

# **IMPACT OF INSECTICIDES ON MAGNESIUM AND CALCIUM CONTENTS IN POTATO TUBERS**

**Krystyna Zarzecka, Marek Gugala,  
Bogumiła Zadrozniak**

**Chair of Plant Cultivation  
University of Podlasie**

## **Abstract**

A study has been carried out on the basis of a field experiment set up on soil of very good rye complex. The experiment was designed as randomized sub-blocks with three replications. Experimental factors included three cultivars of edible potato – Wiking, Mors, and Żagiel, and six Colorado potato beetle control methods using the following insecticides: Actara 25 WG at the rate of 80 g ha<sup>-1</sup>, Regent 200 SC at the rate of 0.1 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, Calypso 480 SC at three rates: 0.05; 0.075 and 0.1 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, and a control treatment without chemical protection. Magnesium and calcium contents in potato tubers were determined by the ASA method. The content of the elements depended on the cultivars, Colorado potato beetle control methods and weather conditions throughout the growing season. The insecticides applied significantly increased magnesium and calcium contents compared with the tubers harvested from the control treatment where no chemical protection was applied. Tubers of Żagiel and Wiking cultivars had the highest magnesium content and calcium content, respectively.

Key words: potato, Colorado potato beetle, insecticides, magnesium, calcium.

## **ODDZIAŁYWANIE INSEKTYCYDÓW NA ZAWARTOŚĆ MAGNEZU I WAPNIA W BULWACH ZIEMNIAKA**

## **Abstrakt**

Badania oparto na doświadczeniu polowym założonym na glebie kompleksu żytniego bardzo dobrego metodą losowanych podbloków w trzech powtórzeniach. Czynnikiem eksperymentu były: 3 odmiany ziemniaka jadalnego: Wiking, Mors, Żagiel i 6 sposobów zwal-

czania stonki ziemniaczanej z udziałem insektycydów – Actara 25 WG w dawce 80 g ha<sup>-1</sup>, Regent 200 SC w dawce 0,1 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, Calypso 480 SC w dawkach 0,05; 0,075 i 0,1 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> oraz obiekt kontrolny bez ochrony chemicznej. Zawartość magnezu i wapnia w bulwach ziemniaka oznaczono metodą ASA. Zawartość pierwiastków zależała istotnie od uprawianych odmian, sposobów zwalczania stonki ziemniaczanej i warunków pogodowych w okresie wegetacji. Aplikowane insektycydy wpłynęły na wzrost zawartości magnezu i wapnia, w porównaniu z bulwami pochodzącymi z obiektu kontrolnego, na którym nie stosowano ochrony chemicznej. W bulwach odmiany Żagiel stwierdzono największą zawartość magnezu, a w bulwach odmiany Wiking największą zawartość wapnia.

Słowa kluczowe: ziemniak, stonka ziemniaczana, insektycydy, magnez, wapń.

## INTRODUCTION

Potato plays a very significant role in human diet. As a result, an impact of plant protection agents, including insecticides, on potato quality is an important issue (LESZCZYŃSKI 2002). According to many authors, the content of particular macroelements in potato tubers is conditioned by cultivar properties (MAZURCZYK 1994, KOŁODZIEJCZYK, SZMIGIEL 2005, TEKALIGN, HAMMES 2005), agronomic factors (ROZTROPOWICZ 1989, RYKACZEWSKA 2000, ZARZECKAM, GĄSIOROWSKA 2000) and weather conditions during the potato growing period (LESZCZYŃSKI 1994, KOŁODZIEJCZYK, SZMIGIEL 2005). There is little available data on the impact of insecticides on the content of minerals in potato tubers. The information pertaining to an unfavourable effect of application of chemicals in agriculture on potato yield quality has provided a stimulus for determination of content of magnesium and calcium, two most important minerals. The study aimed at determining an impact of the newest generation insecticides (Actara 80 WG, Regent 200 SC, Calypso 480 SC) on magnesium and calcium concentrations in tubers of three potato varieties.

## MATERIAL AND METHODS

A study was carried out on potato tubers obtained from a field experiment conducted in 2004-2006 at the Zawady Experimental Farm owned by the University of Podlasie in Siedlce. The soil belonged to very good rye complex. The experiment was established in a randomized sub-block design including two factors: factor I – three edible potato varieties: Wiking, Mors and Żagiel, and factor II – six methods of Colorado potato beetle control including the newest generation insecticides: 1) control treatment with no chemical protection, 2) Actara 80 WG (thiametoxam) at the rate of 80 g ha<sup>-1</sup>, 3) Regent 200 SC (fipronil) 0.1 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 4) Calypso 480 SC (thiacloprid) 0.05 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 5) Calypso 480 SC (thiacloprid) 0.075 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, 6) Calypso 480 SC (thiacloprid) 0.1 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. At the beginning of the experiment, there

was no recommendation regarding the rate of Calypso 480 SC, thus the amount applied was 0.05-0.1 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. At present the recommended rate is 0.075-0.1 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>. The plot area was 15 m<sup>2</sup>.

Potato was cultivated after winter wheat. Each year the same organic and mineral fertilization was applied. The amount of farmyard manure was 25.0 t ha<sup>-1</sup>, and the respective rates of N, P and K were as follows: 100, 44.0 (100 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>·0.44) and 124.5 kg ha<sup>-1</sup> (150 K<sub>2</sub>O·0.83). Chemical analyses were performed using dry material in three replications. Magnesium and calcium contents were determined after mineralization by atomic absorption spectrophotometry (AAS) (OSTROWSKA et al. 1991). Results of the study were statistically analysed by means of variance analysis and the means were compared by Tukey test at the significance level of p=0.05. Climatic conditions varied over the growing periods of potato cultivation (Table 1).

Table 1

Weather conditions during potato vegetation season in 2004-2006 according to the Zawady Meteorological Station

Months	Sielianinow's hydrothermic coefficient *		
	2004	2005	2006
April	1.50	0.47	1.18
May	2.69	1.60	0.99
June	1.14	0.92	0.47
July	0.90	1.51	0.24
August	1.14	0.84	4.18
September	0.50	0.35	0.45
April-September	1.24	1.00	1.26
Rainfalls in the vegetation period, mm	320.9	268.8	358.6
Deviation from many-year average	-22.8	-74.9	+14.9
Mean air temperature, °C	14.1	15.0	15.8
Deviation from many-year average	+0.1	+1.0	+1.8
* up till 0.5 – strong mild drought 0.51-0.69 – mild drought 0.70-0.99 – weak mild drought ≤1 – fault mild drought			

## RESULTS AND DISCUSSION

The average magnesium content in tuber dry mater for the three-year study period amounted to 1.381 g (Table 2) and was similar to the values reported by ROGANA et al. (2000), RYKACZEWSKA (2000), WYSZKOWSKI, CIEĆKO (2001). The insecticides applied to control the Colorado potato beetle caused

Table 2

Content of magnesium in potato tubers ( $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1}$  d.m.)

Objects	Cultivars			Mean
	Wiking	Mors	Żągiel	
1. Control object	1.171	1.431	1.456	1.353
2. Actara 80 WG $80 \text{ g} \cdot \text{ha}^{-1}$	1.198	1.464	1.472	1.378
3. Regent 200 SC $0.1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	1.195	1.480	1.494	1.390
4. Calypso 480 SC $0.05 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	1.195	1.478	1.477	1.383
5. Calypso 480 SC $0.075 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	1.220	1.473	1.483	1.392
6. Calypso 480 SC $0.1 \text{ dm}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$	1.212	1.471	1.489	1.391
Mean	1.199	1.466	1.479	1.381
Mean for objects 2-6	1.204	1.473	1.483	1.387
LSD <sub>0.05</sub> between cultivars (I) between insecticides (II) in interaction (I x II)				0.019 0.016 n.s.

n.s. – not significant

unidirectional changes in magnesium content in the examined potato varieties. An average increase in the content of this element was significant and amounted to  $0.034 \text{ g kg}^{-1}$ . The available literature lacks information on the impact of insecticides on accumulation of macroelements in potatoes. KRASKA, PAŁYS (2005) applied the following insecticides: deltamethrin, bensultap and acetamipride, and recorded an increase of  $0.010 \text{ g kg}^{-1}$  in the magnesium content in potato root dry matter. Having applied herbicides, ZARZECKA, GAŚIOROWSKA (2000) found an increase in magnesium amount in tubers. In the studies by WYSZKOWSKI, CIEĆKO (2001) fungicides applied to potato fields significantly influenced neither magnesium and calcium nor phosphorus concentrations in the tubers.

The cultivars studied contained different magnesium amounts, the largest amount accumulated by Żągiel – on average  $1.479 \text{ g kg}^{-1}$ , and the lowest amount accumulated by Wiking – on average  $1.199 \text{ g kg}^{-1}$ . The differences between Mors and Żągiel were not statistically confirmed. Many authors (MAZURCZYK 1994, RYKACZEWSKA 2000, TEKALIGN, HAMMES 2005) found that potato tuber chemical composition was primarily affected by the cultivar.

Potato tubers harvested in the individual years differed in respect of magnesium content (Table 3). The weather conditions in 2004 favoured magnesium accumulation because temperature and rainfall were evenly distributed, which is reflected in the calculated values of hydrothermal coefficient. The lowest magnesium content was in 2006, when there was a spell of drought in June and July (which is the period of intensive yield accumulation). An impact of weather conditions on this characteristic has also been confirmed in the works by ROZTROPWICZ (1989), KOŁODZIEJCZYKA, SZMIGLA (2005).

Table 3

Effect of weather conditions on the content magnesium and calcium in potato tubers  
(mean for three cultivars)

Years	Content in dry matter	
	magnesium	calcium
2004	1.644	0.808
2005	1.409	0.835
2006	1.091	0.870
LSD <sub>0.05</sub>	0.019	0.016

Calcium content in potato tubers averaged 0.837 g kg<sup>-1</sup> (Table 4). Similar values for this element have been reported by WYSZKOWSKI, CIEĆKO (2001), as well as YILDRIM, TOKUSOBLU (2005). Statistical analysis confirmed that calcium content was significantly conditioned by the methods of Colorado potato beetle control, cultivars selected for cultivation and weather conditions over the study years. Insecticides increased the concentration of this element, on average by 0.022 g kg<sup>-1</sup>, compared with the control treatment, which was not chemically protected. No significant effect on calcium content was found after Calypso 480 SC had been applied at the lowest rate (0.05 dm<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>). WYSZKOWSKI, CIEĆKO (2001) as well as PROŚBA-BIAŁCZYK et al. (2002) reported that plant protection agents – fungicides – had no significant effect on the calcium content in potato tubers. However, there are no literature data pertaining to changes in the calcium amount in tubers as influenced by insecticides. Genetic properties of the grown cultivates significantly deter-

Table 4

Content of calcium in potato tubers (g · kg<sup>-1</sup> d.m.)

Objects	Cultivars			Mean
	Wiking	Mors	Żagiel	
1. Control object	0.866	0.779	0.814	0.819
2. Actara 80 WG 80 g · ha <sup>-1</sup>	0.884	0.800	0.828	0.837
3. Regent 200 SC 0.1 dm <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup>	0.893	0.804	0.832	0.843
4. Calypso 480 SC 0.05 dm <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup>	0.895	0.704	0.818	0.832
5. Calypso 480 SC 0.075 dm <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup>	0.898	0.800	0.826	0.841
6. Calypso 480 SC 0.1 dm <sup>3</sup> · ha <sup>-1</sup>	0.907	0.810	0.839	0.852
Mean	0.889	0.798	0.826	0.837
Mean for objects 2-6	0.893	0.802	0.829	0.841
LSD <sub>0.05</sub> between cultivars (I) between insecticides (II) in interaction (I x II)				0.016 0.015 n.s.

n.s. – not significant

mined calcium content. The highest and the lowest calcium accumulations were found for Wiking (on average  $0.889 \text{ g kg}^{-1}$ ) and Mors (on average  $0.798 \text{ g kg}^{-1}$ ), respectively.

All the cultivars had an increased calcium content in tubers following an application of insecticides. However, there was no proven interaction between the factors studied. The impact of cultivar properties on calcium concentration is confirmed by the findings of WYSZKOWSKI, CIEĆKO (2001), as well as TEKALIGN, HAMMES (2005). Calcium concentration depended on weather conditions over the growing period and was the highest in 2006, when the temperature and rainfall exceeded multi-year means. Similar potato response under wet conditions has been observed by KOŁODZIEJCZYK, SZMIGIEL (2005).

## CONCLUSIONS

1. Insecticides applied to control the Colorado potato beetle increased magnesium and calcium contents in tubers compared with the non-insecticide treatment, excluding the lowest rate of Calypso 480 SC.

2. Genetic properties of cultivars determined an accumulation of the elements in potato tubers. Mors and Żagiel accumulated significantly more magnesium than Wiking. Most calcium was accumulated by Wiking, significantly less by Żagiel and the least by Mors.

3. The concentration of magnesium and calcium in potato tubers was significantly affected by weather conditions over the growing periods.

## REFERENCES

- KOŁODZIEJCZYK M., SZMIGIEL A. 2005. *Zawartość makroelementów w bulwach ziemniaka jadalnego w zależności od kompleksu glebowego, odmiany oraz nawożenia*. *Fragm. Agromom.*, 1: 436-445.
- KRASKA P., PALYS E. 2005. *Wpływ systemów uprawy roli, poziomów nawożenia i ochrony na masę i zawartość niektórych makroelementów w korzeniach ziemniaka*. *Ann. UMCS, Sect. E*, 60: 145-153.
- LESZCZYŃSKI W. 1994. *Wpływ czynników działających w okresie wegetacji ziemniaka na jego jakość*. *Post. Nauk Rol.*, 6: 55-68.
- LESZCZYŃSKI W. 2002. *Zależność jakości ziemniaka od stosowania w uprawie nawozów i pestycydów*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489: 47-64.
- MAZURCZYK W. 1994. *Skład chemiczny dojrzałych bulw 30 odmian ziemniaka*. *Biul. Inst. Ziemn.*, 44: 55-63.
- OSTROWSKA A., GAWLIŃSKI S., SZCZUBIAŁKOWA Z. 1991. *Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin*. *Wyd. Inst. Ochr. Środ. Warszawa*.
- PROŚBA-BIALCZYK U., MATKOWSKI K., PŁASKOWSKA E. 2002. *Wpływ odmiany i sposobu uprawy na produktywność i zdrowotność czterech odmian skrobiowych ziemniaka*. *Zesz. Probl. Post. Nauk Rol.*, 489: 249-259.

- 
- ROGAN G., BOOKOUT J.T., DUNCAN D.R., FUCHS R.L., LAVRIK P.B., LOVE S.L., MUETH M., OLSON T., OWENS E.D., RAYMOND P.J., ZALEWSKI J. 2000. *Compositional analysis of tubers from insect and virus resistant potato plants*. J. Agric. Food Chem., 48: 5936-5945.
- ROZTROPOWICZ S. 1989. *Środowiskowe, odmianowe i nawożeniowe źródła zmienności składu chemicznego bulw ziemniaka*. Fragm. Agronom., 1: 33-75.
- RYKACZEWSKA K. 2000. *Zawartość magnezu w bulwach dwóch średnio wczesnych odmian ziemniaka oraz plon w zależności od zawartości gleby w ten pierwiastek*. Biul. IHAR, 213: 37-44.
- TEKALIGN T., HAMMES P.S. 2005. *Growth and productivity of potato as influenced by cultivar and reproductive growth. II. Growth analysis, tuber yield and quality*. Sci. Horticult., 105 (1): 29-44.
- WYSZKOWSKI M., CIEĆKO Z. 2001. *Wpływ zwalczania *Phytophthora infestans* fungicydami w uprawie ziemniaka na plon i jakość bulw*. Biul. Nauk. UWM, 12: 399-409.
- YILDRIM Z., TOKUSODLU Ö. 2005. *Some analytical quality characteristic of potato (*Solanum tuberosum* L.) minitubers (cv. NIF) developed via in vitro cultivation*. Electron. J. Environ. Agric. Food Chem., 4 (3): 916-925.
- ZARZECKA K., GĄSIOROWSKA B. 2000. *Impact of some herbicides on the chemical composition of potato tubers*. Electron. J. Polish Agricultural Universities, Agronomy, 3 (1): 1-12. <http://ejpau.media.pl/series/volumne3/issue1/agronomy/art-04.html>





---

**Reviewers of the Journal of Elementology Vol. 14(1), Y. 2009**

Stanisław Baran, Anita Biesiada, Zbigniew Endler, Kazimierz Grabowski,  
Michał Hurej, Maria Jezierska-Madziar, Danuta Packa,  
Kazimierz Pasternak, Barbara Patorczyk-Pytlik, Zofia Spiak,  
Józef Szarek, Adam Szewczuk, Józef Tworkowski, Czesław Wołoszyk



## Regulamin ogłaszania prac w „Journal of Elementology”

1. Journal of Elementology (kwartalnik) zamieszcza na swych łamach prace oryginalne, doświadczalne, kliniczne i przeglądowe z zakresu przemian biopierwiastków i dziedzin pokrewnych.
2. W JE mogą być zamieszczone artykuły sponsorowane, przygotowane zgodnie z wymaganiami stawianymi pracom naukowym.
3. W JE zamieszczamy materiały reklamowe.
4. Materiały do wydawnictwa należy przesłać w 2 egzemplarzach. Objętość pracy oryginalnej nie powinna przekraczać 10 stron znormalizowanego maszynopisu (18 000 znaków), a przeglądowej 15 stron (27 000 znaków).
5. Układ pracy: **TYTUŁ PRACY, imię i nazwisko autora (-ów), nazwa jednostki, z której pochodzi praca, WSTĘP, MATERIAŁ I METODY, WYNIKI I ICH OMÓWIENIE, WNIOSKI, PIŚMIENNICTWO**, streszczenie w języku polskim i angielskim – minimum 250 słów. Streszczenie powinno zawierać: wstęp (krótko), cel badań, omówienie wyników, wnioski. Przed streszczeniem w języku polskim: *imię i nazwisko Autora (-ów)*, **TYTUŁ PRACY**, Słowa kluczowe (maks. 10 słów), Abstrakt, **TYTUŁ ANGIELSKI**, Key words, Abstract. U dołu pierwszej strony należy podać tytuł naukowy lub zawodowy, imię i nazwisko autora oraz dokładny adres przeznaczony do korespondencji w języku polskim i angielskim.
6. Praca powinna być przygotowana wg zasad pisowni polskiej. Jednostki miar należy podawać wg układu SI np.:  $\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ;  $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (obowiązują formy pierwiastkowe).
7. W przypadku stosowania skrótu po raz pierwszy, należy podać go w nawiasie po pełnej nazwie.
8. Tabele i rysunki należy załączyć w oddzielnych plikach. U góry, po prawej stronie tabeli, należy napisać Tabela i numer cyfrą arabską, również w języku angielskim, następnie tytuł tabeli w języku polskim i angielskim wyrównany do środka akapitu. Ewentualne objaśnienia pod tabelą oraz opisy tabel powinny być podane w języku polskim i angielskim. Wartości liczbowe powinny być podane jako zapis złożony z 5 znaków pisarskich (np. 346,5; 46,53; 6,534; 0,653).
9. U dołu rysunku, po lewej stronie, należy napisać Rys. i numer cyfrą arabską oraz umieścić podpisy i ewentualne objaśnienia w języku polskim i angielskim.
10. Piśmiennictwo należy uszeregować alfabetycznie, bez numerowania, w układzie: Nazwisko Inicjał Imienia (kapitałiki) rok wydania. Tytuł pracy (kursywa). Obowiązujący skrót czasopisma, tom (zeszyt): strony od-do. np. KOWALSKA A., KOWALSKI J. 2002. *Zwartość magnezu w ziemiakach*. Przem. Spoż., 7(3): 23-27.
11. W JE można także cytować prace zamieszczone w czasopismach elektronicznych, wg schematu: Nazwisko Inicjał Imienia (kapitałiki) rok wydania. Tytuł pracy (kursywa). Obowiązujący skrót czasopisma internetowego oraz pełny adres strony internetowej. np. ANTONKIEWICZ J., JASIEWICZ C. 2002. *The use of plants accumulating heavy metals for detoxication of chemically polluted soils*. Electr. J. Pol. Agric. Univ., 5(1): 1-13. hyperlink „http://www” <http://www.ejpau.media.pl/series/volume5/issue1/environment/art-01.html>
12. Cytując piśmiennictwo w tekście, podajemy w nawiasie nazwisko autora i rok wydania pracy (KOWALSKI 1992). W przypadku cytowania dwóch autorów, piszemy ich nazwiska rozdzielone przecinkiem i rok (KOWALSKI, KOWALSKA 1993). Jeżeli występuje większa liczba nazwisk, podajemy pierwszego autora z dodatkiem i in., np.: (KOWALSKI i in. 1994). Cytując jednocześnie kilka pozycji, należy je uszeregować od najstarszej do najnowszej, np.: (NOWAK 1978, NOWAK i in. 1990, NOWAK, KOWALSKA 2001).
13. Do artykułu należy dołączyć pismo przewodnie kierownika Zakładu z jego zgodą na druk oraz oświadczenie Autora (-ów), że praca nie została i nie zostanie opublikowana w innym czasopiśmie bez zgody Redakcji JE.
14. Dwie kopie wydruku komputerowego pracy (Times New Roman 12 pkt, z odstępem akapitu 1,5, bez dyskietki) należy przesłać na adres Sekretarzy Redakcji:

**dr hab. Jadwiga Wierzbowska**  
**Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie**  
**ul. Michała Oczapowskiego 8, 10-719 Olsztyn**  
**jawierz@uwm.edu.pl**

**dr Katarzyna Glińska-Lewczuk**  
**Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie**  
**pl. Łódzki 2, 10-759 Olsztyn**  
**kaga@uwm.edu.pl**

15. Redakcja zastrzega sobie prawo dokonywania poprawek i skrótów. Wszelkie zasadnicze zmiany tekstu będą uzgadniane z Autorami.
16. Po recenzji Autor zobowiązany jest przesłać w 2 egzemplarzach poprawiony artykuł wraz z dyskietką, przygotowany w dowolnym edytorze tekstu pracującym w środowisku Windows.

Redakcja Journal of Elementology uprzejmie informuje, iż w 2006 r. wprowadziła opłatę za druk prac.

Koszt wydrukowania maszynopisu (wraz z rysunkami, fotografiami i tabelami) o objętości nieprzekraczającej 6 stron formatu A4, sporządzonego wg następujących zasad:

- czcionka: Times New Roman, 12 pkt, odstęp 1,5;
  - 34 wiersze na 1 stronie;
  - ok. 2400 znaków (bez spacji) na 1 stronie;
  - rysunki i fotografie czarno-białe
- wynosi 250 PLN + VAT.

Koszt druku każdej dodatkowej strony (wraz z rysunkami, fotografiami i tabelami) wynosi 35 PLN + VAT. Koszt druku 1 rysunku lub fotografii w kolorze wynosi 150 PLN + VAT.

**Uwaga:**

Z opłaty za druk pracy są zwolnieni lekarze nie zatrudnieni w instytutach naukowych, wyższych uczelniach i innych placówkach badawczych.

Komitet Redakcyjny

## Guidelines for Authors „Journal of Elementology”

1. Journal of Elementology (a quarterly) publishes original scientific or clinical research as well as reviews concerning bioelements and related issues.
2. Journal of Elementology can publish sponsored articles, compliant with the criteria binding scientific papers.
3. Journal of Elementology publishes advertisements.
4. Each article should be submitted in duplicate. An original paper should not exceed 10 standard pages (18 000 signs). A review paper should not exceed 15 pages (27 000 signs).
5. The paper should be laid out as follows: **TITLE OF THE ARTICLE, name and surname of the author(s), the name of the scientific entity, from which the paper originates, INTRODUCTION, MATERIAL AND METHODS, RESULTS AND DISCUSSION, CONCLUSIONS, REFERENCES**, abstract in the English and Polish languages, min. 250 words. Summary should contain: introduction (shortly), aim, results and conclusions. Prior to the abstract in the English language the following should be given: **name and surname of the author(s), TITLE**, Key words (max 10 words), Abstract, **TITLE**, Key words and Abstract in Polish. At the bottom of page one the following should be given: scientific or professional title of the author, name and surname of the author, detailed address for correspondence in the English and Polish languages.
6. The paper should be prepared according to the linguistic norms of the Polish and English language. Units of measurements should be given in the SI units, for example  $\text{mmol}(+)\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ ;  $\text{mol}\cdot\text{dm}^{-3}$ ;  $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ ;  $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$  (elemental forms should be used).
7. In the event of using an abbreviation, it should first be given in brackets after the full name.
8. Tables and figures should be attached as separate files. At the top, to the right of a table the following should be written: Table and table number in Arabic figures (in English and Polish), in the next lines the title of the table in English and Polish adjusted to the centre of the paragraph. Any possible explanation of the designations placed under the table as well as a description of the table should be given in English and Polish. Numerical values should consist of five signs (e.g. 346.5, 46.53, 6.534, 0.653).
9. Under a figure, on the left-hand side, the following should be written: Fig. and number in Arabic figures, description and possible explanation in Polish and English.
10. References should be ordered alphabetically but not numbered. They should be formatted as follows: Surname First Name Initial (capital letter) year of publication, Title of the paper (italics). The official abbreviated title of the journal, volume (issue): pages from - to. e.g. KOWALSKA A., KOWALSKI J. 2002. *Zawartość magnezu w ziemiakach*. Przem. Spoż., 7(3): 23-27.
11. It is allowed to cite papers published in electronic journals formatted as follows: Surname First Name Initial (capital letters) year of publication. Title of the paper (italics). The official abbreviated title of the electronic journal and full address of the website. e.g. ANTONKIEWICZ J., JASIEWICZ C. 2002. *The use of plants accumulating heavy metals for detoxication of chemically polluted soils*. Electr. J. Pol. Agric. Univ., 5(1): 1-13. hyperlink „<http://www.ejpau.pl/series/volume5/issue1/environment/art-01.html>” <http://www.ejpau.pl/series/volume5/issue1/environment/art-01.html>
12. In the text of the paper a reference should be quoted as follows: the author's name and year of publication in brackets, e.g. (KOWALSKI 1992). When citing two authors, their surnames should be separated with a comma, e.g. (KOWALSKI, KOWALSKA 1993). If there are more than two authors, the first author's name should be given followed by et al., e.g. (KOWALSKI et al. 1994). When citing several papers, these should be ordered chronologically from the oldest to the most recent one, e.g. (NOWAK 1978, NOWAK et al. 1990, NOWAK, KOWALSKA 2001).

13. A paper submitted for publication should be accompanied by a cover letter from the head of the respective institute who agrees for the publication of the paper and a statement by the author(s) confirming that the paper has not been and will not be published elsewhere without consent of the Editors of the Journal of Elementology.
14. Two computer printed copies of the manuscript (Times New Roman 12 fonts, 1.5-spaced, without a diskette) should be submitted to the Editor's Secretary:

**dr hab. Jadwiga Wierzbowska**  
**University of Warmia and Mazury in Olsztyn**  
**ul. Michała Oczapowskiego 8, 10-719 Olsztyn**  
**[jawierz@uwm.edu.pl](mailto:jawierz@uwm.edu.pl)**

**dr Katarzyna Glińska-Lewczuk**  
**University of Warmia and Mazury in Olsztyn**  
**pl. Łódzki 2, 10-759 Olsztyn, Poland**  
**[kaga@uwm.edu.pl](mailto:kaga@uwm.edu.pl)**

15. The Editors reserve the right to correct and shorten the paper. Any major changes in the text will be discussed with the Author(s).
16. After the paper has been reviewed and accepted for publication, the Author is obliged to send the corrected version of the article together with the diskette. The electronic version can be prepared in any word editor which is compatible with Windows software.