{\lambda} \times O_{\lambda} \quad (1)$$

gdzie:

$R$  – reflektancja materiału,

$S$  – irradiancja spektralna,

$A$  – atmosferyczna transmitancja spektralna [Smith 2011],

$O$  – optyczna transmitancja spektralna [Smith 2011].

W przypadku materiału referencyjnego o znanej reflektancji można zapisać analogiczne równanie:

$$N_{\lambda} = R_{\lambda}^n \times S_{\lambda} \times A_{\lambda} \times O_{\lambda} \quad (2)$$

Następnie posługując się zmierzoną w laboratorium wartością reflektancji materiału referencyjnego ( $R_{\lambda}^n$ ) można wyznaczyć nieznaną wartość reflektancji z równania:

$$R_{\lambda} = L_{\lambda} \times \frac{R_{\lambda}^n}{N_{\lambda}} \quad (3)$$

### ***Wyodrębnienie owoców na obrazie spektralnym***

Kolejnym krokiem w ramach przetwarzania wstępnego było usunięcie tła oraz szarej karty reflektancyjnej. Podczas obserwacji zauważono, że dla kanału 96, który odpowiada długości fali  $\lambda=864$  nm obszary, na których znajdują się suszone owoce są wyraźnie jaśniejsze od pozostałych elementów w obrazie. Oznacza to, że odbijają one mocniej składową światła o tej długości. Pozwoliło to na odfiltrowanie odpowiadających im obszarów poprzez dokonanie procesu binaryzacji obrazu, a następnie erozji i dylatacji morfologicznej [Bradski 2008]. W dalszym przetwarzaniu uwzględniane były piksele określone przez otrzymaną w ten sposób binarną maskę (rys. 1).



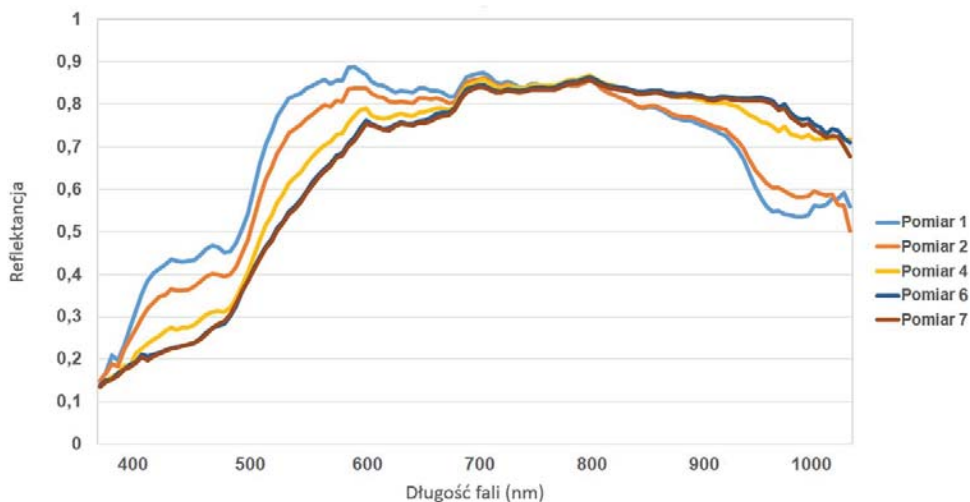
Rys 1. Wyodrębnienie obszarów obrazu odpowiadających suszonym owocom a) przykładowy obraz dla długości fali  $\lambda=864$  nm, b) maska binarna po odfiltrowaniu tła i szarej karty  
Źródło: Opracowanie własne.

### ***Określanie stopnia wysuszenia owoców na podstawie danych spektralnych***

Opracowana przez autorów metoda powstała dzięki serii cyklicznych pomiarów suszonych jabłek wykonywanych jednocześnie za pomocą kamer spektralnych oraz precyzyjnej wagi. Każda seria pomiarowa rozpoczynała się od pomiaru wagi oraz krzywych spektralnych dla świeżego owocu pokrojonego na plastry o różnej grubości. Następnie owoc był suszony przez okres godziny, po którym dokonywany był ponowny pomiar. Procedura ta była powtarzana wielokrotnie aż do momentu gdy analiza suchości próbek dokonywana metodą wagową jednoznacznie wskazywała, że dalsze suszenie nie powoduje utraty wagi, a tym samym osiągnięto maksymalny poziom wysuszenia dostępny w ramach układu, którym dysponowali autorzy.

Na rys. 2. przedstawione zostały wybrane krzywe spektralne otrzymane dla przykładowej próbki. Krzywe spektralne zostały otrzymane poprzez uśrednienie danych

uzyskanych dla obszarów suszonego owocu (por. rys. 1). W omawianym przypadku stwierdzono na podstawie metody wagowej, że owoc został wysuszony po 5 godzinach suszenia (Pomiar 6).



Rys. 2. Uśrednione krzywe spektralne otrzymane dla przykładowego owocu w kolejnych godzinach suszenia (Pomiar 1 – owoc świeży, Pomiar 2 – owoc po 1 godzinie suszenia, Pomiar 4 – owoc po 3 godzinach suszenia; Pomiar 6 – owoc po 5 godzinach suszenia, Pomiar 7 – owoc po 6 godzinach suszenia)

Źródło: Opracowanie własne.

Z porównania otrzymanych krzywych spektralnych, a także analizy wilgotności dokonywanej metodą wagową, można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Rejestrowany zakres spektralny można podzielić umownie na trzy przedziały biorąc pod uwagę wyodrębnienie cech charakterystycznych dla różnego stopnia wilgotności suszonego jabłka: 400 – 680 nm, 680– 800 nm oraz 800 – 1000 nm.
2. Dla pierwszego przedziału widoczne jest obniżanie się poziomu krzywej spektralnej wraz ze wzrostem czasu suszenia aż do momentu uzyskania stabilizacji. W drugim przedziale widoczne jest względne podobieństwo krzywych spektralnych oraz brak cech, które pozwoliłyby wskazywać na istnienie korelacji między czasem wysuszenia owocu, a kształtem odpowiadającej mu krzywej spektralnej. W ostatnim przedziale widoczna jest tendencja odwrotna do tej zaobserwowanej dla przedziału pierwszego, tj. wzrost poziomu krzywej spektralnej wraz ze wzrostem czasu suszenia aż do uzyskania stabilizacji.

3. Osiągnięciu wysuszenia owocu (zbadanego za pomocą metody wagowej) towarzyszy stabilizacja krzywych spektralnych. Na rys. 2 krzywe dla pomiaru 6 i 7 są niemal identyczne, zarówno w odniesieniu do kształtu, jak i amplitudy.
4. Rosnącemu stopniowi wysuszenia owoców towarzyszy zmiana pewnych cech charakterystycznych otrzymanych krzywych. Przykładowo, w zakresie około 430-500 nm wykres zmienia swój charakter z wypukłego na wklęsły.

Konsekwencją powyższych spostrzeżeń jest wniosek, że istnieje możliwość badania stopnia wilgotności suszonych jabłek dzięki porównywaniu uśrednionych krzywych spektralnych otrzymywanych w kolejnych pomiarach za pomocą odpowiednio dobranej miary podobieństwa.

### *Miara podobieństwa*

Jak już wspomniano, w trakcie opracowywania metody zaobserwowano, że w miarę wzrostu stopnia wysuszenia badanych owoców różnice pomiędzy sygnaturami spektralnymi stają się coraz mniejsze. Do porównywania poszczególnych sygnatur spektralnych wykorzystano odległość euklidesową między nimi liczoną według wzoru:

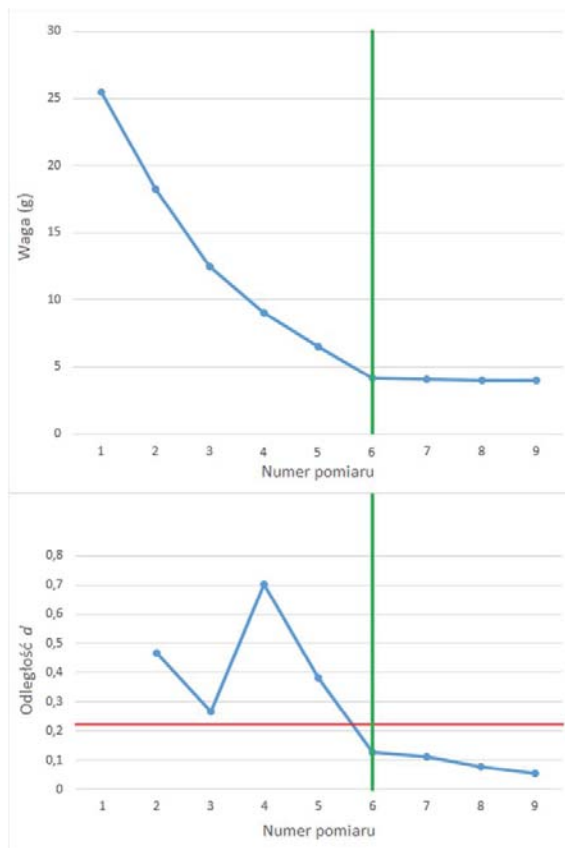
$$d(x, y) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2} \quad (4)$$

gdzie:

$x, y$  – sygnatury spektralne

$n$  – liczba kanałów

W wyniku cyklicznych badań suszonych próbek metodą spektralną i wagową przyjęto, że dana próbka jest wysuszona w dostatecznym stopniu w przypadku, gdy odległość  $d$  pomiędzy sygnaturami spektralnymi zarejestrowanymi w dwóch kolejnych badaniach jest mniejsza bądź równa wyznaczonej empirycznie wartości  $\varepsilon$ . Zależność między wagą a wartością  $d$  uzyskiwaną dla kolejnych pomiarów dla przykładowej próbki została pokazana na rys. 3.



Rys. 3. Waga oraz wartość  $d$  wyznaczona dla przykładowej próbki suszonego jabłka (linia zielona przedstawia moment wysuszenia owocu, linia czerwona obrazuje przyjętą wartość  $\varepsilon$ )  
 Źródło: Opracowanie własne.

Jak widać na rys. 3, odległość  $d$  wyznaczona dla przykładowego owocu nie ma tendencji malejącej w trakcie trwania eksperymentu, lecz po początkowym spadku znacząco rośnie około pomiaru 4, by potem stopniowo zmniejszać swoją wartość.

### Wybór kanałów

Hiperspektralna kamera 128-kanałowa pozwala uzyskać dokładne wyniki, jednakże jej wykorzystanie obarczone jest koniecznością stosunkowo długiego czasu oczekiwania na wyniki pomiaru. Z drugiej strony, na rynku dostępne są już kamery spektralne rejestrujące co prawda znacznie mniejszą liczbę pasm, lecz dostarczające wyniki w trybie wideo. W celu zbadania skuteczności tego typu systemów obrazowania wykorzystano dwie konfiguracje kamery 16-kanałowej, zwane w dalszej części pracy wariantami. W pierwszym przypadku

rejestracja danych odbywała się przy równomiernym rozmieszczeniu kanałów w całym rozpatrywanym zakresie 400-1000 nm (wariant 1), natomiast w drugim przypadku rejestracja danych następowała w kanałach rozmieszczonych w obszarach, w których zaobserwowano nasilenie występowania dystynktywnych cech w wynikach uzyskiwanych za pomocą kamery 128-kanałowej (wariant 2) (tabela 1), tj. w zakresie 435-567 nm oraz 917-966 nm.

**Tabela 1.**

Rozważane warianty wyboru 16 kanałów

Lp.	Kanały rozmieszczone równomiernie w całym analizowanym zakresie spektralnym (wariant 1)		Kanały wybrane z ograniczonego zakresu spektralnego (wariant 2).	
	Nr kanału	nm	Nr kanału	nm
1	16	450	13	435
2	23	485	14	440
3	29	516	17	455
4	36	551	18	460
5	42	582	28	511
6	49	618	29	516
7	55	649	30	521
8	62	685	37	556
9	68	716	38	561
10	74	748	39	567
11	81	785	106	917
12	87	816	107	923
13	93	848	108	928
14	100	885	113	955
15	106	917	114	960
16	112	950	115	966

Źródło: Opracowanie własne.



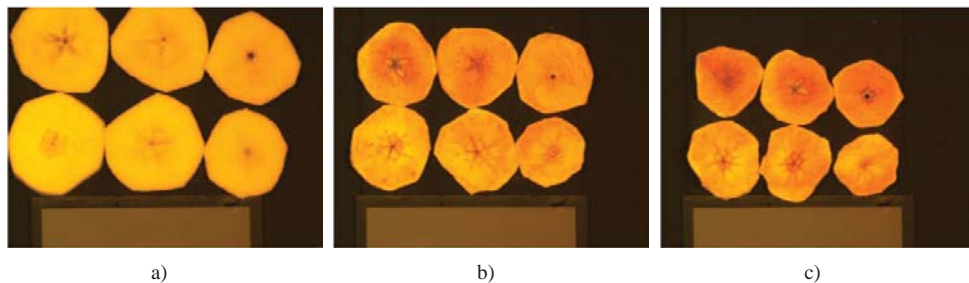
## Badania

### *Opis stanowiska*

W trakcie eksperymentów wykorzystano dwie kamery spektralne produkowane przez firmę Surface Optics Corporation [www.surfaceoptics.com, dostęp 2015-05-18] rejestrujące dane w zakresie 400-1000 nm. Pierwszą z nich była 128-kanałowa kamera hiperspektralna "SOC-710VP", zaś drugą 16-kanałowa kamera multispektralna "SOC-716 VNIR" rejestrująca dane w trybie wideo z szybkością do 30 klatek multispektralnych na sekundę. Ponadto, w trakcie badań wykorzystano profesjonalne oświetlenie szerokopasmowe stosowane w pomiarach hiperspektralnych, a także tzw. szarą kartę o 18% reflektancji.

### *Opis zgromadzonej bazy danych pomiarowych dla suszonych owoców*

W celu zbadania przydatności obrazowania spektralnego do kontroli jakości suszonych jabłek wykonano łącznie 324 pomiary przy pomocy kamery hiperspektralnej (rejestracja 128 kanałów) oraz kamery multispektralnej (rejestracja 16 kanałów). Każdy z zarejestrowanych obrazów zawierał ponadto element o znanej reflektancji (tzw. szarą kartę). Procesowi suszenia było poddawanych 6 gatunków jabłek o różnej wielkości oraz grubości mierzonych próbek. Do oceny stopnia wysuszenia próbek wykorzystano uśrednioną sygnaturę spektralną wyznaczoną dla obszaru owocu, z którego ręcznie wycięto fragmenty odpowiadające pestkom. Na rys. 4. przedstawiono próbki w 3 różnych fazach suszenia. Widoczne są owoce, kurczące się wraz ze wzrostem stopnia wysuszenia oraz szara karta.



Rys. 4. Suszone jabłka w trzech wybranych stadiach suszenia: a) świeże owoce, b) owoce po 3 godzinach suszenia, c) owoce po uzyskaniu oczekiwanego poziomu wysuszenia  
Źródło: Zdjęcie własne.

### Ocena wyników

W ramach przeprowadzonego doświadczenia ustalono empirycznie wartości  $\varepsilon$  dla rozpatrywanych konfiguracji przyrządów spektralnych. W przypadku 128-kanalowej kamery hiperspektralnej wyznaczona wartość  $\varepsilon$  wyniosła 0,22. Natomiast w przypadku obu wariantów konfiguracji 16-kanalowej kamery multispektralnej ustalona wartość  $\varepsilon$  wyniosła 0,1.

Wyniki pomiarów osiągnięte dla wybranych 6 próbek różnych gatunków jabłek pokazano w tabeli 2. Wartość wagi w momencie stabilizacji poziomu wilgotności oraz oszacowany za pomocą opracowanej metody czas suszenia wyróżniono za pomocą pogrubienia.

Tabela 2.

Kolejne pomiary wagi  $w$  oraz miary  $d$  wybranych próbek uzyskane dla 128-kanalowej kamery hiperspektralnej (128k), 16-kanalowej kamery multispektralnej w wariantach 1 (16k1) i 2 (16k2)

Numer pomiaru	Próbka 1				Próbka 2				Próbka 3			
	w	d			w	d			w	d		
		128k	16k1	16k2		128k	16k1	16k2		128k	16k1	16k2
1	17,24	-	-	-	16,12	-	-	-	15,53	-	-	-
2	11,34	0,47	0,16	0,24	14,11	0,55	0,20	0,30	11,22	0,50	0,18	0,27
3	7,87	0,27	0,11	0,13	11,54	0,31	0,11	0,16	6,34	0,52	0,18	0,21
4	5,35	0,70	0,18	0,28	8,42	0,56	0,13	0,20	5,26	0,49	<b>0,10</b>	0,15
5	4,04	0,38	<b>0,08</b>	0,19	6,63	0,35	0,12	0,18	3,97	0,39	0,13	0,17
6	<b>3,65</b>	<b>0,13</b>	0,03	<b>0,03</b>	4,72	0,25	0,11	0,14	<b>2,98</b>	<b>0,11</b>	0,04	<b>0,02</b>
7	3,63	0,11	0,03	0,03	<b>3,25</b>	<b>0,16</b>	<b>0,06</b>	<b>0,07</b>	2,97	0,23	0,08	0,09
8	3,61	0,08	0,02	0,02	3,24	0,17	0,07	0,06	2,96	0,11	0,04	0,05
9	3,61	0,06	0,02	0,01	3,24	0,11	0,04	0,04	2,96	0,20	0,07	0,09
Numer pomiaru	Próbka 4				Próbka 5				Próbka 6			
	w	d			w	d			w	d		
		128k	16r	16m		128k	16r	16m		128k	16r	16m
1	19,62	-	-	-	18,16	-	-	-	17,62	-	-	-
2	13,64	0,48	0,16	0,24	12,23	0,44	0,16	0,23	11,27	0,43	0,15	0,23
3	8,25	0,38	0,13	0,20	9,63	0,31	0,11	0,13	8,25	0,43	0,15	0,18
4	6,64	0,85	0,29	0,38	6,23	0,66	0,20	0,29	5,62	0,47	0,11	0,14
5	4,65	0,30	<b>0,09</b>	0,15	4,34	0,59	0,22	0,28	4,02	0,52	0,20	0,27
6	<b>3,91</b>	<b>0,16</b>	0,06	<b>0,06</b>	3,13	0,35	0,15	0,17	<b>3,53</b>	<b>0,22</b>	<b>0,09</b>	<b>0,11</b>
7	3,89	0,34	0,13	0,12	<b>2,76</b>	<b>0,22</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>	3,52	0,19	0,06	0,08
8	3,88	0,25	0,10	0,07	2,74	0,11	0,04	0,03	3,51	0,15	0,06	0,06
9	3,88	0,15	0,06	0,04	2,73	0,15	0,05	0,07	3,51	0,17	0,07	0,06

Źródło: Opracowanie własne.

Jak widać w tabeli 2, w przypadku próbek 1, 3 i 4 zaobserwowano dla kamery 16-kanałowej z równomiernie rozmieszczonymi kanałami spektralnymi rozbieżność między wynikami uzyskanymi dla metody wagowej oraz opracowanej w artykule metody spektralnej, która nieco wcześniej sygnalizuje, że owoce są wysuszone.

Do oceny efektywności omawianej metody wykorzystano wyniki ważenia próbek oraz następujące wskaźniki:

1. C % - stosunek ilości próbek, dla których trafnie wskazano za pomocą opisywanej metody czas, po którym owoce są suche do całkowitej ilości próbek wykorzystanych w eksperymentach,
2. R % - współczynnik korelacji Pearsona między wymaganym czasem suszenia wyznaczonym metodą wagową a czasem suszenia wskazanym przez opisywaną metodę.

Uśrednione wyniki uzyskane dla wszystkich pomiarów zamieszczone zostały w tabeli 3.

**Tabela 3.**

Wyniki skuteczności badanej metody dla kamery 128-kanałowej oraz kamery 16-kanałowej w wariantach 1 i 2

	128 kanałów	16 kanałów (wariant 1)	16 kanałów (wariant 2)
C	96,6%	67,2%	95,3%
R	93,6%	69,9%	90,7%

Źródło: Opracowanie własne.

Największa skuteczność przy zachowaniu najwyższej korelacji została osiągnięta dla kamery 128-kanałowej. Pogorszenie wyników osiągniętych dla kamery 16-kanałowej w wariantie 2 jest nieznaczące i wyniki osiągnięte w tym przypadku również można uznać za satysfakcjonujące.

### Wnioski

1. Przeprowadzone doświadczenie pokazuje, że możliwa jest skuteczna ocena stopnia wysuszenia jabłek z wykorzystaniem zarówno kamery 128-kanałowej, jak i kamery 16-kanałowej działających w zakresie 400-1000 nm. Możliwe jest zatem zastosowanie

opracowanej metody przy pomocy kamer hiperspektralnych rejestrujących dokładne sygnatury spektralne kosztem długiego czasem akwizycji, jak i kamer multispektralnych rejestrujących mniejszą liczbę pasm, pozwalających jednakże na pozyskiwanie oraz przetwarzanie danych w trybie online.

2. Zaobserwowano, że w miarę wzrostu stopnia wysuszenia jabłek różnice pomiędzy ich krzywymi spektralnymi stają się coraz mniejsze w wybranych zakresach spektralnych oraz ich kształt stabilizuje się w punkcie, w którym owoce uzyskują optymalny poziom wysuszenia. Dzięki temu możliwe jest badanie stopnia wilgotności suszonych owoców za pomocą odpowiednio dobranej miary podobieństwa sygnatur spektralnych.
3. Nasilenie cech charakterystycznych krzywych spektralnych otrzymanych dla różnych stopni wilgotności suszonych jabłek następuje w zakresach 400 – 680 nm oraz 800 – 1000 nm.
4. Najwyższa skuteczność badanej metody została osiągnięta dla kamery 128-kanalowej (96,6%). W przypadku kamery 16-kanalowej satysfakcjonujące wyniki (skuteczność 95,3%) uzyskiwane były jedynie w przypadku rozmieszczenia rejestrowanych kanałów w pasmach, w których zaobserwowano nasilenie występowania dystynktywnych cech w wynikach uzyskiwanych za pomocą kamery 128-kanalowej (wariant 2). W przypadku równomiernego rozmieszczenia kanałów w całym rozpatrywanym zakresie (wariant 1) osiągnięto skuteczność metody na poziomie 67,2%.
5. W przypadku kamery 128-kanalowej oraz kamery 16-kanalowej w wariacie 2 osiągnięto satysfakcjonujący poziom korelacji między czasem suszenia wyznaczonym za pomocą niezależnej metody wagowej, a czasem suszenia wskazanym przez badaną metodę (odpowiednio 93,6% i 90,7%).
6. Przeprowadzone doświadczenie pokazuje, że obrazowanie spektralne posiada duży potencjał w zakresie oceny stopnia wilgotności suszonych jabłek. W ramach dalszych prac planowane jest sprawdzenie skuteczności badanej metody dla większej liczby gatunków jabłek, testy w szerszym zakresie spektralnym i dla różnych warunków oświetlenia oraz opracowanie optymalnego sposobu wyboru kanałów w przypadku kamery o ograniczonej liczbie pasm.

## Literatura

1. Bradski G. 2008. *Learning OpenCV. Computer Vision with the OpenCV Library*. O'Reilly, Sebastopol.
2. Chang C. 2003. *Hyperspectral Imaging: Techniques for Spectral Detection and Classification*. Springer Science & Business Media, New York.
3. Cogdill R., Hurburgh C., Rippke G., Bajic S., Jones R., McClelland J., Jensen T., Liu J. 2001. *Single-kernel maize analysis by near-infrared hyperspectral imaging (Master's thesis)*. University of Iowa Press, Iowa.
4. Huang M., Wang Q., Zhang M., Zhu Q. 2014. *Prediction of color and moisture content for vegetable soybean during drying using hyperspectral imaging technology*. Elsevier, California, Journal of Food Engineering vol. 128.
5. Huang M., Zhao W., Wang Q., Zhang M., Zhu Q. 2015. *Prediction of moisture content uniformity using hyperspectral imaging technology during the drying of maize kernel*. Instytut Agrofizyki im. B. Dobrzańskiego, Lublin, International Agrophysics vol. 29.
6. Serranti S., Gargiulo A., Bonifazi G. 2012. *Dried fruits quality assessment by hyperspectral imaging*. SPIE Press, Washington, Sensing for Agriculture and Food Quality and Safety IV.
7. Smith B. 2011. *Fundamentals of Fourier Transform Infrared Spectroscopy*. CRC Press, Boca Rato.
8. Sun D. 2010. *Hyperspectral Imaging for Food Quality Analysis and Control*. Academic Press, San Diego.
9. Taghizadeh M., Gowen A., O'Donnell C. 2009. *Prediction of white button mushroom (Agaricus bisporus) moisture content using hyperspectral imaging*. Springer, New York, Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety vol. 3 no. 4.
10. Vermaak I., Viljoen A., Lindström S. 2013. *Hyperspectral imaging in the quality control of herbal medicines – The case of neurotoxic Japanese star anise*. Elsevier, Münster, Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis vol. 75. s. 207–213.
11. <http://surfaceoptics.com/products/hyperspectral-imaging>, dostęp 2015-05-18.

*Badania realizowane w ramach Projektu "Zbadanie możliwości śledzenia, identyfikacji i kontroli jakości przy użyciu 16-32 kanałowej kamery do obrazowania spektralnego*

*w zakresie 400-1000 nm", Nr WNDRPPK.01.03.00-18-044/13  
współfinansowanego ze środków Unii Europejskiej z Europejskiego Funduszu Rozwoju  
Regionalnego oraz Budżetu Państwa w ramach Regionalnego Programu Operacyjnego  
Województwa Podkarpackiego.  
Inwestujemy w rozwój województwa podkarpackiego.*

## Regulamin nadsyłania i publikowania prac w Zeszytach Naukowych

### WSA

1. Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Agrobiznesu, zwane dalej Zeszytami, są periodykiem naukowym wydawanym w nieregularnym cyklu wydawniczym.
2. Treść każdego Zeszytu odpowiada zakresowi tematycznemu jednego z odpowiednich wydziałów w Wyższej Szkole Agrobiznesu t. Wydziałowi Rolniczo-Ekonomicznemu, Wydziałowi Technicznemu, bądź Wydziałowi Medycznemu.
3. Redakcja Zeszytów mieści się w sekretariacie Wydawnictwa Wyższej Szkoły Agrobiznesu. Pracą redakcji kieruje redaktor naczelny.
4. W celu zapewnienia poziomu naukowego Zeszytów oraz zachowania właściwego cyklu wydawniczego redakcja współpracuje z krajowymi i zagranicznymi jednostkami naukowymi, stowarzyszeniami oraz innymi instytucjami.
5. Do oceny przyjmowane są dotychczas niepublikowane oryginalne prace redakcyjne, monograficzne, poglądowe, historyczne, teksty źródłowe, sprawozdania z posiedzeń naukowych, oceny książek, komunikaty naukowe, wspomnienia oraz wiadomości jubileuszowe. Opracowania przyjmowane są przez redakcję do końca czerwca każdego roku. Redakcja nie zwraca Autorom nadesłanych materiałów.
6. Do publikacji należy dołączyć oświadczenie o oryginalności pracy oraz o tym, że nie została zgłoszona do innej redakcji (wzór oświadczenia jest możliwy do pobrania na stronie internetowej WSA – załącznik nr 1 do Regulaminu). Oświadczenie powinno zawierać adres pierwszego autora pracy, numer telefonu oraz e-mail. W oświadczeniu powinna być zawarta zgoda (podpis) wszystkich współautorów pracy.
7. Prace są publikowane w języku polskim lub angielskim z uwzględnieniem opinii redaktora językowego.
8. W oświadczeniu dołączonym do tekstu należy opisać wkład poszczególnych autorów w powstanie pracy oraz podać źródło finansowania publikacji. „*Ghostwriting*” oraz „*guest authorship*” są przejawem nierzetelności naukowej, a wszelkie wykryte przypadki będą demaskowane i dokumentowane, włącznie z powiadomieniem odpowiednich podmiotów (instytucje zatrudniające autorów, towarzystwa naukowe, stowarzyszenia edytorów naukowych itp.).
9. Przekazane do redakcji opracowania są wstępnie oceniane i kwalifikowane do druku przez Naukową Radę Redakcyjną, zwaną dalej Radą. Skład Rady określany jest przez Senat WSA.
10. Publikacje wstępnie zakwalifikowane przez Radę są oceniane przez recenzentów, zgodnie z procedurą recenzowania opublikowaną na stronie internetowej WSA w zakładce Zeszyty naukowe WSA. Łącznie z opinią recenzent wypełnia deklarację konfliktu interesów, stanowiącą załącznik nr 2 do regulaminu. Redakcja powiadamia Autorów o wyniku oceny, zastrzegając sobie prawo do zachowania poufności recenzji.
11. Za proces wydawniczy Zeszytów jest odpowiedzialny sekretarz naukowy redakcji, który zatwierdza układ treści Zeszytów, określa wymagania wydawnicze dla publikowanych materiałów, współpracuje z recenzentami, przedstawia do zatwierdzenia całość materiałów przed drukiem Naukowej Radzie Redakcyjnej, współpracuje z Radą i innymi instytucjami w zakresie niezbędnym do zapewnienia poziomu naukowego Zeszytów oraz zachowania cyklu wydawniczego.

12. Redakcja zastrzega sobie możliwość odmowy przyjęcia artykułu bez podania przyczyn.
13. Nadesłane materiały, niespełniające wymagań wydawniczych określonych przez redakcję, są zwracane Autorowi/Autorom.
14. Wydawnictwo Wyższej Szkoły Agrobiznesu nie wypłaca wynagrodzenia za nadesłane publikacje zakwalifikowane do druku w Zeszytach.
15. Wersją pierwotną (referencyjną) czasopisma jest wydanie papierowe. „Zeszyty Naukowe WSA” są dostępne także na stronie internetowej Wyższej Szkoły Agrobiznesu – [www.wsa.edu.pl](http://www.wsa.edu.pl), w zakładce Wydawnictwa.



## Wymagania wydawnicze - Zeszyty Naukowe WSA

1. Artykuły powinny być przygotowane w formie wydruku komputerowego oraz w wersji elektronicznej, w języku polskim lub angielskim. W celu usprawnienia procesu wydawniczego prosimy o rygorystyczne przestrzeganie poniższych zasad:

- przesłany artykuł powinien być opatrzony dokładną afiliacją Autora/Autorów,
- objętość artykułu nie może przekraczać 15 stron formatu A4,
- imię i nazwisko Autora/ów – czcionka 12 pkt,
- nazwa instytucji/jednostki naukowej – czcionka 12 pkt,
- tytuł artykułu w języku polskim i angielskim – czcionka 14 pkt (bold); podtytuły – czcionka 12 pkt (bold),
- do publikacji należy dołączyć słowa kluczowe (3–5) oraz streszczenie nieprzekraczające 15 wierszy napisane w językach polskim i angielskim – czcionka 11 pkt,
- tekst zasadniczy referatu pisany czcionką Times New Roman CE – 12 pkt,
- odstęp między wierszami – 1,5,
- jeżeli referat zawiera tabele (najlepiej wykonane w edytorze Word albo Excel) lub rysunki (preferowany format CorelDraw, Excel, Word), należy dołączyć pliki źródłowe,
- tabele i rysunki powinny być zaopatrzone w kolejne numery, tytuły i źródło,
- przy pisaniu wzorów należy korzystać wyłącznie z edytora równań dla MS WORD,
- preferowane formaty zdjęć: TIFF, JPG (o rozdzielczości minimum 300 dpi),
- w przypadku publikowania prac badawczych układ treści artykułu powinien odpowiadać schematowi: wprowadzenie (ewentualnie cel opracowania), opis wykorzystanych materiałów czy metod, opis badań własnych (omówienie wyników badań), wnioski (podsumowanie), wykaz piśmiennictwa.

2. Odsyłaczami do literatury zamieszczonymi w tekście publikacji są przypisy dolne, które muszą mieć numerację ciągłą w obrębie całego artykułu. Odsyłaczami przypisów dolnych są cyfry arabskie złożone w indeksie górnym, np. (2).

3. Zapis cytowanej pozycji bibliograficznej powinien zawierać: inicjał imienia i nazwisko autora, tytuł dzieła, miejsce i rok wydania, numer strony, której dotyczy przypis; w przypadku pracy zbiorowej: tytuł dzieła, inicjał imienia i nazwisko redaktora, miejsce i rok wydania; w przypadku pracy będącej częścią większej całości – także jej tytuł, inicjał imienia i nazwisko redaktora. Źródła internetowe oraz akty prawne należy podawać także jako przypis dolny.

4. W wykazie piśmiennictwa zamieszczonym w kolejności alfabetycznej na końcu publikacji należy podać kolejno: nazwisko autora/ów i pierwszą literę imienia, rok wydania, tytuł pracy (czcionka italic), wydawnictwo oraz miejsce wydania. Przykłady:

- **wydawnictwa książkowe:** Janowiec A. 2010. *Ziemniaki skrobiowe – rola w województwie podlaskim*. Wydawnictwo WSA, Łomża.
- **prace zbiorowe:** Górczewski R. (red.) 2007. *Przemieszczenie trawieńca*. Wydawnictwo PWN, Warszawa.
- **czasopisma:** Staszewski M., Getek I. 2007. *Specyfika żywienia krów o wysokiej wydajności*. Wydawnictwo WSA, Łomża, Zeszyty Naukowe WSA nr 37.
- **strony internetowe:** [www.4lomza.pl](http://www.4lomza.pl). 1.12.2009 r.
- **akty prawne:** Ustawa z dnia 27 lipca 2002 r. o zmianie ustawy o szkolnictwie wyższym oraz ustawy o wyższych szkołach zawodowych. Dz.U. z 2002 r. Nr 150, poz. 1239.

**UWAGA:** teksty niespełniające powyższych wymagań zostaną zwrócone Autorowi

## **Procedura recenzowania prac naukowych nadsyłanych do publikacji w Zeszytach Naukowych Wyższej Szkoły Agrobiznesu**

Procedura recenzowania artykułów w Zeszytach Naukowych WSA jest zgodna z zaleceniami Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego oraz dobrymi praktykami w procedurach recenzyjnych w nauce\*.

Przekazanie publikacji do Redakcji Wydawnictwa WSA jest jednoznaczne z wyrażeniem przez Autora/Autorów zgody na wszczęcie procedury recenzji artykułu. Autor/Autorzy przesyłają utwór wraz z wypełnionym oświadczeniem, którego wzór znajduje się na stronie internetowej WSA. Nadesłane materiały są poddawane wstępnej ocenie formalnej przez Naukową Radę Redakcyjną WSA, zwaną dalej Radą, zwłaszcza pod kątem ich zgodności z wymaganiami wydawniczymi opracowanymi i publikowanymi przez Wyższą Szkołę Agrobiznesu, jak również obszarami tematycznymi ZN. Następnie artykuły są recenzowane przez dwóch niezależnych recenzentów, którzy nie są członkami Rady, posiadających co najmniej stopień naukowy doktora. Nadesłane artykuły nie są nigdy wysyłane do recenzentów z tej samej placówki, w której zatrudniony jest Autor/Autorzy. Prace recenzowane są anonimowo. Autorzy nie znają nazwisk recenzentów. Artykułowi nadawany jest numer redakcyjny, identyfikujący go na dalszych etapach procesu wydawniczego. W innych przypadkach recenzent podpisuje deklarację o niewystępowaniu konfliktu interesów – formularz jest publikowany na stronie Internetowej WSA. Autor każdorazowo jest informowany z zachowaniem zasady poufności recenzji o wyniku procedury recenzycyjnej, zakończonej kategorycznym wnioskiem o dopuszczeniu bądź odrzuceniu publikacji do druku. W sytuacjach spornych powoływany jest kolejny recenzent.

Lista recenzentów współpracujących z wydawnictwem publikowana jest w każdym numerze czasopisma oraz na stronie Internetowej WSA.

\* Dobre Praktyki w procedurach recenzyjnych w nauce. Zespół do Spraw Etyki w Nauce. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Warszawa 2011

Załącznik nr 1

miejsowość, data.....

### Oświadczenie Autora/Autorów

Zwracam się z uprzejmą prośbą o przyjęcie do Redakcji Wydawnictwa WSA i ogłoszenie drukiem publikacji/pracy pt.

.....  
.....  
autorstwa:

.....  
.....  
Równocześnie oświadczam(y), że publikacja nie została wydana w przeszłości drukiem i/lub w wersji elektronicznej w innym czasopiśmie, nie została zgłoszona do innego czasopisma, nie znajduje się w recenzji innej Redakcji, nie narusza patentów, praw autorskich i praw pokrewnych oraz innych zastrzeżonych praw osób trzecich, a także że wszyscy wymienieni Autorzy pracy przeczytali ją i zaakceptowali skierowanie jej do druku.

Przeciwdziałanie nierzetelności naukowej - „ghostwriting” oraz „guest authorship”;

· źródło finansowania publikacji:.....

· podmioty, które przyczyniły się do powstania publikacji i ich udział:

.....  
.....  
· wkład Autora/Autorów w powstanie publikacji (szczegółowy opis z określeniem ich afiliacji):

.....  
.....  

Imię i nazwisko	podpis	data
1.....	.....	.....
2.....	.....	.....
3.....	.....	.....
4.....	.....	.....

Imię, nazwisko, adres, telefon, e-mail, osoby odpowiedzialnej za wysłanie niniejszego oświadczenia (głównego Autora pracy):

.....  
.....  
.....

Załącznik nr 2.

## DEKLARACJA KONFLIKTU INTERESÓW

Konflikt interesów\* ma miejsce wtedy, gdy recenzent ma powiązania, relacje lub zależności przynajmniej z jednym z autorów pracy, takie jak na przykład zależności finansowe (poprzez zatrudnienie czy honoraria), bezpośrednie lub za pośrednictwem najbliższej rodziny.

**Tytuł**

**pracy**.....

**Data**.....

**Konflikt nie występuje**

Recenzent oświadcza, że nie ma powiązań ani innych finansowych zależności wobec Autora/Autorów:

.....

Podpis recenzenta

**\* Recenzent oświadcza, że występuje następujący konflikt interesów**

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Podpis recenzenta:

.....