

THE EFFECT OF BIOLOGICAL PROTECTION ON BROAD BEAN VARIETES HEALTHINESS

Summary

The aim of the study was to assess the impact of biological protection on the healthiness of shoots, leaves and pods of two varieties of beans (Windsor White and Hangdown White). Field experiments were conducted in 2010-2011, at the Agricultural Experimental Farm of Agricultural University in Krakow. The results showed that a variety bean Windsor White (dedicated to the earlier use) in contrast to Hangdown White characterized by a significant increase of ascochyta of leaves (*A. fabae*) and gray mold of pods. Applied biological protection of broad beans proved ineffective in reducing the chocolate blotch on all parts of the plant (*B. fabae*) and ascochyta of leaves and pods (*A. fabae*). A five foliar application of biologicals (4 x Bioczsoz BR and 1 x Biosept 33 SL) significantly reduced the infection index of pods only by *U. viciae fabae* (rust) and *B. cinerea* (gray mold). Presence of chocolate blotch, ascochyta and rust depends significantly on the pods and also on the year, i.e. the weather conditions.

Key words: broad bean, biological protection, healthiness

WPŁYW BIOLOGICZNEJ OCHRONY NA ZDROWOTNOŚĆ ODMIAN BOBU

Streszczenie

Celem badań była ocena wpływu biologicznej ochrony na stan zdrowotny pędów, liści i strąków dwóch odmian bobu (Windsor Biały i Hangdown Biały). Badania polowe prowadzono w latach 2010-2011, w Rolniczym Gospodarstwie Doświadczalnym Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie. Uzyskane wyniki wykazały, że odmiana bobu Windsor Biały (przeznaczona do wcześniejszego użytkowania) w przeciwieństwie do Hangdown Biały odznaczała się istotnie wyższą podatnością na askochytozę liści (*A. fabae*) i szarą pleśnią strąków. Zastosowana biologiczna ochrona bobu okazała się nieskuteczna w ograniczeniu czekoladowej plamistości na wszystkich częściach rośliny (*B. fabae*) oraz askochytozy liści strąków (*A. fabae*). Pięciokrotna aplikacja nalistna biopreparatów (4 x Bioczsoz BR i 1 x Biosept 33 SL) istotnie obniżyła indeks porażenia strąków jedynie przez *U. viciae fabae* (rdzę) i *B. cinerea* (szarą pleśń). Obecność czekoladowej plamistości, askochytozy oraz rdzy na strąkach istotnie zależy także od roku badań, czyli warunków pogodowych.

Słowa kluczowe: bób, biologiczna ochrona, zdrowotność

1. Wstęp

Bób należy do roślin motylkowych i jest uprawiany w niektórych rejonach naszego kraju. Nasiona tej rośliny odznaczają się wysoką zawartością białka i są cenione przez konsumentów ze względu na walory smakowe oraz ich wartość odżywczą [1]. Według COBORU [2] w Polsce zarejestrowano 16 odmian bobu. Bób w okresie wegetacji atakowany jest przez wiele sprawców chorób, które obniżają jakość plonu nasion. W warunkach naszego kraju największe zagrożenie dla tej rośliny stanowi askochytoza (*Ascochyta fabae*), czekoladowa plamistość (*Botrytis fabae*), rdza oraz fuzaryjna zgorzel (*Fusarium* spp.). Choroby te są także typowe dla bobiku [3, 4, 9]. W ostatnich latach, właśnie biologicznej kontroli przypisuje się większe znaczenie w ochronie roślin przed agrofagami [6, 7]. Metoda ta jest przyjazna dla środowiska i człowieka. Biologiczna ochrona w przeciwieństwie do chemicznej zapobiega m. in. uodpornieniu się agrofagów, sprzyja bioróżnorodności, a plon nasion jest wolny od środków chemicznej ochrony. Mając na względzie bezpieczeństwo żywności, jej jakość i zdrowie konsumenta oraz środowisko, w ochronie roślin przed agroafagami zaleca się stosować biopreparaty. Biopreparaty to środki ochrony roślin oparte na naturalnych związkach roślinnych lub mikroorganizmach [6, 7]. W dotychczasowej literaturze brakuje badań w zakresie biologicznej ochrony bobu przed chorobami grzybowymi.

Celem pracy była ocena porównania wpływu biologicznej ochrony na stan zdrowotny pędów, liści i strąków dwóch odmian bobu (Windsor Biały, Hangdown Biały).

2. Materiał i metody badań

Badania polowe przeprowadzono w latach 2010-2011, w Rolniczym Gospodarstwie Doświadczalnym Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie położonym w miejscowości Prusy. Doświadczenie dwuczynnikowe przeprowadzono na glebie kompleksu pszennego bardzo dobrego w 3 powtórzeniach metodą losowanych podbloków. Pierwszym czynnikiem były odmiany (Windsor Biały i Hangdown Biały), a drugim ochrona biologiczna (1. kontrola (bez ochrony); 2. zaprawianie nasion preparatem Polyversum WP; 3. Polyversum WP + 3 x aplikacja nalistna biopreparatów, 4. Polyversum WP + 4 x aplikacja nalistna biopreparatów, 5. Polyversum WP + 5 x aplikacja nalistna biopreparatów). Bób Windsor Biały jest odmianą średnio wczesną (przeznaczoną do wcześniejszego użytkowania), a Hangdown Biały przeznaczony do późniejszego użytkowania, w tym przetwórstwa [8]. Przed siewem nasiona obu odmian bobu z wyjątkiem obiektu kontrolnego zaprawiano preparatem biologicznym Polyversum WP w dawce 10 g/kg nasion. Nasiona wysiewano w I dekadzie kwietnia na głębokości 6 cm w rozstawie między rzędami 50 cm, a w rzędzie 10 cm. Uprawę roli i nawożenie stosowano zgodnie z wymogami

i zasadami rolnictwa ekologicznego. Bób w okresie wegetacji chroniono przed chwastami w sposób mechaniczny. Natomiast choroby i szkodniki ograniczono stosując następujące kombinacje biologicznej ochrony:

K1 - kontrola (bez ochrony),

K2 - zaprawianie nasion przeciwko chorobom preparatem Polyversum WP,

K3 - zaprawianie nasion przeciwko chorobom preparatem Polyversum WP

+ 2 x Bioczos BR + 1 x Biosept 33 SL,

K4 - zaprawianie nasion przeciwko chorobom preparatem Polyversum WP

+ 3 x Bioczos BR + 1 x Biosept 33 SL,

K5 - zaprawianie nasion przeciwko chorobom preparatem Polyversum WP

+ 4 x Bioczos BR + 1 x Biosept 33 SL.

Preparat Biosept 33 SL w dawce 2 l/ha aplikowano natłynie do ograniczenia chorób grzybowych tuż przed kwitnieniem roślin. Natomiast Bioczos BR w dawce 4 kostki/l wody stosowano w momencie pojawienia pierwszych mszyc oraz przeciwko chorobom i strąkowcowi bobowemu w okresie przekwitania pierwszego piętra kwiatostanów bobu. Dawkowanie tego preparatu powtarzano co 7 dni.

W fazie rozwojowej bobu BBCH (70-79) dokonano oceny stanu zdrowotnego 25 losowo pobranych roślin z polletka. Występowanie poszczególnych chorób grzybowych na liściach, pędach i strąkach oceniono wg 5-stopniowej skali (1-5), wyrażającej wzrastające porażenie roślin.

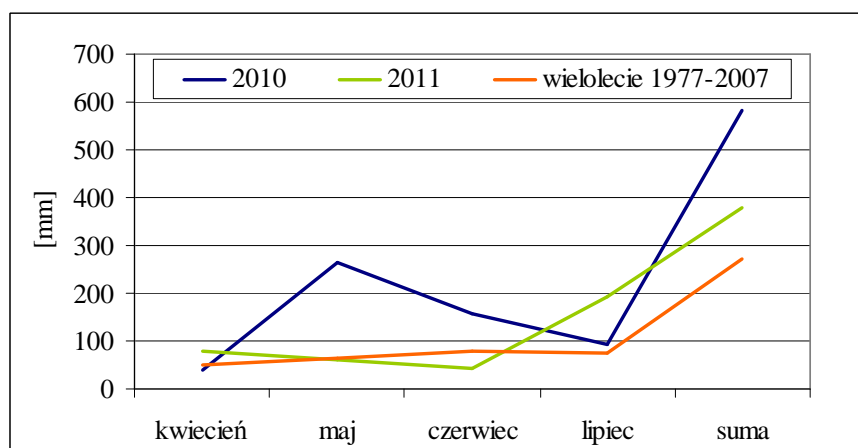
Wyniki przedstawiono w postaci indeksu porażenia i poddano analizie wariancji, a istotność średnich różnic weryfikowano testem Tukey'a na poziomie $\alpha = 0,05$.

3. Wyniki badań i dyskusja

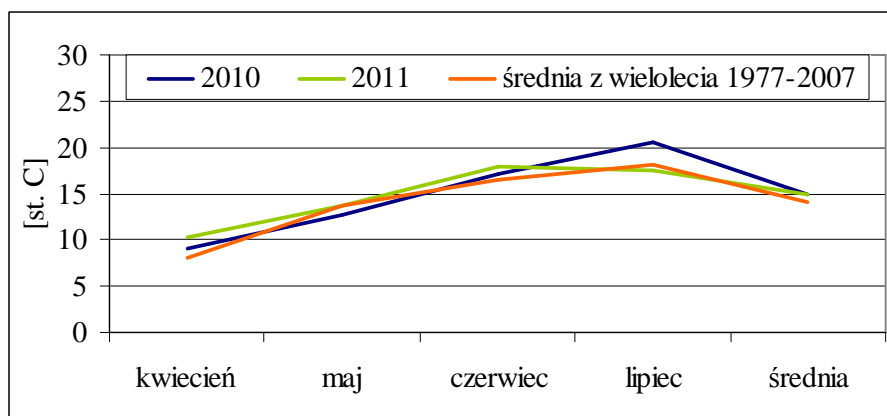
W okresie wegetacji rośliny testowanych odmian bobu były atakowane głównie przez choroby takie jak: czekoladową plamistość (*B. fabae*) oraz askochytozę (*A. fabae*), a na strąkach odnotowano także obecność rdzy (*Uromyces viciae fabae*) i szarej pleśni (*B. cinerea*). Obecność tych chorób grzybowych na tym samym gatunku rośliny – bobiku potwierdzają także autorzy innych prac [3, 4, 9].

W okresie wegetacji bobu wystąpiły zróżnicowane warunki pogodowe (rys. 1, 2), które wpłynęły na stan zdrowotny roślin.

Ogólnie, 2010 rok w przeciwieństwie do 2011 roku i wielolecia, można uznać za wilgotniejszy. W roku tym (2010), suma opadów atmosferycznych od kwietnia do lipca wynosiła 582,30 mm, a w 2011 roku 377,40 mm. Jednak w obu latach rozkład tych opadów był nierównomierny. W maju oraz czerwcu 2010 roku odnotowano nadmiar opadów atmosferycznych, zarówno w odniesieniu do wielolecia, jak i 2011 roku. Natomiast w 2011 roku początek i koniec wegetacji bobu (kwiecień, lipiec) charakteryzował się nadmiarem wilgoci. W okresie prowadzonych obserwacji, lipiec 2010 roku można uznać za cieplejszy i suchszy.



Rys. 1. Suma miesięcznych opadów atmosferycznych [mm] w okresie wegetacji bobu
Figure 1. Total monthly precipitation (mm) during broad bean vegetation season



Rys. 2. Średnia temperatura powietrza w okresie wegetacji bobu
Figure 2. Mean temperature of air (°C) during broad bean vegetation season

Natomiast w 2011 roku ten sam miesiąc był wilgotniejszy i chłodniejszy. Niezależnie od stosowanej ochrony roślin, lata miały istotny wpływ na indeks porażenia wszystkich części rośliny przez *B. fabae* (czekoladową plamistość) (tab. 1). Z kolei istotne zróżnicowanie askochytozy stwierdzono na liściach i pędach, a rdzy na strąkach. Wykonana ocena zdrowotności bobu w 2011 roku na początku II dekady lipca (który był bardzo wilgotny i chłodniejszy) wykazała wzrost porażenia czekoladową plamistością i askochytozą na analizowanych częściach roślin. Na wzrost nasilenia obecności tych chorób w warunkach nadmiernej wilgotności zwracają uwagę Fiedorow i in. [10]. Natomiast zaistniałe warunki pogodowe w 2010 roku sprzyjały istotnemu wzrostowi jedynie rdzy na strąkach. W analizowanych latach nie obserwowano istotnego zróżnicowania obecności askochytozy i szarej pleśni na strąkach.

Niezależnie od zastosowanej ochrony, testowane odmiany bobu nie różniły się istotnie występowaniem czekoladowej plamistości liści i strąków, askochytozy pędów i strąków oraz rdzy strąków (tab. 2.). Jedynie liście odmiany Windsor Biały odznaczały się istotnym wzrostem porażenia przez askochytozę (*A. fabae*), a strąki przez szarą pleśń (*B. cinerea*). Z kolei na pędach odmiany Hangdown Biały nastąpił istotny wzrost nasilenia tylko czekoladowej plamistości (*B. fabae*). W badaniach własnych nie stwierdzono też istotnej interakcji: odmiana x ochrona biologiczna.

Wyniki badań prezentowane w tab. 3 nie wykazały istotnych różnic między kombinacjami biologicznej ochrony a indeksem porażenia części nadziemnych bobu (liści, pędów i strąków) przez *B. fabae* (czekoladowa plamistość). Podobną reakcję, z wyjątkiem pędów, stwierdzono w przy-

padku askochytozy liści i strąków (*A. fabae*). Oznacza to, że zastosowany program biologicznej ochrony (dwukrotna, trzykrotna i czterokrotna aplikacja nalistna preparatu Bioczoz BR oraz jednokrotna Biosept 33 SL) jest nie skuteczny w ochronie bobu przed czekoladową plamistością i askochytozą liści oraz strąków bobu (tab. 4). Podobnie Dłużniewska i in. [9] nie stwierdzili istotnego wpływu środków biologicznych na plamistości liści bobiku. Zdaniem Mazur i Waksmundzkiej [11] przyczyn takich efektów należy upatrywać w zmiennych warunkach pogodowych występujących w okresie wykonywania zabiegów biopreparatami. W dotychczasowej literaturze brakuje doniesień w zakresie biologicznej ochrony bobu przed chorobami grzybowymi. Skuteczność naturalnych preparatów w ochronie roślin przed chorobami nie jest jednoznaczna. Jednak niektórzy autorzy prac [12-16] testując naturalne środki ochrony w warunkach laboratoryjnych lub polowych na innych gatunkach roślin wykazali lepszą skuteczność w hamowaniu rozwoju grzybów chorobotwórczych jedynie pod wpływem preparatu Biosept 33 SL. Z kolei Dłużniewska [17] stwierdziła istotne ograniczenie rozwoju chorób wierzby energetycznej po zastosowaniu preparatu Bioczoz BR. Natomiast w badaniach własnych zastosowane biopreparaty istotnie modyfikowały występowanie rdzy (*U. viciae fabae*) i szarej pleśni (*B. cinerea*) na strąkach bobu (tab. 5).

Pięciokrotna aplikacja nalistna biopreparatów (4 x Bioczoz BR oraz 1 x użycie Biosept 33 SL (K 5) przyczyniła się do istotnego obniżenia indeksu porażenia strąków przez *U. viciae fabae*) i szarą pleśń (*B. cinerea*) w odniesieniu jedynie do obiektu kontrolnego. Podobną zależność potwierdziły wcześniejsze badania Boligłowy i in. [18].

Tab. 1. Średni indeks porażenia (ip %) części nadziemnej bobu przez patogeny grzybowe w latach 2010-2011
Table 2. The mean index of infection (ip%) of overground parts of broad bean varieties by fungal pathogens

| Choroby grzybowe na: / Fungi diseases on: | Lata / Years | | NIR _{0,05} / LSD _{0,05} |
|----------------------------------------------|--------------|-------|----------------------------------------------|
| | 2010 | 2011 | |
| liściach / leaves | | | |
| czekoladowa plamistość (<i>B. fabae</i>) | 44,31 | 53,47 | 5,50 |
| askochytoza (<i>A. fabae</i>) | 33,42 | 51,93 | 5,99 |
| pędach / shoots | | | |
| czekoladowa plamistość (<i>B. fabae</i>) | 25,11 | 29,87 | 2,73 |
| askochytoza (<i>A. fabae</i>) | 25,95 | 55,93 | 8,69 |
| strąkach / pods | | | |
| czekoladowa plamistość (<i>B. fabae</i>) | 34,03 | 49,87 | 8,80 |
| askochytoza (<i>A. fabae</i>) | 32,07 | 34,93 | r. n./ n. s. |
| rdza (<i>U. viciae fabae</i>) | 31,76 | 27,80 | 3,30 |
| szara pleśń (<i>B. cinerea</i>) | 35,76 | 32,80 | r. n./ n. s. |

r.n. – różnica nieistotna / n.s. - not significant difference

Tab. 2. Średni indeks porażenia (ip %) części nadziemnej odmian bobu przez patogeny grzybowe
Table 2. The mean index of infection (ip %) of overground parts of broad bean varieties by fungal pathogens

| Choroby grzybowe na: / Fungi diseases on: | Odmiany / Varieties | | NIR _{0,05} / LSD _{0,05} |
|----------------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|----------------------------------------------|
| | Windsor Biały / Windsor White | Hangdown Biały / Hangdown White | |
| liściach / leaves | | | |
| czekoladowa plamistość (<i>B. fabae</i>) | 50,51 | 47,27 | r. n./ n. s. |
| askochytoza (<i>A. fabae</i>) | 45,60 | 39,76 | 1,63 |
| pędach / shoots | | | |
| czekoladowa plamistość (<i>B. fabae</i>) | 25,51 | 29,47 | 2,73 |
| askochytoza (<i>A. fabae</i>) | 41,60 | 40,28 | r. n./ n. s. |
| strąkach / pods | | | |
| czekoladowa plamistość (<i>B. fabae</i>) | 43,94 | 39,95 | r. n./ n. s. |
| askochytoza (<i>A. fabae</i>) | 34,74 | 32,27 | r. n./ n. s. |
| rdza (<i>U. viciae fabae</i>) | 30,88 | 28,68 | r. n./ n. s. |
| szara pleśń (<i>B. cinerea</i>) | 37,57 | 31,00 | 3,52 |

r.n. – różnica nieistotna / n.s. - not significant difference

Tab. 3. Wpływ biologicznej ochrony na średni indeks porażenia (ip %) części nadziemnych bobu przez *B. fabae* (czekoladowa plamistość)

Table 3. Influence of biological protection on the mean index of infection (ip %) of overground parts of broad bean by *B. fabae* (chocolate spot)

| Kombinacje biologicznej ochrony / Biological plant protection combination | Indeks porażenia (ip %) / Infection index (ip %) | | |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| | liści / leaves | pędów / shoots | strąków / pods |
| K1 | 44,11 | 24,67 | 41,62 |
| K2 | 49,28 | 26,72 | 43,35 |
| K3 | 49,78 | 28,22 | 40,05 |
| K4 | 50,00 | 28,67 | 40,72 |
| K5 | 51,28 | 29,17 | 44,01 |
| NIR _{0,05} / LSD _{0,05} | r.n./ n. s. | r. n./ n. s. | r. n./ n. s. |

K1 – K5 jak w metodyce / as in methodology

r.n. - różnica nieistotna / n.s.- not significant difference

Tab. 4. Wpływ biologicznej ochrony na średni indeks porażenia (ip %) części nadziemnych bobu przez *A. fabae* (askochytoza)

Table 4. Influence of biological protection on the mean index of infection (ip %) of overground parts of broad bean by *A. fabae* (ascochyta blight)

| Kombinacje biologicznej ochrony / Biological plant protection combination | Indeks porażenia (ip %) / Infection index (ip %) | | |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-------------------|-------------------|
| | liści / leaves | pędów / shoots | strąków / pods |
| K1 | 43,00 | 38,17 | 34,31 |
| K2 | 43,78 | 39,45 | 34,59 |
| K3 | 43,45 | 44,28 | 31,98 |
| K4 | 41,83 | 42,55 | 35,57 |
| K5 | 41,33 | 40,25 | 31,06 |
| NIR _{0,05} / LSD _{0,05} | r. n./ n. s. | 5,93 | r. n./ n. s. |

K1 – K5 jak w metodyce / as in methodology

r.n. - różnica nieistotna / n.s.- not significant difference

Tab. 5. Średni indeks porażenia (ip %) strąków bobu przez inne grzyby chorobotwórcze w zależności od biologicznej ochrony

Table 5. The mean index of infection (ip) of broad bean pods by other pathogenic fungi depending on biological protection

| Kombinacje biologicznej ochrony / Biological plant protection combination | Indeks porażenia (ip %) przez: / Infection index (ip %) by: | |
|------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| | <i>Uromyces viciae fabae</i> (rdza) | <i>Botrytis cinerea</i> (szara pleśń) |
| K1 | 34,15 | 42,64 |
| K2 | 31,44 | 32,58 |
| K3 | 29,03 | 33,18 |
| K4 | 29,65 | 33,05 |
| K5 | 24,65 | 29,95 |
| NIR _{0,05} / LSD _{0,05} | 7,44 | 8,81 |

K1 – K5 jak w metodyce / as in methodology

r.n. - różnica nieistotna / n.s.- not significant difference

Zbieżne efekty uzyskał też Mazur [14] w ograniczeniu szarej pleśni truskawek pod wpływem aplikacji naturalnych preparatów. Z kolei w badaniach własnych zastosowanie mniejszej liczby zabiegów ochrony bobu (K3 i K4) preparatem Bioczso BR (dwi- i trzykrotnie) nie spowodowało istotnych zmian w nasileniu występowania tych chorób. Dlatego w warunkach sprzyjających infekcjom grzybowym należy zwiększyć liczbę zabiegów ochrony bobu środkami biologicznymi. Podobnego zdania jest także Mazur [14].

4. Wnioski

1. Odmiana bobu Windsor Biały (przeznaczona do wcześniejszego użytkowania) w przeciwieństwie do Hangdown Biały odznaczała się istotną podatnością na askochytozę liści (*A. fabae*) i szarą pleśnią strąków.

2. Zastosowana biologiczna ochrona bobu okazała się nieskuteczna w ograniczeniu czekoladowej plamistości na wszystkich częściach rośliny (*B. fabae*) oraz askochytozy liści i strąków (*A. fabae*).

3. Pięciokrotna aplikacja nalistna biopreparatów (4 x Bioczso BR i 1 x Biosept 33 SL) istotnie obniżała indeks porażenia strąków jedynie przez *U. viciae fabae* (rdzę) i *B. cinerea* (szarą pleśń).

5. Bibliografia

- [1] Łabuda H.: Uprawa bobu. Hasło Ogrodnicze, 2000, 3, 12-13.
- [2] Lista wpisanych odmian bobu do Krajowego Rejestru COBOR, 2010, Słupia Wielka.
- [3] Häni F., Popow G., Reinhard H., Schwarz A., Tanner K., Volter M.: Ochrona roślin rolniczych w uprawie integrowanej. PWRiL, Warszawa, 1998, 227-238.

- [4] Kurowski T.P., Hruszka M., Bogucka B.: Zdrowotność bobiku w zależności od jego udziału w płodozmianie i stosowania wsiewki gorczycy sarepskiej. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 2006, 46 (2), 24-30.
- [5] Mazur S.: Najczęstsze choroby bobu. *Hasło Ogrodnicze*, 2002, 3, 10-11.
- [6] Lipa J.J.: Obecne i przyszłe miejsce biologicznej i innych niechemicznych metod ochrony roślin. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 2000, 40 (1), 62-70.
- [7] Wiech K., Bednarek A., Grabowski M., Goszczyński W.: *Ochrona roślin bez chemii*. Wyd. Działkowiec, Warszawa 2001, 81-85.
- [8] Legańska Z., Balcerzak J.: *Warzywnictwo*. Wyd. Hortpress Spółka z o.o., Warszawa, 267-279.
- [9] Dłużniewska J., Nadolnik M., Kulig B.: Porównanie wpływu ochrony środkami konwencjonalnymi z ochroną środkami w rolnictwie ekologicznym na zdrowotność bobiku (*Vicia faba*). *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 2008, 48 (2), 706-709.
- [10] Fiedorow Z., Gołębiak B., Weber Z.: Choroby roślin rolniczych. AR. Poznań, 2004, 157-160.
- [11] Mazur S., Waksmundzka A.: Effect of some compounds on the decay of strawberry fruits caused by *Botrytis cinerea* Pers. *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 2001, 66/2a, 227-231.
- [12] Boligłowa E.: Ochrona ziemniaka przed chorobami w uprawie ekologicznej. Wybrane zagadnienia ekologiczne we współczesnym rolnictwie (red. Z. Zbytek) Monografia. Poznań PIMR, 2004, 9-14.
- [13] Mazur S., Nawrocki J.: Wykorzystanie związków naturalnych w ochronie marchwi przed alternariozą. *Rocz. AR Poznań*, 2007, CCCLXXXIII, 1-5.
- [14] Mazur S.: Wpływ ochrony truskawki środkami naturalnymi na porażenie owoców i liści przez niektóre grzyby patogennicne. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 2009, 49 (1), 378-382.
- [15] Pięta D., Patkowska E., Pastucha A.: Oddziaływanie biopreparatów na wzrost i rozwój niektórych grzybów chorobotwórczych dla roślin motylkowych. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 2004, 3 (2), 171-177.
- [16] Pięta D.: The use of Biosept 33 SL, Biochikol 020 PC and Polyversum to control soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) diseases against pathogens. Part 1. Healthiness and yielding of soybean after using biopreparations. *Acta Sci. Pol., Hortorum Cultus*, 2006, 5 (2), 35-41.
- [17] Dłużniewski J.: Przydatność biopreparatów do ochrony wierzby energetycznej (*Salix viminalis* L.) przed patogenami grzybowymi. *Prog. Plant Protection/Post. Ochr. Roślin*, 2006, 46 (2), 632-635.
- [18] Boligłowa E., Gleń K., Gospodarek J.: Wpływ biologicznej ochrony na zdrowotność bobu odmiany Hangdown Biały. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*, 2012, Vol. 57(3), 15-18.

Praca naukowa finansowana ze środków na naukę w latach 2010-2012 jako projekt badawczy NN 310 038 438.