

WPLYW ZRÓŻNICOWANIA DAWKI PREPARATU SOKÓŁ 460 EC NA STOPIEŃ USZKODZEŃ APARATU ASYMLACYJNEGO DĘBU SZYPULKOWEGO (*QUERCUS ROBUR* L.) POWODOWANY PRZEZ MĄCZNIAKA DĘBU

Winicjusz Kasprzyk

Nadleśnictwo Jawor

Streszczenie. Celem badań było określenie możliwości ograniczenia dawki preparatu Sokół 460 EC stosowanego w profilaktyce i zwalczaniu mączniaka dębu. Badanie przeprowadzono na jednorocznych sadzonkach dębu szypulkowego w warunkach szkółki polowej. Do określenia stopnia porażenia wykorzystano oprogramowanie CompuEye – Leaf and Symptom Area. Materiał badawczy w postaci aparatu asymilacyjnego pochodzącego z przyrostu letniego kilku roślin pozyskano w połowie września, tworząc osobno dla każdego wariantu i bloku próbę zbiorczą składającą się z 10–13 liści. Następnie każdą próbę zeskanowano zgodnie z wymaganiami oprogramowania. W dalszej kolejności dla każdej próby zbiorczej określono procent powierzchni liści wykazującej symptomy porażenia przez mączniaka dębu. Uzyskane wyniki wskazują na nieefektywność ograniczenia dawki preparatu Sokół 460 EC, stosowanej w pierwszym roku życia sadzonek dębu szypulkowego, poniżej zalecanej $0,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ (przy pięciokrotnej liczbie zabiegów) dla jednorocznych sadzonek dębów.

Słowa kluczowe: dąb szypulkowy, mączniak dębu, ochrona chemiczna, preparaty biologiczne

WSTĘP

Wzrastający udział dębów, w tym dębu szypulkowego, w składzie zakładanych upraw leśnych oraz dość duże trudności z lokalnymi odnowieniami naturalnymi tego gatunku skutkują koniecznością produkowania zwiększonej ilości materiału sadzeniowego o odpowiednich parametrach biometrycznych i zdrowotnych w szkółkach leśnych. Jest to tym istotniejsze, im bardziej niestabilne stają się warunki klimatyczne

Corresponding author – Adres do korespondencji: Mgr inż. Winicjusz Kasprzyk, Nadleśnictwo Jawor, ul. Myśluborska 3, 59-400 Jawor, e-mail: winicjusz.kasprzyk@wroclaw.lasy.gov.pl

© Copyright by Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu, Poznań 2015

warunkujące kwitnienie i owocowanie dębów oraz im częstsze są późne przymrozki powodujące znaczne szkody przyrostowe w uprawach i młodnikach.

Do ważniejszych problemów związanych z hodowlą dębów na etapie produkcji szkółkarskiej należy zaliczyć ograniczenie stopnia porażenia sadzonek mączniakiem dębu poprzez odpowiednie zabiegi profilaktyczne i zwalczające. W przypadku odnowienia naturalnego sytuacja jest skomplikowana jeszcze bardziej, gdy w wyniku trudnych warunków terenowych ochrona chemiczna staje się kłopotliwa ze względu na techniczne możliwości poprawnego przeprowadzenia zabiegu. Jest to tym istotniejsze, że częstym zjawiskiem są straty w odnowieniach naturalnych dębu w wyniku silnego porażenia samosiewów przez mączniaka dębu w warunkach silnej insolacji na powierzchniach otwartych i w dużych gniazdach (Bugala (red.), 2006). Występowanie mączniaka dębu może też mieć znaczenie w kontekście zjawiska zamierania starszych drzewostanów dębowych jako czynnika determinującego poważne uszkodzenia wierzchołków gałęzi (Szewczyk i in., 2015).

Obecnie dopuszczone do stosowania środki należą do grupy preparatów systemicznych. Wykorzystanie niektórych z nich, np. Falconu 460 EC, w ochronie produkcji szkółkarskiej może skutkować silniejszym porażeniem przez mączniaka na etapie uprawy (Aleksandrowicz-Trzcńska i in., 2013), nie wpływając jednocześnie na stopień sztucznej mikoryzacji systemów korzeniowych i wzrost stopnia porażenia na etapie produkcji w szkółce leśnej (Kuc i Aleksandrowicz-Trzcńska, 2012).

Wobec tendencji związanych z ograniczaniem do niezbędnego minimum stosowania ochrony chemicznej w produkcji szkółkarskiej, a jednocześnie koniecznością produkcji zdrowego, dobrze przyjmującego się i dobrze wzrastającego w uprawach leśnych materiału sadzeniowego wydaje się uzasadnione prowadzenie dalszych badań związanych z doborem rodzaju i dawek stosowanych środków chemicznej ochrony roślin.

MATERIAŁ I METODY

Badania prowadzono na jednorocznych sadzonkach dębu szypułkowego.

Nasiona wysiewano w listopadzie 2013 roku na powierzchni 30 arów. Przyjęto czterzędową technologię siewu z zachowaniem normy wysiewu $50 \text{ kg} \cdot \text{ar}^{-1}$. Na początku maja 2014 roku losowo wybrano pięć powierzchni próbnych o długości 7,5 m i szerokości 1,5 m, a następnie każdą powierzchnię podzielono na trzy odcinki – każdy o długości 2,5 m – i przypisano im losowo dany poziom planowanej dawki preparatu, tj. $0,5 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$, $0,25 \text{ l} \cdot \text{ha}^{-1}$ oraz obiekt kontrolny niepoddawany zabiegom ochronnym. W kolejnym etapie ustalono ilość preparatu i cieczy roboczej dla każdego wariantu, uwzględniając niewielkie rozmiary powierzchni badawczych oraz proponowane dawki preparatu podawane w przeliczeniu na hektar. Opryski wykonywano opryskiwaczem ręcznym firmy KWAZAR.

Zabiegi ochronne prowadzono z użyciem preparatu Sokół 460 EC, w skład którego wchodzi: tebukonazol ($167 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), spirosamina ($250 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$), triadimenol ($43 \text{ g} \cdot \text{l}^{-1}$).

Zabiegi rozpoczęto po wykształceniu się 2–3 liści u większości wschodzących siewek, co przypadło na połowę maja. Łącznie wykonano pięć zabiegów przy zachowaniu ilości cieczy roboczej $300 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Zalecaną dla jednolatek ilość cieczy roboczej zwiększono z $200 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ do $300 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Stwierdzono bowiem niedostateczny stopień pokrycia roztworem aparatu asymilacyjnego przy stosowaniu opryskiwacza ręcznego. Jednocześnie zachowano proponowane dawki preparatu w przeliczeniu na hektar. Ostatni zabieg wykonano na początku września.

Do analizy stopnia porażenia wykorzystano bezpłatne oprogramowanie CompuEye – Leaf and Symptom Area. Analizuje ono aparat asymilacyjny pod kątem powierzchni, obwodu oraz stopnia występowania symptomów uszkodzeń określanego jako procent całkowitej powierzchni aparatu asymilacyjnego (Bakr, 2005). W celu wykonania analizy za pomocą wymienionego oprogramowania konieczne było utworzenie w opcjach oprogramowania filtra biorącego pod uwagę specyficzne cechy obszarów opianowanych bądź uszkodzonych przez mączniaka dębu.

Ponieważ uzyskane wyniki dotyczące stopnia porażenia stanowiły frakcję (procent powierzchni porażonej), dane poddano transformacji na miary kątowe metodą Bliss'a. Wykazano normalność rozkładu w teście Shapiro-Wilka ($p = 0,4213$ dla obiektu kontrolnego, $p = 0,5194$ dla dawki $0,25 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, $p = 0,9757$ dla dawki $0,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$) we wszystkich grupach oraz jednorodność wariancji w teście Browna-Forsythe'a dla przetransformowanych danych ($p = 0,386$). W dalszym etapie prac kameralnych dane poddano analizie statystycznej, wykorzystując procedurę dwuczynnikowej analizy wariancji bez powtórzeń w układzie bloków zrandomizowanych kompletnych (Dobek i Szwaczkowski, 2007). Model liniowy takiego układu doświadczenia wyraża się równaniem:

$$y_{ij} = \mu + A_i + R_j + e_{ij}$$

gdzie:

- y_{ij} – obserwacja z i -tego obiektu i j -tego bloku,
- μ – średnia ogólna,
- A_i – efekt i -tego obiektu,
- R_j – efekt j -tego bloku,
- e_{ij} – błąd losowy związany z ij -tą obserwacją.

W przypadku stwierdzenia statystycznie istotnych różnic międzygrupowych w kolejnym etapie analizy założono zastosowanie testu opartego na ocenie kontrastów, w którym kontrastem nazywamy funkcję liniową (Dobek i Szwaczkowski, 2007):

$$k = c_1\mu_1 + c_2\mu_2 + \dots + c_t\mu_t = \sum_{i=1}^t c_i\mu_i$$

Współczynniki c_i spełniają warunek: $c_1 + c_2 + \dots + c_t = \sum_{i=1}^t c_i = 0$.

Do weryfikacji hipotezy $H_0: k = 0$ posługujemy się testem w postaci:

$$F = \frac{(\hat{k})^2}{(t-1)s_k^2} \sim F_{t-1, \gamma_e}$$

gdzie:

$$\hat{k} - \text{ocena kontrastu } \hat{k} = c_1 \bar{y}_1 + c_2 \bar{y}_2 + \dots + c_t \bar{y}_t,$$

$$s_k^2 - \text{wariancja kontrastu } s_k^2 = MS_e \sum_{i=1}^t \frac{c_i^2}{n_i}.$$

Ponieważ układ wymaga zaplanowania porównań przed przeprowadzeniem eksperymentu (Rabiej, 2012), założono wykonanie oceny następujących kontrastów:

- kontrast nr 1 – $0,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ vs. $0,25 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1} + 0,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$
- kontrast nr 2 – $0,25 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ vs. $0,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$.

WYNIKI I WNIOSKI

Ocenę stopnia porażenia przeprowadzono w połowie września, pozyskując na każdym z piętnastu poletek drugi lub trzeci liść przyrostu wtórnego, licząc od wierzchołka, z minimum dziesięciu wybranych losowo roślin. W kolejnym etapie liście poddano skanowaniu, a następnie analizie komputerowej według zadanych parametrów filtra uszkodzeń w programie CompuEye – Leaf and Symptom Area. Uzyskane wyniki przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Procent powierzchni aparatu asymilacyjnego uszkodzonego przez mączniaka dębu w zależności od zastosowanej dawki preparatu w poszczególnych blokach (bloki oznaczono literami)

Table 1. Percentage of assimilation apparatus surface damaged by mildew oak depending on the applied dose in individual blocks (blocks marked letters)

Dawka Dose $\text{l}\cdot\text{ha}^{-1}$	A	B	C	D	E
0	57,988	63,165	56,588	63,954	54,459
0,25	39,929	58,061	50,04	35,923	33,528
0,5	29,918	42,309	37,345	31,882	23,416

Wyniki analizy wariancji zawarte w tabeli 2 wykazały istotne statystycznie różnice w stopniu porażenia liści w zależności od zastosowanej dawki preparatu ($p = 0,000108$) oraz zróżnicowany stopień porażenia w blokach będący prawdopodobnie efektem zróżnicowanych warunków wilgotnościowych na powierzchniach objętych doświadczeniem.

Tabela 2. Analiza wariancji powierzchni aparatu asymilacyjnego uszkodzonej przez mączniaka dębu w zależności od zastosowanej dawki preparatu

Table 2. Analysis of variance surface assimilation apparatus damaged by mildew oak depending on the applied dose

	Suma kwadratów Sum of squares	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square	<i>F</i>	<i>p</i>
Blok Block	0,065046	4	0,016261	5,182	0,023374
Dawka Dose	0,221236	2	0,110618	35,248	0,000108
Błąd Error	0,025106	8	0,003138		

Zróżnicowanie stopnia porażenia w zależności od zastosowanej dawki preparatu pozwoliło na dalszą ocenę zmienności międzygrupowej tej cechy w teście porównań zaplanowanych przeprowadzonych za pomocą analizy kontrastów. Wyniki analizy kontrastów przedstawiono w tabelach 3 i 4.

Tabela 3. Wyniki testu porównań zaplanowanych dla kontrastu nr 1

Table 3. Test results comparing planned by contrast, no. 1

	Suma kwadratów Sum of squares	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square	<i>F</i>	<i>p</i>
Kontrast 1 Contrast 1	0,185254	1	0,185254	59,03051	0,000058
Błąd Error	0,025106	8	0,003138		

Tabela 4. Wyniki testu porównań zaplanowanych dla kontrastu nr 2

Table 4. Test results comparing planned by contrast, no. 2

	Suma kwadratów Sum of squares	Stopnie swobody Degrees of freedom	Średni kwadrat Mean square	<i>F</i>	<i>p</i>
Kontrast 2 Contrast 2	0,035982	1	0,035982	11,46547	0,009555
Błąd Error	0,025106	8	0,003138		

Wyniki analizy statystycznej zaproponowanych kontrastów wykazały statystycznie istotne różnice w powierzchni uszkodzeń aparatu asymilacyjnego przez mączniaka dębu pomiędzy wariantem kontrolnym a wariantami poddanymi zabiegowi chemicznej ochrony ($p = 0,00058$). Stwierdzono również zróżnicowanie stopnia porażenia pomiędzy wariantem traktowanym pełną zalecaną dawką preparatu a wariantem z dawką obniżoną do 50% zalecanej ($p = 0,00955$).

PODSUMOWANIE I DYSKUSJA

Uzyskane wyniki wskazują na nieefektywność ograniczenia dawki preparatu Sokół 460 EC, stosowanej w pierwszym roku życia sadzonek dębu szypułkowego, poniżej zalecanej $0,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ przy pięciokrotnym nawrocie zabiegów ochronnych. Porażenie bowiem okazało się zdecydowanie większe w przypadku zastosowania dawki obniżonej do 50%, tj. $0,25 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Być może ograniczenie całkowitej ilości stosowanej w sezonie wegetacyjnym dawki preparatu, tj. od $2,5 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$ do $2,0 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$, jest możliwe poprzez zwiększenie liczby zabiegów, np. z pięciu do ośmiu, przy jednoczesnym ograniczeniu dawki jednorazowej do $0,25 \text{ l}\cdot\text{ha}^{-1}$. Należy jednak mieć na uwadze, że oszczędności związane ze stosowaniem sumarycznie mniejszej ilości preparatu zostałyby uszczuplone wyższym kosztem związanym ze zwiększoną liczbą zabiegów opryskiwania. Brak wpływu preparatu Falcon 460 EC, mającego dokładnie skład taki sam jak Sokół 460 EC, na stopień sztucznego zmikoryzowania sugeruje, że ewentualne korzystne oddziaływanie na środowisko glebowe obniżonej dawki preparatu byłoby znikome (Kuc i Aleksandrowicz-Trzeńska, 2012), choć jest korzystny jego wpływ na ustępowanie objawów wywołanych przez mączniaka dębu (Mazur i Wojdyła, 2010).

Zastosowane oprogramowanie CompuEye – Leaf and Symptom Area, chociaż powstało na potrzeby badań akarologicznych (Bakr, 2005), wyróżniało się dużą skutecznością w ocenie powierzchni aparatu asymilacyjnego, wykazującej charakterystyczne dla mączniaka dębu obszary występowania objawów chorobowych. Do dodatkowych zalet programu należy zaliczyć relatywnie prostą procedurę przygotowawczą zeskanowanego materiału na potrzeby analizy cyfrowej oraz możliwość tworzenia kryteriów analizy według zadanego filtra opierającego się na charakterystyce kolorystycznej uszkodzonych obszarów. Trzeba jednak pamiętać, że rzeczywistą wartość oprogramowania powinny jeszcze potwierdzić kolejne doświadczenia.

Istotną kwestią, wymagającą dalszych badań w kontekście ekologizacji produkcji szkółkarskiej i dalszej ochrony upraw leśnych, jest możliwość praktycznego zastosowania preparatów opartych na ekstraktach roślinnych takich, jak Sinococin AL, Bioczos BR (Aleksandrowicz-Trzeńska i Hallman, 2013) czy ograniczającego żerowanie szeliniaka na sośnie wyciągu z tytoniu szlachetnego (Kuźmiński, 2009). Stwierdzono również realne możliwości zwalczania *Microsphaera alphitoides* przez wykorzystanie pasożytniczego na nim grzyba *Phoma glomerata* (Bugala (red.), 2006). Ograniczona wydaje się jednak przydatność w zwalczaniu mączniaka dębu aktualnie dostępnych preparatów ogólnie określanych mianem „biologicznych” (Mazur i Wojdyła, 2010). Podobne

pytania dotyczą stosowania w zabiegach ochronnych nawozów fosforowych. Ich ewentualny wpływ na ograniczenie stopnia uszkodzeń powodowanych przez mączniaka dębu wymaga dalszych badań (Tkaczyk i in., 2014).

Zróżnicowanie stopnia opanowania liści przez mączniaka dębu, stwierdzone w badaniach proweniencyjnych, wskazuje na możliwość istnienia mechanizmów odpornościowych uwarunkowanych genetycznie, jednak zróżnicowanie to nie znajduje odzwierciedlenia we wnioskach dotyczących hodowli selekcyjnej dębów (Bugala (red.), 2006).

PIŚMIENNICTWO

- Aleksandrowicz-Trzcńska, M., Hallman, E. (2013). Cebula (*Allium cepa* L.) jako biologiczny środek ochrony roślin w szkółkach leśnych. Sylwan, 157 (7), 495–505.
- Aleksandrowicz-Trzcńska, M., Żybura, H., Drozdowski, S. (2013). Wpływ rodzaju podłoża, sterowanej mikoryzacji i aplikacji fungicydów w szkółce na wzrost dębu szypułkowego w uprawie. Sylwan, 157 (3), 187–196.
- Bakr, E. M. (2005). A new software for measuring leaf area, and area damaged by *Tetranychus urticae* Koch. J. Appl. Entom., 129(3), 173–175.
- Bugala, W. (red.) (2006). Dęby: *Quercus robur* L. *Quercus petraea* (Matt.) Liebl. (s. 442, 668, 675–676, 752–754). Poznań: Bogucki Wyd. Naukowe.
- Dobek, A., Szwaczkowski, T. (2007). Statystyka matematyczna dla biologów (s. 125–126, 142–144). Poznań: Wydawnictwo Akademii Rolniczej im. Augusta Cieszkowskiego w Poznaniu.
- Kuc, T., Aleksandrowicz-Trzcńska, M. (2012). Wpływ fungicydów stosowanych w ochronie przed mączniakiem prawdziwym na wzrost i kolonizację mikoryzową hodowanych w kontenerach sadzonek dębu. Sylwan, 156(9), 672–683.
- Kuźmiński, R. (2009). Plant extracts as a potential source of antifeedants. Influence of extracts of tobacco – *Nicotiana tabacum* L. on the large pine weevils – *Hyllobius abietis* (L.). Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar., 8(1), 11–17.
- Mazur, S., Wojdyła, A. (2010). Protection of pedunculate oak against powdery mildew and its effect on plant growth. Ecol. Chem. Eng. A, 17, 9, 1141–1146.
- Rabiej, M. (2012). Statystyka z programem Statistica. Gliwice: Wydawnictwo Helion.
- Szewczyk, W., Kuźmiński, R., Mańka, M., Kwaśna, H., Łakomy, P., ..., Behnke-Borowczyk, J. (2015). Występowanie *Erysiphe alphitoides* w drzewostanach dębowych dotkniętych kłeską powodzi. Leśn. Pr. Bad., 76(1), 73–77.
- Tkaczyk, M., Nowakowska, J. A., Oszako, T. (2014). Nawozy fosforowe jako stymulatory wzrostu roślin w szkółkach leśnych. Sylwan, 158(1), 3–9.

**INFLUENCE OF DIVERSIFYING THE DOSE OF PREPARATION
FALCON 460 EC TO THE DEGREE OF DAMAGE TO ASSIMILATIVE
APPARATUS OF ENGLISH OAK (*QUERCUS ROBUR* L.)
CAUSED BY THE MILDEW OAK**

Abstract. The subject of the study was to determine the potential for reducing dose of Sokół 460 EC preparation used in the prevention and combating powdery mildew oak. The study was conducted on one-year common oak seedlings in a nursery field conditions. To determine the degree of infestation software CompuEye – Leaf was used and symptom area, too. The research material in the form of assimilation apparatus derived from the summer increase harvested in mid-September forming separately, for each variant and collective attempt, to block consisting of 10–13 leaves sample and then every attempt was scanned in accordance with the requirements of the software. Next, for each sample cumulative level of infestation was determined expressed as a percentage of the area showing symptoms of infection by powdery mildew oak. The obtained results allow to exclude (at five times the number of treatments) possible reduction below the recommended dose for one-year seedlings of oaks.

Key words: English oak, powdery mildew oak, chemical protection, biological preparations

Accepted for print – Zaakceptowano do druku: 30.07.2015

For citation – Do cytowania: Kasprzyk, W. (2015). Wpływ zróżnicowania dawki preparatu Sokół 460 EC na stopień uszkodzeń aparatu asymilacyjnego dębu szypułkowego (*Quercus robur* L.) powodowany przez mączniaka dębu. Acta Sci. Pol. Silv. Colendar. Rat. Ind. Lignar., 14(2), 127–134. DOI: 10.17306/J.AFW.2015.2.12