

Received: 29.08.2019 / Accepted: 23.09.2019

## Assessment of the biostimulative effect of Lithovit and Kelpak on selected biometric and qualitative features of winter oilseed rape

## Ocena biostymulującego działania preparatów Lithovit i Kelpak na wybrane cechy biometryczne i jakościowe rzepaku ozimego

Kinga Matysiak<sup>1\*</sup>, Wojciech Miziniak<sup>2</sup>

### Summary

Biostimulants are products that can modify physiological functions of plants, strengthen plant natural defenses against different biotic and abiotic stresses and improve nutrition efficiency. They can help plants to adapt to unfavorable conditions by either suppressing or eliminating plant growth-limiting factors affecting plant during its life. Seaweeds are the most essential living organisms used commercially as biostimulants on a wide scale. Fertilizers containing numerous microelements are another group affecting positively plant response to environmental stress. Field trials evaluating application of two biostimulants were carried out at the Institute of Plant Protection – National Research Institute in Poznan (Poland) in the 2011–2013. The aim of the study was to assess the influence of carbon dioxide leaf fertilizer (Lithovit) and seaweeds (Kelpak) applied separately or in the mixtures on winter oilseed rape plants. The results obtained in the study confirm the significant impact of weather conditions on seaweeds and nanofertilizer activity. Positive effect of the examined substances on plant height, chlorophyll content, number of seeds in pods, mass of 1000 seeds and yield was revealed in the year with worst humidity conditions. Kelpak and Lithovit activity was more beneficial to oilseed rape when used at the earlier plant growth stage (BBCH 32), regardless of whether the products were applied separately or in a mixture. The type of biostimulator (algae extract or mineral biostimulator) was not a factor determining its effect on winter rapeseed plants.

**Key words:** biostimulants, algae, nanofertilizer, trace elements, *Brassica napus* var. *oleifera*, chlorophyll, yield quality

### Streszczenie

Biostymulatory to produkty, które mogą modyfikować fizjologiczne funkcje roślin, wzmacniają naturalne mechanizmy obronne roślin przeciwko stresom biotycznym i abiotycznym, a także poprawiają przyswajalność składników odżywczych. Algi morskie są najistotniejszymi żywymi organizmami używanymi komercyjnie jako biostymulatory. Inną grupą substancji, którym przypisuje się dobroczynne działanie w tolerancji roślin na stesy są nawozy zawierające liczne mikroelementy. W latach 2011–2013 w Instytucie Ochrony Roślin – Państwowym Instytucie Badawczym przeprowadzono badania polowe nad działaniem dwóch preparatów o działaniu biostymulującym na rośliny rzepaku. Celem badań była ocena działania wyciągu z alg (Kelpak) oraz nawozu dolistnego (Lithovit) na wzrost, rozwój i plonowanie rzepaku. Wyniki uzyskane w pracy potwierdzają znaczny wpływ warunków pogodowych na działanie preparatu z alg oraz nanonawozu. Stymulujące działanie badanych substancji na wysokość roślin, zawartość chlorofilu, liczbę nasion w łuszczynach, masę 1000 nasion i plon ujawniło się w roku badawczym charakteryzującym się gorszymi warunkami wilgotnościowymi. Kelpak i Lithovit korzystniej działały na rośliny rzepaku zwłaszcza, gdy stosowano je we wcześniejszej fazie rozwojowej (BBCH 32), bez względu na to czy były aplikowane oddzielnie, czy w mieszaninie. Rodzaj biostymulatora (ekstrakt z alg czy biostymulator mineralny) nie był czynnikiem determinującym jego działanie na rośliny rzepaku ozimego.

**Słowa kluczowe:** biostymulatory, algi, nanonawóz, pierwiastki śladowe, *Brassica napus* var. *oleifera*, chlorofil, jakość plonu

<sup>1</sup> Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy  
Władysława Węgorka 20, 60-318 Poznań

<sup>2</sup> Instytut Ochrony Roślin – Państwowy Instytut Badawczy  
Terenowa Stacja Doświadczalna w Toruniu  
Pigwowa 16, 87-100 Toruń

\*corresponding author: k.matysiak@iortib.poznan.pl  
ORCID: 0000-0001-8082-9342

## Wstęp / Introduction

W wielu krajach Europy rynek biostymulatorów w ostatnim dziesięcioleciu znacznie się powiększył, a ponadto poszukiwane są substancje, które mogłyby znaleźć zastosowanie nie tylko w rolnictwie konwencjonalnym, ale również w produkcji ekologicznej. Biostymulatory to substancje mające zdolność modyfikowania fizjologicznych funkcji w roślinie i ochrony rośliny przed działaniem stresów biotycznych i abiotycznych (Stirk i van Staden 1997; Stirk i wsp. 2003; Sangha i wsp. 2010; Calvo i wsp. 2014). Preparaty zwane także „kondycjonerami roślinnymi” pomagają roślinom zaadaptować się do niekorzystnych warunków, hamując lub eliminując działanie czynników, które mogłyby niekorzystnie wpływać na wzrost i rozwój rośliny (du Jardin 2012).

Jednym z preparatów na bazie alg, który zyskuje coraz większe zainteresowanie producentów roślin jest Kelpak. Jego pozytywny wpływ opisano dla winorośli i cytrusów, roślin ozdobnych oraz w mniejszym stopniu także upraw rolniczych (Al-Hawezy 2015; Wierzbowska i wsp. 2015; Al-Hameedawi i AL-Malikshah 2016; Botelho i wsp. 2018). Kelpak jest naturalnym produktem wytwarzanym z alg morskich *Ecklonia maxima*. Kelpak podobnie jak inne wyciągi z alg, dzięki obecności naturalnych hormonów, w szczególności auksyn i cytokinin oraz różnych mikroelementów (Cu, Zn, Mo, B, Co) znacząco wpływa na wzrost i rozwój roślin, a także zwiększa naturalną odporność na choroby (Eris i wsp. 1995; Khan i wsp. 2009). Fitohormony zawarte w algach pomagają roślinom zaadaptować się do warunków stresowych poprzez stymulację rozwoju systemu korzeniowego i utrzymywanie stałego nawodnienia komórek. Wyciągi z alg są postrzegane jako ważne czynniki zapobiegające skutkom stresów abiotycznych, którym zwykle poddana jest roślina uprawna (przymrozki, susza, zasolenie) (De Waele i wsp. 1988; Crouch i van Staden 1993; Sangha i wsp. 2010; Zhang i wsp. 2010). Końcowy efekt działania alg na rośliny zależy jednak od zastosowanej dawki, częstości stosowania i gatunku rośliny uprawnej, stąd też dane literaturowe o działaniu alg na rośliny uprawne nie są jednoznaczne. W efekcie, obecne badania nad preparatem Kelpak koncentrują się głównie na określeniu optymalnej dawki i czasu aplikacji w odniesieniu do konkretnego gatunku rośliny uprawnej (Matysiak i wsp. 2012; Wierzbowska i wsp. 2015; Szczepanek i Grzybowski 2016).

Osiągnięcie zadowalających plonów jest możliwe dzięki stosowaniu makro- i mikroelementów. Na ich dostępność z roztworu glebowego ma wpływ struktura gleby, jej pH, skład edafonu oraz indywidualne właściwości rośliny (np. budowa systemu korzeniowego). Niektóre mikroelementy (np. Fe, Mn, Ca, Mg) z powodu alkalicznego odczynu gleby są słabo pobierane przez rośliny, przez co nie są w pełni wykorzystywane przez organizm roślinny (Arif i wsp. 2006; Ali i wsp. 2014). Alternatywnie więc stosuje się nawozy

dolistne, które jak donosi literatura mogą być znacznie skuteczniejsze od nawozów doglebowych (Torun i wsp. 2001).

Lithovit jest nalistnym nanonawozem intensyfikującym proces fotosyntezy w roślinach. Jego pośrednie działanie polega na produkcji dwutlenku węgla w przestrzeniach międzykomórkowych, do których wnika poprzez aparaty szparkowe. Z tego powodu nie jest zalecany do stosowania w warunkach dużej suszy, bowiem wówczas aparaty szparkowe roślin ulegają zamknięciu. Lithovit znajduje jednak zastosowanie tuż przed spodziewanym działaniem stresu abiotycznego (np. suszy). Działanie preparatu wzmacniają zawarte w nim mikroelementy: wapń, magnez, mangan, cynk, miedź i kobalt. Z powodzeniem jest stosowany w uprawach warzywnych i sadach, w wielu krajach Europy, Azji, Stanach Zjednoczonych, Ameryce Południowej i niektórych krajach Afryki (Bilal 2010).

Celem badań była ocena działania nawozu CO<sub>2</sub> (Lithovit) oraz wyciągu z alg (Kelpak) na wzrost i plonowanie rzepaku ozimego w zależności od fazy rozwojowej rośliny uprawnej w czasie aplikacji, a także sprawdzono możliwość łącznego stosowania tych preparatów.

## Materiały i metody / Materials and methods

### Warunki doświadczenia / Trial conditions

Doświadczenia polowe prowadzono w latach 2011/2012 i 2012/2013 w Polowej Stacji Doświadczalnej w Winnej Górze (52°12'0"N, 17°27'0"E), należącej do Instytutu Ochrony Roślin – Państwowego Instytutu Badawczego. Dwa doświadczenia założono w układzie split-plot, w 4 powtórzeniach, w rzepaku ozimym odmiany Monolit. Powierzchnia poletek wynosiła 16,5 m<sup>2</sup> (11 m × 1,5 m). W 2011 roku rzepak zasiano 27 sierpnia, a w 2012 roku – 26 sierpnia w ilości 60 nasion/m<sup>2</sup>. Przedplonem w 2011 roku był jęczmień ozimy, a w 2012 roku – pszenica ozima. Doświadczenia założono na glebie płowej klasy IVa o pH 5,6–5,9 i zawartości substancji organicznej 0,82–0,84%. Zastosowano nawożenie mineralne: N – 185 kg/ha, P – 105 kg/ha, K – 105 kg/ha. W doświadczeniach zastosowano standardową ochronę herbicydową, fungicydową i insektycydową.

### Układ doświadczenia / Experimental lay-out

Obiekty doświadczalne stanowił preparat Kelpak SL (32,26% wyciąg z alg *Ecklonia maxima*) oraz Lithovit (77,9% węglanu wapnia, 8,7% węglanu magnezu, 7,4% krzemu, 0,2% tlenku potasu, 0,03% sodu, 0,02% fosforanów oraz żelaza, glinu, fosforu, strontu, baru i cynku):

1. Kontrola,
2. Kelpak SL aplikowany w dawce 2,0 l/ha, w fazie drugiego międzywęźla (BBCH 32),
3. Mieszanina Kelpak SL 2,0 l/ha + Lithovit 1,5 l/ha aplikowana w fazie drugiego międzywęźla (BBCH 32),

4. Lithovit aplikowany w dawce 1,5 l/ha, w fazie drugiego międzywęźla (BBCH 32),
5. Mieszanina Kelpak SL 2,0 l/ha + Lithovit 1,5 l/ha aplikowana w fazie końca kwitnienia (BBCH 67),
6. Lithovit aplikowany w dawce 1,5 l/ha, w fazie końca kwitnienia (BBCH 67),
7. Lithovit aplikowany dwukrotnie w dawce 1,5 l/ha: w fazie drugiego międzywęźla (BBCH 32) i w fazie końca kwitnienia (BBCH 67).

Zabiegi wykonano za pomocą opryskiwacza poletkowego o pojemności zbiornika 4 l wyposażonego w rozpylacze TEEJET 110 02 VP zużywając 200 l cieczy użytkowej w przeliczeniu na ha, przy ciśnieniu roboczym 0,3 MPa i prędkości 5 km/h. Temperatura w czasie zabiegu wynosiła w roku badawczym 2011/2012 – 18°C dla zabiegów w fazie BBCH 32 i 23°C dla zabiegów w fazie BBCH 67, a w roku 2012/2013 odpowiednio 15°C i 20°C.

Tuż przed zbiorem oceniono wysokość roślin na podstawie losowo wybranych 25 roślin z poletka oraz liczbę nasion w łuszczykach, pobierając łuszczyzny z losowo wybranych roślin, z różnych partii rośliny (100 łuszczyk/poletko). Zawartość chlorofilu w liściach określono na podstawie 30 roślin z poletka. Do określenia ilości chlorofilu wykorzystano aparat N-tester firmy Hydro. Plon zebrano kombajnem poletkowym, a następnie określono masę tysiąca nasion, plon oraz cechy jakościowe nasion – zawartość białka i tłuszczu. Analizę jakościową wykonano z wykorzystaniem aparatu Infratec 1241 firmy Foss.

#### Analiza statystyczna / Data analysis

Wyniki poddano analizie wariancji, z wykorzystaniem programu FR ANALWAR 5.2 dla doświadczenia dwuczynnikowego. Istotne różnice (NIR) wyznaczano za pomocą testu Tukeya przy poziomie istotności  $p \leq 0,05$ .

#### Warunki meteorologiczne / Meteorological conditions

W okresie wegetacji jesiennej rzepaku nie zanotowano znaczących różnic temperaturowych w kolejnych latach badań, natomiast różnice dotyczyły opadów (tab. 1). Największy wpływ na wzrost i rozwój rzepaku mogły

mieć warunki pogodowe w okresie stosowania preparatów. W pierwszym terminie aplikacji preparatów (BBCH 32) w pierwszym roku badań (2011/2012) zanotowano znacznie mniejszą ilość opadów, przy jednocześnie niższej temperaturze, w porównaniu do roku 2012/2013. W okresie drugiego terminu aplikacji preparatów (BBCH 67) różnice w temperaturze i opadach pomiędzy latami doświadczeń nie były znaczące.

#### Wyniki i dyskusja / Results and discussion

Wyniki badań wyraźnie wskazują, iż warunki pogodowe w czasie wegetacji roślin miały decydujący wpływ na aktywność badanych preparatów. Istotne różnice pomiędzy obiektami badawczymi, a także obiektem kontrolnym ujawniły się tylko w sezonie, w którym zanotowano niekorzystne warunki wodne. W pierwszym roku badawczym zaobserwowano korzystny wpływ badanych preparatów na wysokość roślin rzepaku (tab. 2). Wielu autorów podkreśla, że warunki pogodowe mają kluczowe znaczenie dla działania ekstraktów z alg oraz mikroelementów w roślinie, jak i ogólnej kondycji roślin w okresie poprzedzającym aplikację tych substancji. Wyniki badań zawarte w dostępnej literaturze wskazują także na dominujące znaczenie dawki stosowanych preparatów na bazie alg, a mniejszą wagę przypisuje się terminom ich stosowania (Nedumaran i Perumal 2009; Matysiak i wsp. 2011). Natomiast w przypadku mikroelementów, a w szczególności nanopreparatów (Lithovit), zarówno termin stosowania, jak i koncentracja/dawka preparatu mają jednakowy wpływ na jego efektywność (Abdelghafar i wsp. 2016; Hamed 2018). W przedstawionych badaniach istotne różnice dotyczyły obiektów, na których aplikowano mieszaninę Kelpak + Lithovit w fazie rozwojowej rośliny uprawnej BBCH 32, a także dwukrotnie Lithovit (BBCH 32 i 67). Rośliny z tych obiektów charakteryzowały się większą o 10–11% wysokością w porównaniu do roślin kontrolnych. Wyniki te nie znalazły potwierdzenia w kolejnym sezonie wegetacyjnym, a prawdopodobną przyczyną braku działania preparatów były ogólnie korzystniejsze

Tabela 1. Warunki pogodowe w latach badań  
Table 1. Weather conditions during the years of the study

Rok – Year	Miesiąc – Month											
	IX	X	XI	XII	I	II	III	IV	V	VI	VII	
Średnia temperatura – Average temperature [°C]												
2011/2012	12,4	6,2	4,8	6,0	0,3	–3,7	3,3	8,9	14,3	18,5	17,7	
2012/2013	15,1	9,2	3,5	3,0	0,2	–4,3	5,6	11,1	16,0	16,7	17,0	
Opady – Rainfall [mm]												
2011/2012	67,3	3,9	122,0	63,1	27,8	27,9	9,4	6,7	25,5	61,2	65,9	
2012/2013	35,1	19,6	0,30	58,9	66,0	36,1	19,2	21,3	31,5	94,0	54,2	

Tabela 2. Wysokość roślin rzepaku ozimego oraz zmiany w stosunku do kontroli  
Table 2. Height of plants of winter oilseed rape and the changes compare to the control

Lp. No.	Obiekt i termin zabiegu Treatment and date of application	Dawka Dose [l/ha]	Wysokość roślin przed zbiorem Height of plants before harvest [cm]					
			rok – year				średnia z lat average of years	
			2011/2012		2012/2013			
			[cm]	[%]	[cm]	[%]	[cm]	[%]
1.	kontrola – control	–	141	–	143	–	142	–
2.	Kelpak / 32	2,0	150	5	155	8	151	6
3.	Kelpak + Lithovit / 32	2,0 + 1,5	156	11	153	8	154	8
4.	Lithovit / 32	1,5	152	8	150	5	151	6
5.	Kelpak + Lithovit / 67	2,0 + 1,5	145	3	151	6	148	4
6.	Lithovit / 67	1,5	142	1	148	3	145	2
7.	Lithovit // Lithovit / 32//67	1,5	155	10	151	5	153	8
NIR (0,05) – LSD (0.05)			10,5	–	r.n.	–	9,9	–

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

warunki wilgotnościowe. Cechą, na którą biostymulatory miały znacznie większy wpływ, niezależnie od lat badań, była zawartość chlorofilu w liściach (tab. 3). Większą ilością chlorofilu – od 11 do 18% (w porównaniu z kontrolą) charakteryzowały się rośliny z obiektów, gdzie badane preparaty stosowano same lub w mieszanie w fazie BBCH 32 oraz rośliny dwukrotnie opryskiwane preparatem Lithovit (BBCH 32 i 67). Natomiast rośliny, na których aplikowano sam Lithovit lub jego mieszaninę z preparatem Kelpak w fazie BBCH 67 charakteryzowały się bardzo małym (statystycznie nieistotnym) wzrostem zawartości chlorofilu. Tymczasem Matysiak i wsp. (2011) udowodnili korzystny wpływ preparatu zawierającego algi morskie (Kelpak) zarówno na długość pędów roślin (kukurydza), jak i wpływ

na zawartość chlorofilu. Bardzo duży wpływ aplikacji wyciągów z alg na wysokość roślin (wzrost o 35%) został także odnotowany w badaniach Thevanathana i wsp. (2005) oraz Bai i wsp. (2007). Bardzo korzystne działanie nanopreparatu Lithovit na rozwój wegetatywny roślin uprawnych wskazał Bilal (2010), Abou-Shlell i wsp. (2017) i Hamed (2018).

W przeprowadzonych badaniach własnych liczba nasion w łuszczykach zmieniała się w zależności od zastosowanego preparatu i terminu zabiegu (tab. 4). W pierwszym roku badań istotne różnice w liczbie nasion w łuszczyce uzyskano w kombinacjach, gdzie preparaty stosowano wyłącznie w fazie BBCH 32 lub sam Lithovit jednocześnie w dwóch fazach BBCH 32 i 67. Istotne różnice w masie tysiąca nasion wykazano tylko w sezonie wegetacyjnym 2011/2012

Tabela 3. Zawartość chlorofilu w liściach oraz zmiany w stosunku do kontroli  
Table 3. Chlorophyll content in winter oilseed rape leaves and changes compared to the control

Lp. No.	Obiekt i termin zabiegu Treatment and date of application	Dawka Dose [l/ha]	Zawartość chlorofilu przed zbiorem Chlorophyll content before harvest [SPAD]					
			rok – year				średnia z lat average of years	
			2011/2012		2012/2013			
			SPAD	[%]	SPAD	[%]	SPAD	[%]
1.	kontrola – control	–	533	–	530	–	532	–
2.	Kelpak / 32	2,0	612	15	589	11	550	3
3.	Kelpak + Lithovit / 32	2,0 + 1,5	621	17	602	13	612	12
4.	Lithovit / 32	1,5	594	11	620	17	607	15
5.	Kelpak + Lithovit / 67	2,0 + 1,5	580	9	572	8	576	8
6.	Lithovit / 67	1,5	548	3	561	6	555	4
7.	Lithovit // Lithovit / 32//67	1,5	603	13	623	18	613	15
NIR (0,05) – LSD (0.05)			58,1	–	62,1	–	71,1	–

Tabela 4. Liczba nasion w łuszczykach rzepaku ozimego oraz zmiany w stosunku do kontroli  
Table 4. Number of seeds in siliques of winter oilseed rape and changes compared to the control

Lp. No.	Obiekt i termin zabiegu Treatment and date of application	Dawka Dose [l/ha]	Liczba nasion w łuszczyźnie Number of seeds per silique					
			rok – year				średnia z lat average of years	
			2011/2012		2012/2013			
			liczba number	[%]	liczba number	[%]	liczba number	[%]
1.	kontrola – control	–	20	–	18	–	19	–
2.	Kelpak / 32	2,0	23	15	21	17	22	16
3.	Kelpak + Lithovit / 32	2,0 + 1,5	24	20	22	22	23	21
4.	Lithovit / 32	1,5	24	20	21	17	23	21
5.	Kelpak + Lithovit / 67	2,0 + 1,5	20	0	19	6	21	11
6.	Lithovit / 67	1,5	21	10	20	11	20	5
7.	Lithovit // Lithovit / 32//67	1,5	23	15	22	22	22	16
NIR (0,05) – LSD (0.05)			2,9	–	3,1	–	3,4	–

Tabela 5. Masa tysiąca nasion rzepaku ozimego oraz zmiany w stosunku do kontroli  
Table 5. Weight of thousand seeds of winter oilseed rape and change compared to the control

Lp. No.	Obiekt i termin zabiegu Treatment and date of application	Dawka Dose [l/ha]	Masa tysiąca nasion Weight of thousand seeds [g]					
			rok – year				średnia z lat average of years	
			2011/2012		2012/2013			
			[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]
1.	kontrola – control	–	4,35	–	4,76	–	4,55	–
2.	Kelpak / 32	2,0	4,93	13	4,97	4	4,95	9
3.	Kelpak + Lithovit / 32	2,0 + 1,5	4,87	12	4,92	3	4,89	7
4.	Lithovit / 32	1,5	5,00	15	5,01	5	5,00	10
5.	Kelpak + Lithovit / 67	2,0 + 1,5	5,17	19	4,98	5	5,08	12
6.	Lithovit / 67	1,5	5,09	17	5,10	7	5,10	12
7.	Lithovit // Lithovit / 32//67	1,5	5,07	17	4,85	2	4,96	9
NIR (0,05) – LSD (0.05)			0,432	–	0,414	–	0,497	–

(tab. 5). W tym roku, w zależności od terminu stosowania preparatów uzyskano zwiększenie masy tysiąca nasion na poziomie 12–19% w porównaniu z kontrolą. Najkorzystniejsze działanie na tę cechę wykazała mieszanina Kelpak + Lithovit stosowana w późniejszej fazie rozwojowej rzepaku (wzrost o 19%). Zwiększenie masy tysiąca nasion o 15% uzyskano w kombinacjach, gdzie aplikowano Lithovit w jednym zabiegu (BBCH 67) lub dwukrotnie w dwóch fazach rozwojowych. Rośliny poddane działaniu badanych biostymulatorów wykazały tendencję do zwiększania plonu nasion, ale statystycznie istotną, aczkolwiek niewielką przyrost plonowania uzyskano wyłącznie w roku 2011/2012 (tab. 6). Wzrost plonu nasion wystąpił tylko na obiektach, gdzie preparaty aplikowano w fazie BBCH 32. W żadnym

roku doświadczalnym nie udowodniono wpływu biostymulatorów na zawartość białka i tłuszczu w nasionach (tab. 7). Tymczasem wielu autorów podkreśla istotne znaczenie stosowania preparatów zawierających mikroelementy dla uzyskania wyższych, a zarazem jakościowo lepszych plonów (Grewal i wsp. 1997; El-Fouly i wsp. 2000; Günef i wsp. 2003; Fang i wsp. 2008). Podobnie w przypadku preparatów zawierających algi morskie, w doniesieniach literaturowych ich korzystne działanie szczególnie mocno akcentowane jest w odniesieniu do struktury plonu (Mooney i van Staden 1986; Ferreira i Lourens 2002; Kumar i Sahoo 2011). Badania własne wskazują raczej na umiarkowany wpływ nanopreparatu Lithovit oraz preparatu Kelpak na rośliny rzepaku. Brak



Tabela 6. Plon rzepaku ozimego oraz zmiany w stosunku do kontroli  
Table 6. Yield of winter oilseed rape and changes compared to the control

Lp. No.	Obiekt i termin zabiegu Treatment and date of application	Dawka Dose [l/ha]	Plon nasion Yield of seeds [t/ha]					
			rok – year				średnia z lat average of years	
			2011/2012		2012/2013		[t/ha]	[%]
			[t/ha]	[%]	[t/ha]	[%]		
1.	kontrola – control	–	3,44	–	4,11	–	3,68	–
2.	Kelpak / 32	2,0	3,66	6	4,16	1	3,95	7
3.	Kelpak + Lithovit / 32	2,0 + 1,5	3,69	7	4,23	3	3,98	8
4.	Lithovit / 32	1,5	3,71	8	4,24	3	4,00	9
5.	Kelpak + Lithovit / 67	2,0 + 1,5	3,42	1	4,19	2	3,80	3
6.	Lithovit / 67	1,5	3,45	0	4,22	3	3,78	3
7.	Lithovit // Lithovit / 32//67	1,5	3,62	5	4,27	4	3,95	7
NIR (0,05) – LSD (0.05)			0,211	–	r.n.	–	0,259	–

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

Tabela 7. Zawartość białka oraz tłuszczu w nasionach rzepaku ozimego  
Table 7. Protein and fat content in winter oilseed rape seeds

Lp. No.	Obiekt i termin zabiegu Treatment and date of application	Dawka Dose [l/ha]	Zawartość białka Protein content [%]			Zawartość tłuszczu Fat content [%]		
			rok – year		średnia z lat average of years	rok – year		średnia z lat average of years
			2011/2012	2012/2013		2011/2012	2012/2013	
1.	kontrola – control	–	14,9	15,2	15,1	47,2	48,2	47,7
2.	Kelpak / 32	2,0	14,8	15,8	15,3	49,3	46,3	47,8
3.	Kelpak + Lithovit / 32	2,0 + 1,5	15,2	15,4	15,3	46,4	47,4	46,9
4.	Lithovit / 32	1,5	15,4	15,9	15,7	45,4	46,1	45,8
5.	Kelpak + Lithovit / 67	2,0 + 1,5	14,7	15,7	15,2	46,7	48,1	47,4
6.	Lithovit / 67	1,5	15,6	14,8	15,2	47,3	47,5	47,4
7.	Lithovit // Lithovit / 32//67	1,5	14,2	16,1	15,2	48,2	46,9	47,6
NIR (0,05) – LSD (0.05)			r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.	r.n.

r.n. – różnica nieistotna – not significant difference

powtarzalności uzyskanych wyników w latach badań jest czynnikiem, który znacznie ogranicza wyciągnięcie jednoznacznych zaleceń, co do sposobu aplikacji tych dwóch preparatów.

## Wnioski / Conclusions

1. Decydujący wpływ na biostymulujące działanie preparatów Kelpak oraz Lithovit miały warunki pogodowe towarzyszące wegetacji rośliny uprawnej, a w szczególności wielkość i rozkład opadów. Pozytywne działanie preparatów na wysokość roślin, zawartość chlorofilu,

liczbę nasion w łuszczynach, masę 1000 nasion i plon ujawniło się w roku badawczym charakteryzującym się gorszymi warunkami wilgotnościowymi.

2. Kelpak i Lithovit korzystniej działały na rośliny rzepaku, zwłaszcza gdy stosowano je we wcześniejszej fazie rozwojowej (BBCH 32), bez względu na to czy były aplikowane oddzielnie, czy w mieszaninie.
3. Nie stwierdzono różnic w działaniu biostymulatorów na badane cechy roślin rzepaku ozimego, które związane byłyby z rodzajem zastosowanego preparatu. Rodzaj biostymulatora (ekstrakt z alg czy biostymulator mineralny) nie był elementem determinującym jego działanie na rośliny rzepaku ozimego.

## Literatura / References

- Abdelghafar M.S., Al-Abd M.T., Helaly A.A., Rashwan A.M. 2016. Foliar application of lithovit and rose water as factor for increasing onion seed production. *Natural Sciences* 14 (3): 53–61. DOI: 10.7537/marsnsj14031608.
- Abou-Shlell M.K., Abd El-Dayem H.M., Ismaeil F.H.M., Abd El-Aal M.M., El-Emary F.A. 2017. Impact of the foliar spray with benzyl adenine, paclobutrol, algae extract, some mineral nutrients and lithovit on anatomical features of *Moringa olifera* plant. *Annals of Agricultural Sciences, Moshtohor* 51 (1): 49–62.
- Al-Hameedawi A.M.S., AL-Malikshah Z.R.J. 2016. Effect of sparing with Kelpak, Hletab and Grofalcs on storability characters of fruits of sours orange (*Citrus aurantium* L.). *Theoretical & Applied Science* 1: 47–51. DOI: 10.15863/TAS.2016.01.33.10.
- Al-Hawezy S.M.N. 2015. The use of Kelpak to improve the vegetative growth of loquat (*Eriobotya Jappanica* L.) seedling. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences* 27: 1–4. DOI: 10.21271/zjpas.v27i6.334.
- Ali A., Perveen S., Shah S.N.M., Zhang Z., Wahid F., Shah M., Bibi S., Majid A. 2014. Effect of foliar application of micronutrients on fruit quality of peach. *American Journal of Plant Sciences* 5 (9): 1258–1264. DOI: 10.4236/ajps.2014.59138.
- Arif M., Chohan M.A., Ali S., Gul R., Khan S. 2006. Response of wheat to foliar application of nutrients. *Journal of Agricultural and Biological Science* 1 (4): 30–34.
- Bai N.R., Banu N.R.L., Prakash J.W., Goldi S.J. 2007. Effects of *Asparagopsis taxiformis* extract on the growth and yield of *Phaseolus aureus*. *Journal of Basic Applied Biology* 1 (1): 6–11.
- Bilal B.A. 2010. Lithovit: An innovative fertilizer. The 3rd e-Conference on Agricultural BioSciences (IeCAB 2010), 1st-15th June 2010. <http://www.m.elewa.org/econferenceIeCAB.php> [dostęp: 12.08.2019].
- Botelho R.V., Rusin C., Tumbarello G., Rombolà A.D. 2018. Yield and physicochemical characteristics of grapes from vines treated with extract of *Ecklonia maxima*. *Applied Research & Agrotechnology* 11 (2): 7–14. DOI: 10.5935/PAeT.V11.N2.01.
- Calvo P., Nelson L., Kloepper J.W. 2014. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil* 383 (1–2): 3–41. DOI: 10.1007/s11104-014-2131-8.
- Craigie J.S. 2011. Seaweed extract stimuli in plant science and agriculture. *Journal of Applied Phycology* 23 (3): 371–393. DOI: 10.1007/s10811-010-9560-4.
- Crouch I.J., van Staden J. 1993. Evidence for the presence of plant growth regulators in commercial seaweed products. *Plant Growth Regulation* 13 (1): 21–29. DOI: 10.1007/BF00207588.
- De Waele D., McDonald A.H., De Waele E. 1988. Influence of seaweed concentrate on the reproduction of *Pratylenchus zae* (Nematoda) on maize. *Nematologica* 34: 71–77. DOI: 10.1163/002825988X00062.
- du Jardin P. 2015. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae* 196: 3–14. DOI: 10.1016/j.scienta.2015.09.021.
- El-Fouly M.M., Moubarak Z.M., Salama Z.A. 2000. Micronutrient foliar application increases salt tolerance of tomato seedlings. *International Symposium on Techniques to Control Salination for Horticultural Productivity* 573: 467–474. DOI: 10.17660/ActaHortic.2002.573.57.
- Eris A., Sivritepe H.Ö., Sivritepe N. 1995. The effect of seaweed (*Ascophyllum nodosum*) extract on yield and quality criteria in peppers. *Acta Horticulturae* 412: 185–192. DOI: 10.17660/ActaHortic.1995.412.21.
- Fang Y., Wang L., Xin Z., Zhao L., An X., Hu Q. 2008. Effect of foliar application of zinc, selenium, and iron fertilizers on nutrients concentration and yield of rice grain in China. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56 (6): 2079–2084. DOI: 10.1021/jf800150z.
- Ferreira M.I., Lourens A.F. 2002. The efficacy of liquid seaweed extract on the yield of canola plants. *South African Journal of Plant and Soil* 19 (3): 159–161. DOI: 10.1080/02571862.2002.10634457.
- Grewal H.S., Zhonggu L., Graham R.D. 1997. Influence of subsoil zinc on dry matter production, seed yield and distribution of zinc in oilseed rape genotypes differing in zinc efficiency. *Plant and Soil* 192 (2): 181–189. DOI: 10.1023/A:1004228610138.
- Günef A., Alpaslan M., Inal A., Adak S., Eraslan F., Cicek N. 2003. Effects of boron fertilization on the yield and some yield components of bread and durum wheat. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 27: 329–335.
- Hamed E.S. 2018. Effect of nitrogenous fertilization and spraying with nano-fertilizer on *Origanum syriacum* L. var. *syriacum* plants under North Sinai conditions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry* 7 (4): 2902–2907.
- Khan W., Rayirath U.P., Subramanian S., Jithesh M.N., Rayorath P., Hodges D.M., Critchley A.T., Craigie J.S., Norrie J., Prithiviraj B. 2009. Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. *Plant Growth Regulation* 28: 386–399. DOI: 10.1007/s00344-009-9103-x.
- Kumar G., Sahoo D. 2011. Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. Pusa Gold. *Journal of Applied Phycology* 23 (2): 251–255. DOI: 10.1007/s10811-011-9660-9.
- Matysiak K., Kaczmarek S., Krawczyk R. 2011. Influence of seaweed extracts and mixture of humic and fluvic acids on germination and growth of *Zea mays* L. [Wpływ ekstraktów z alg morskich oraz kwasów huminowych i fulwowych na kiełkowanie i początkowy wzrost *Zea mays* L.]. *Acta Scientiarum Polonorum, Agricultura* 10 (1): 33–45.
- Matysiak K., Kaczmarek S., Leszczyńska D. 2012. Wpływ ekstraktu z alg morskich *Ecklonia maxima* na pszenicę ozimą odmiany Tonacja. [Influence of liquid seaweed extract of *Ecklonia maxima* on winter wheat cv Tonacja]. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering* 57 (4): 44–47.
- Mooney P.A., van Staden J. 1986. Algae and cytokinins. *Journal of Plant Physiology* 123 (1): 1–21. DOI: 10.1016/S0176-1617(86)80061-X.
- Nedumaran T., Perumal P. 2009. Effect of seaweed liquid fertilizer on the germination and growth of seedling of mangrove – *Rhizophora ueronata* Boir. *Journal of Phytology* 1 (3): 142–146.
- Sangha J.S., Hobson D., Hiltz D., Critchley A.T., Prithiviraj B. 2010. The use of commercial seaweed extracts as a means to alleviate abiotic stress in land plants: a review. *Algal Resources* 3: 153–168.
- Stirk W.A., Novák O., Snrad M., Van Staden J. 2003. Cytokinins in macroalgae. *Plant Growth Regulation* 41 (1): 13–24. DOI: 10.1023/A:1027376507197.

- Stirk W.A., van Staden J. 1997. Comparison of cytokinin- and auxin-like activity in some commercially used seaweed extracts. *Journal of Applied Phycology* 8: 503–508.
- Szczepanek M., Grzybowski K. 2016. Yield and macronutrient accumulation in grain of spring wheat (*Triticum aestivum* ssp. *vulgare* L.) as affected by biostimulant application. *Advances in Crop Science and Technology* 4 (228): 1–4. DOI: 10.4172/2329-8863.1000228.
- Thevanathan R., Anjanadutta, Dinamani D.S., Bhavani L.G. 2005. Studies on the impact of application of marine algal manure and liquid fertiliser on the linear growth of the seedlings of some pulses. *Seaweed Research and Utilisation* 27 (1/2): 125–133.
- Torun A., Itekin I.G.Ä., Kalayci M., Yilmaz A., Eker S., Cakmak I. 2001. Effects of zinc fertilization on grain yield and shoot concentrations of zinc, boron, and phosphorus of 25 wheat cultivars grown on a zinc deficient and boron-toxic soil. *Journal of Plant Nutrition* 24 (11): 1817–1829. DOI: 10.1081/PLN-100107314.
- Wierzbowska J., Cwalina-Ambroziak B., Glosek M., Sienkiewicz S. 2015. Effect of biostimulators on yield and selected chemical properties of potato tubers. *Journal of Elementology* 20 (3): 757–768. DOI: 10.5601/jelem.2014.19.4.799.
- Zhang X., Wang K., Ervin E.H. 2010. Optimizing dosages of seaweed extract-based cytokinins and zeatin riboside for improving creeping bentgrass heat tolerance. *Crop Science* 50 (1): 316–320. DOI: 10.2135/cropsci2009.02.0090.