

ZAWARTOŚĆ TŁUSZCZU W NASIONACH I SKŁAD KWAŚÓW
TŁUSZCZOWYCH OLEJU WIESIOŁKA DZIWNEGO
(*OENOTHERA PARADOXA*) W ZALEŻNOŚCI
OD NAWOŻENIA MINERALNEGO I WARUNKÓW GLEBOWYCH

Beata Król

Katedra Roślin Przemysłowych i Leczniczych, Uniwersytet Przyrodniczy
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: beata.krol@up.lublin.pl

Streszczenie. Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2002- 2003 w zróżnicowanych warunkach glebowych: na glebie piaszczystej o niskiej zasobności w składniki pokarmowe i kwaśnym odczynie oraz na glebie pylastej charakteryzującej się dobrą zasobnością w składniki pokarmowe i obojętnym odczynem. Na obydwu glebach zastosowano nawożenie mineralne w następujących ilościach N, P, K ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$): N₁ 25, P₁ 11, K₁ 50; N₂ 50, P₂ 22, K₂ 100; N₃ 75, P₃ 33, K₃ 150. Obiektem kontrolnym były poletka bez nawożenia (N₀P₀K₀). Wpływ nawożenia mineralnego na plonowanie wiesiołka dziwnego uzależniony był od warunków glebowych. Na ubogiej w składniki pokarmowe glebie piaszczystej wraz ze wzrostem nawożenia zwiększał się plon nasion, zaś na glebie pylastej jedynie najniższa dawka NPK spowodowała istotną zwyżkę plonowania w stosunku do obiektu kontrolnego, zaś większe ilości NPK przyczyniły się do spadku plonów. Warunki glebowe w dużym stopniu decydowały o plonie nasion – na zasobnej glebie pylastej były ponad 1,5-krotnie wyższe niż na piaszczystej. Na obydwu glebach wzrastające nawożenie mineralne powodowało spadek zawartości tłuszczu, oraz kwasu γ -linolenowego. Na glebie piaszczystej nasiona wiesiołka gromadziły więcej tłuszczu (średnio 22,6%) niż na pylastej (średnio 21,6%). Procentowy udział pozostałych kwasów tłuszczowych w niewielkim stopniu warunkowany był czynnikiem glebowym i nawozowym.

Słowa kluczowe: wiesiołek dziwny, nawożenie mineralne, gleba, plon nasion, zawartość tłuszczu, kwasy tłuszczowe

WSTĘP

W ostatnich latach wzrasta zainteresowanie roślinami będącymi źródłem olejów zawierających niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe. Olej z nasion wiesiołka dziwnego (*Oenothera paradoxa*) jest bogatym źródłem wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, a szczególnie rzadko spotykanego kwasu γ -linolenowego.

wego i znajduje zastosowanie w profilaktyce i leczeniu licznych schorzeń oraz kosmetyce (Lamer-Zarawska i Noculak-Palczewska 1992).

Obecnie dąży się nie tylko do uzyskania wysokich plonów roślin, ale przede wszystkim dobrej jakości surowca. W literaturze (Muśnicki i in. 1999) prezentowane są opinie, że zawartość tłuszczu, jak i skład kwasów tłuszczowych są cechami determinowanymi genetycznie i zmieniają się w niewielkim zakresie pod wpływem czynników agrotechnicznych. Niemniej badania dotyczące roślin oleistych wykazują, że nawożenie minerale szczególnie azotowe wpływa nie tylko na wysokość plonu, ale oddziałuje również na skład chemiczny nasion i jakość oleju (Wojnowska i in. 1995, Toboła i in. 1996). Podstawowym kryterium w ocenie jakości oleju jest skład kwasów tłuszczowych, który zależy przede wszystkim od układu warunków wilgotnościowo-termicznych, czynnika genetycznego i warunków agrotechnicznych (Pisulewska i in. 1999, Kotecki i in. 2001).

Celem podjętych badań była ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia mineralnego na zawartość tłuszczu oraz skład kwasów tłuszczowych oleju wiesiołka dziwnego.

MATERIAŁ I METODY

Doświadczenie polowe przeprowadzono w latach 2002-2003 w zróżnicowanych warunkach glebowych: na glebie piaszczystej (o składzie granulometrycznym piasku luźnego) zlokalizowanej w Trzcińcu ($51^{\circ} 7' 44'' N$ $22^{\circ} 11' 5'' E$) odznaczającej się kwaśnym odczynem (pH w $1 \text{ mol KCL} \cdot \text{dm}^{-3}$ – 5,8), niską zawartością próchnicy (0,85%) i przyswajalnych składników pokarmowych (27,1 P; 25 K; 18 Mg w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby) oraz na glebie pylastej (pochodzenia lessowego o składzie granulometrycznym pyłu ilastego) zlokalizowanej w Gospodarstwie Doświadczalnym UP w Lublinie, charakteryzującej się średnią zawartością próchnicy (1,75%), obojętnym odczynem (pH w $1 \text{ mol KCL} \cdot \text{dm}^{-3}$ – 6,7) oraz wysoką zawartością składników pokarmowych (87 P; 106 K; 78 Mg w $\text{mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ gleby). Na obydwu glebach zastosowano 3 poziomy nawożenia mineralnego ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$): N_1 25, P_1 11, K_1 50; N_2 50, P_2 22, K_2 100; N_3 75, P_3 33, K_3 150. Obiektem kontrolnym były poletka bez nawożenia ($N_0P_0K_0$). Nawozy fosforowe i potasowe wniesiono przed siewem nasion (w formie superfosfatu potrójnego i siarczanu potasu), zaś azotowe (w formie saletry amonowej) stosowano w dwóch dawkach: $\frac{1}{2}$ przed siewem oraz 3-4 tygodnie po wschodach wiesiołka. Zbiór nasion przeprowadzono w połowie września, gdy co najmniej połowa torebek nasiennych na pędach głównych była dojrzała. Wyniki dotyczące plonu nasion opracowano statystycznie, wykorzystując analizę wariancji i test Tukeya.

W nasionach oznaczono zawartość tłuszczu surowego metodą ekstrakcyjno-wagową Soxhleta, skład jakościowy i ilościowy oleju określono przy użyciu metody chromatografii gazowej po wstępnym zmydleniu tłuszczów i estryfikacji

kwasów według normy AOAC 969.33 i 963.22, (2000) stosując metodę wzorca wewnętrznego (kwas heptadekanowy). Analizy chemiczne wykonano w Centralnym Laboratorium Aparaturowym UP w Lublinie.

Warunki meteorologiczne w czasie wegetacji wiesiołka przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Opady (mm) i temperatura powietrza (°C) w okresie wegetacji wiesiołka dziwnego w latach 2002-2003 oraz w wieloleciu (1951-2000)

Table 1. Rainfalls (mm) and air temperature (°C) during vegetation of evening primrose in 2002-2003 and multi-year period (1951-2000)

| Miesiąc Month | Opady – Rainfalls | | | Temperatura – Air temperature | | |
|------------------|-------------------|-------|-----------|-------------------------------|------|-----------|
| | 2002 | 2003 | 1951-2000 | 2002 | 2003 | 1951-2000 |
| IV | 18,3 | 40,7 | 40,6 | 8,6 | 6,5 | 7,5 |
| V | 28,6 | 71,4 | 58,3 | 17,3 | 16,3 | 13,0 |
| VI | 116,3 | 39,6 | 65,8 | 17,8 | 17,4 | 16,5 |
| VII | 126,2 | 98,1 | 78,0 | 21,6 | 19,8 | 17,9 |
| VIII | 18,7 | 27,0 | 69,7 | 20,5 | 18,9 | 17,3 |
| IX | 42,5 | 29,0 | 52,1 | 12,7 | 13,6 | 12,9 |
| Suma – Total | 350,6 | 305,8 | 364,5 | – | – | – |
| Średnio – Mean | – | – | – | 16,5 | 15,4 | 14,2 |

WYNIKI I DYSKUSJA

Lacombe i in. (1985) uważają, że plonowanie wiesiołka na stanowiskach mało żyznych jest niskie i powinien on być uprawiany na glebach zasobnych w wodę i składniki pokarmowe. Znalazło to potwierdzenie w naszym doświadczeniu ponieważ niezależnie od nawożenia mineralnego, na żyznej glebie pylastej uzyskano o 55% większe plony w porównaniu z ubogą w składniki pokarmowe glebą piaszczystą (tab. 2).

Wander i Versluis (1991) podają, że wiesiołek ma małe wymagania pokarmowe i zbyt wysokie nawożenie mineralne wpływa ujemnie na plon nasion. W badaniach własnych niezależnie od warunków glebowych zastosowanie nawożenia mineralnego w najniższej dawce przyczyniło się do wzrostu plonu nasion o 12,5% w porównaniu z obiektem kontrolnym. Dalsze zwiększanie ilości NPK powodowało wzrost plonowania, lecz różnice pomiędzy poszczególnymi dawkami były statystycznie nieistotne. Według Reiner i Marquarda (1988) pozytywny wpływ nawożenia azotowego widoczny jest szczególnie na glebach ubogich w

składniki pokarmowe. W doświadczeniach Lacombe i in. (1985) oraz Itenova (1994) wysokie nawożenie azotowe (ponad $90 \text{ kg N}\cdot\text{ha}^{-1}$) przedłużyło kwitnienie i dojrzewanie nasion wiesiołka, powodując obniżenie plonu. Znalazło to potwierdzenie w przeprowadzonym doświadczeniu, gdzie na ubogiej w składniki pokarmowe glebie piaszczystej najwyższe plony uzyskano po wniesieniu największej dawki nawożenia mineralnego. Na żyznej glebie pylastej jedynie zastosowanie NPK w najniższej dawce spowodowało istotny wzrost plonowania w stosunku do obiektu kontrolnego, a dalsze zwiększanie nawożenia przyczyniło się do spadku plonów, co było wynikiem opóźnienia dojrzewania torebek nasiennych, a w konsekwencji niedostatecznego wykształcenia wszystkich nasion.

Tabela 2. Plon nasion oraz wydajność tłuszczu surowego z jednostki powierzchni ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) w zależności od nawożenia mineralnego i warunków glebowych

Table 2. Yield of seeds and yield of crude fat calculated per hectare ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) in relation to mineral fertilisation and soil conditions

| Nawożenie Fertilisation | Plon nasion Yield of seeds | | Średnie Mean | Wydajność tłuszczu Yield of fat | | Średnie Mean |
|--|---|--------------------------------|-----------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------|
| | Gleba piaszczysta Sandy soil | Gleba pylasta Silty soil | | Gleba piaszczysta Sandy soil | Gleba pylasta Silty soil | |
| $\text{N}_0\text{P}_0\text{K}_0$ | 815 | 1489 | 1152 | 194,8 | 338,0 | 266,4 |
| $\text{N}_1\text{P}_1\text{K}_1$ | 996 | 1598 | 1297 | 228,1 | 348,4 | 288,3 |
| $\text{N}_2\text{P}_2\text{K}_2$ | 1062 | 1566 | 1314 | 234,7 | 327,2 | 280,9 |
| $\text{N}_3\text{P}_3\text{K}_3$ | 1113 | 1523 | 1318 | 240,4 | 316,8 | 278,6 |
| Średnie Mean | 996,5 | 1544 | 1270,3 | 224,5 | 332,6 | 278,6 |
| $\text{NIR}_{0,05}$ $\text{LSD}_{0,05}$ | nawożenie – fertilization – 81,3; gleba – soil – 148,2; interakcja – interaction – 101,6. | | | | | |

Wydajność tłuszczu z jednostki powierzchni jest wypadkową plonu nasion i zawartości w nich oleju. Na glebie pylastej, wobec niewielkich różnic w plonowaniu pomiędzy poszczególnymi obiektami, o wydajności tłuszczu decydowała jego procentowa zawartość. Najwyższy teoretyczny plon tłuszczu uzyskano w przypadku 1 poziomu nawożenia mineralnego ($348,4 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ - tab. 2), zaś najniższy w obiekcie gdzie zastosowano dawkę najwyższą ($\text{N}_3\text{P}_3\text{K}_3$ – $316,8 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) Na glebie piaszczystej wraz ze zwiększeniem nawożenia wzrastał plon tłuszczu

(z 194,8 kg·ha⁻¹ w obiekcie kontrolnym do 240,4 kg·ha⁻¹ w obiekcie z najwyższym nawożeniem). Szczególnie duży wpływ na omawianą cechę miały warunki glebowe – na glebie pylastej wydajność tłuszczu była prawie 1,5 krotnie większa niż na piaszczystej.

W badaniach nad wpływem zabiegów agrotechnicznych na skład chemiczny nasion roślin oleistych wykazano ujemną korelację pomiędzy nawożeniem mineralnym (głównie azotowym) a zawartością tłuszczu (Wojnowska i in. 1995, Bobrecka-Jamro i Pizło 1996, Jędrzejak i in. 2005). Również w doświadczeniach z wiesiołkiem (Lotti i in. 1978, Itenov 1994, Król i Berbeć 2004) stwierdzono tendencje do zmniejszania zawartości tłuszczu pod wpływem nawożenia mineralnego.

W omawianym doświadczeniu na obydwu glebach (średnio z 2 lat) najwięcej oleju zanotowano w nasionach z obiektu kontrolnego (23,8% na glebie piaszczystej i 22,7% na pylastej), a wzrost nawożenia powodował obniżenie zawartości oleju (średnia różnica między obiektem kontrolnym a najwyższą dawką NPK wyniosła 2,1 jednostki procentowe – tab. 3). Każdego roku w nasionach roślin z gleby piaszczystej notowano większą zawartość oleju niż u roślin z gleby pylastej (średnio z 2 lat o 1 jednostkę procentową).

Przebieg warunków atmosferycznych w okresie wegetacji zwykle rzutuje na zawartość tłuszczu w nasionach roślin oleistych. Uważa się, że w warunkach niskich temperatur i dużej wilgotności powietrza wzrasta zawartość tłuszczu. Znalazło to potwierdzenie w naszym doświadczeniu, kiedy w 2003 roku, charakteryzującym się niższą temperaturą w okresie tworzenia i dojrzewania nasion (lipiec-wrzesień) zawartość tłuszczu w nasionach była wyższa (średnio o 1,2 jednostki procentowe) w porównaniu z 2002 rokiem. Podobną zależność stwierdzono w badaniach Wandera i Versluisa (1991), w których niższe temperatury sprzyjały akumulacji tłuszczu w nasionach wiesiołka.

Jednym z kwasów decydujących o przydatności i wykorzystaniu oleju wiesiołkowego jest kwas γ -linolenowy. W badaniach Lacombe i in. (1985) oraz Syokyu i in. (1974) wyższe nawożenie azotowe przyczyniło się do spadku zawartości kwasu γ -linolenowego. Znalazło to potwierdzenie w przeprowadzonym doświadczeniu w którym zanotowano nieznaczne obniżenie zawartości kwasu γ -linolenowego pod wpływem wyższego nawożenia mineralnego (tab. 3 i 4). Natomiast procentowy udział tego kwasu w niewielkim stopniu zależał od warunków glebowych (z nieznaczną tendencją wzrostową na glebie pylastej).

Z innych kwasów wielonienasyconych najwięcej znajdowało się kwasu linolenowego (od 73,45% do 75,55%). Spośród kwasów monoenowych największy procentowy udział miał kwas oleinowy (6,51%- 7,76%), w mniejszych ilościach występował kwas ikozenowy (od 0,06% do 0,19%) oraz w śladowych oleopalmi-

tynowy ($C_{16:1}$ - poniżej 0,1%). Suma kwasów nasyconych (wśród których dominował kwas palmitynowy) wahała się w granicach od 7,37% do 9,02% (tab. 3, 4). Reiner i Marquard (1988) podają, że nawożenie mineralne nie ma wpływu na skład kwasów tłuszczowych oleju wiesiołkowego. Natomiast Lotti i in. (1978), wykazali tendencje do obniżenia zawartości kwasu linolowego pod wpływem nawożenia mineralnego. Analizując uzyskane wyniki trudno jest jednoznacznie określić w jakim stopniu nawożenie mineralne i warunki glebowe wpłynęły na poziom poszczególnych kwasów tłuszczowych w oleju wiesiołka. Zauważono jedynie, że w surowcu uzyskanym z gleby pylastej wystąpiło nieco więcej kwasów nasyconych oraz nieznacznie mniej kwasu oleinowego niż z gleby piaszczystej, a wzrastające nawożenie mineralne na obydwu glebach powodowało nieznaczne obniżenie udziału kwasów wielonienasyconych (głównie linolowego i γ -linolenowego), zaś wzrost kwasów nasyconych.

Tabela 3. Zawartości tłuszczu w nasionach i kwasów tłuszczowych (%) w oleju wiesiołka dziwnego
Table 3. Oil content in seeds and fatty acids (%) in evening primrose oil

| Czynnik – Factor | Tłuszcz Fat | Suma kwasów tłuszczowych – Total fatty acids | | | |
|----------------------------------|----------------|--|--------------|-------------------|-------------------|
| | | Nasycone Saturated | KTJN MUFA | KTWN – PUFA | |
| | | | | Ogółem – Total | $C_{18:3 \gamma}$ |
| Nawożenie – Fertilisation | | | | | |
| $N_0P_0K_0$ | 23,3 | 7,37 | 6,88 | 85,76 | 10,41 |
| $N_1P_1K_1$ | 22,4 | 7,69 | 7,44 | 84,87 | 10,18 |
| $N_2P_2K_2$ | 21,5 | 8,59 | 7,29 | 84,12 | 9,83 |
| $N_3P_3K_3$ | 21,2 | 9,02 | 7,52 | 83,56 | 9,63 |
| Gleba – Soil | | | | | |
| Piaszczysta – Sandy | 22,6 | 7,72 | 7,53 | 84,75 | 9,85 |
| Pylasta – Silty | 21,6 | 8,61 | 7,03 | 84,40 | 10,17 |
| Lata – Years | | | | | |
| 2002 | 21,5 | 8,95 | 7,09 | 83,96 | 8,42 |
| 2003 | 22,7 | 7,37 | 7,47 | 85,20 | 9,61 |

KTJN – jednonienasycone- monounsaturated fatty acids – MUFA, KTWN – wielonienasycone – polyunsaturated fatty acids – PUFA.

Tabela 4. Wpływ nawożenia mineralnego na zawartość kwasów tłuszczowych (%) w oleju wiesiołka dziwnego (średnie z lat 2002-2003)**Table 4.** Effect of mineral fertilisation on content of fatty acid (%) in evening primrose oil (mean for years 2002-2003)

| Czynnik – Factor | Nawożenie – Fertilisation | | | | Średnie Mean |
|--|--|--|--|--|-----------------|
| | N ₀ P ₀ K ₀ | N ₁ P ₁ K ₁ | N ₂ P ₂ K ₂ | N ₃ P ₃ K ₃ | |
| Gleba piaszczysta – Sandy soil | | | | | |
| Kwasy tłuszczowe – Fatty acids | | | | | |
| mirystynowy – myristic (C _{14:0}) | 0,03 | 0,04 | 0,07 | 0,12 | 0,06 |
| palmitynowy – palmitic (C _{16:0}) | 4,98 | 5,29 | 5,97 | 6,15 | 5,60 |
| stearynowy – stearic (C _{18:0}) | 1,68 | 1,58 | 1,86 | 1,99 | 1,78 |
| oleinowy – oleic (C _{18:1}) | 7,07 | 7,76 | 7,26 | 7,56 | 7,41 |
| linolowy – linoleic (C _{18:2}) | 75,55 | 74,93 | 74,53 | 74,01 | 74,49 |
| α-linolenowy – α-linolenic (C _{18:3α}) | 0,12 | 0,16 | 0,15 | 0,13 | 0,14 |
| γ-linolenowy – γ-linolenic (C _{18:3γ}) | 10,28 | 9,93 | 9,68 | 9,52 | 9,85 |
| arachinowy – arachic (C _{20:0}) | 0,17 | 0,23 | 0,34 | 0,38 | 0,28 |
| ikozenowy – icosenoic (C _{20:1}) | 0,12 | 0,08 | 0,14 | 0,14 | 0,12 |
| Gleba pylasta – Silty soil | | | | | |
| Kwasy tłuszczowe – Fatty acids | | | | | |
| mirystynowy – myristic (C _{14:0}) | 0,15 | 0,18 | 0,25 | 0,29 | 0,22 |
| palmitynowy – palmitic (C _{16:0}) | 5,61 | 5,83 | 5,98 | 6,15 | 5,89 |
| stearynowy – stearic (C _{18:0}) | 1,99 | 2,00 | 2,43 | 2,67 | 2,27 |
| oleinowy – oleic (C _{18:1}) | 6,51 | 6,85 | 7,04 | 7,22 | 6,91 |
| linolowy – linoleic (C _{18:2}) | 74,90 | 74,10 | 73,66 | 73,45 | 74,03 |
| α-linolenowy – α-linolenic (C _{18:3α}) | 0,11 | 0,19 | 0,26 | 0,26 | 0,21 |
| γ-linolenowy – γ-linolenic (C _{18:3γ}) | 10,55 | 10,43 | 9,96 | 9,74 | 10,17 |
| arachinowy – arachic (C _{20:0}) | 0,12 | 0,23 | 0,28 | 0,29 | 0,23 |
| ikozenowy – icosenoic (C _{20:1}) | 0,06 | 0,19 | 0,14 | 0,12 | 0,13 |

Wielu autorów (Lotti i in. 1978, Grignac 1988, Russell 1988, Levy i in. 1993) podaje, że w rejonach chłodniejszych zwiększa się zawartość kwasu γ-linolenowego w oleju wiesiołka. Natomiast Reiner i Marquard (1988) nie stwierdzili

wpływu klimatu i temperatury na zawartość tego kwasu. W oparciu o otrzymane w naszym doświadczeniu wyniki trudno jest jednoznacznie ustalić jaki wpływ na profil kwasów tłuszczowych wywarły badane czynniki, a jaki warunki klimatyczne panujące w danym roku uprawy. Niemniej zauważono że w roku 2003, kiedy notowano niższe temperatury w okresie tworzenia i dojrzewania nasion, stwierdzono wyższą zawartość kwasów wielonienasyconych (w tym kwasu γ -linolenowego), zaś obniżenie procentowego udziału kwasów nasyconych.

WNIOSKI

1. Wpływ nawożenia mineralnego na plonowanie wiesiołka dziwnego uzależniony był od warunków glebowych. Na ubogiej w składniki pokarmowe glebie piaszczystej wraz ze wzrostem nawożenia zwiększał się plon nasion, zaś na glebie pylastej jedynie zastosowanie NPK w najniższej dawce spowodowało istotnąwyżkę plonowania w stosunku do obiektu kontrolnego. Większe ilości NPK przyczyniły się do spadku plonów.

2. Rodzaj gleby w dużym stopniu decydował o plonowaniu wiesiołka – na zasobnej w składniki pokarmowe glebie pylastej uzyskano ponad 1,5-krotnie wyższy plon nasion niż na piaszczystej.

3. Pod wpływem większego nawożenia mineralnego notowano obniżanie procentowego udziału tłuszczu w nasionach wiesiołka. Zawartość oleju w nasionach była wyższa na glebie pylastej.

4. Na obydwu glebach zanotowano niewielką tendencję spadkową w zawartości kwasu γ -linolenowego pod wpływem wyższego nawożenia mineralnego. Procentowy udział kwasu γ -linolenowego w niewielkim stopniu zależał od warunków glebowych

5. Zawartość pozostałych występujących w oleju wiesiołka dziwnego kwasów nasyconych i nienasyconych niewielkim stopniu była modyfikowana warunkami glebowymi i nawozowymi.

PIŚMIENNICTWO

- AOAC, Official Methods of Analysis of the AOAC 963.22. 2000. Methyl esters of fatty acids in oils and fats. 17th Ed. Arlington-Virginia USA.
- AOAC, Official Methods of Analysis of the AOAC 969.33. 2000. Fatty acids in oils and fats. 17th Ed. Arlington-Virginia USA.
- Bobrecka-Jamro D., Pizło H., 1996. Wpływ zabiegów agrotechnicznych na plonowanie soi w warunkach Polski południowo-wschodniej. Biul. IHAR, 198, 34-44.
- Grignac P., 1988. La culture de l'onagre. Oleagineux, 3, 119-126.
- Itenov K., 1994. Oenothera biennis. Gron viden, Landburgsministeriet Statens Planteavlfsforsog, 145, 1-4.

- Jędrzejak M., Kotecki A., Kozak M., Malarz W., 2005. Wpływ zróżnicowanych dawek azotu na rozwój i plonowanie rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste*, XXVI, 125-138.
- Kotecki A., Malarz W., Kozak M., Aniołowski K., 2001. Wpływ nawożenia azotem na skład chemiczny nasion pięciu odmian rzepaku jarego. *Rośliny Oleiste*, XXII, 81-89.
- Król B., Berbec S., 2004. Rozwój i plonowanie wiesiołka dwuletniego (*Oenothera biennis* L.) w zależności od nawożenia mineralnego. *Annales UMCS, sec. E*, 59 (4), 1731-1737.
- Lacombe A., Quenot O., Grignac P., Garnier P., 1985. Tentative de production d'acide par la culture de l'onagre (genre *Oenothera*). *Oleagineux*, 1, 37-40.
- Lamer-Zarawska E., Noculak-Palczewska A., 1992. Bio-oleje współczesne zastosowanie w lecznictwie i kosmetyce. *Wiad. Ziel.* 10, 5-6.
- Levy A., Palevitch D., Ranen C., 1993. Increasing gamma linolenic acid in evening primrose grown under hot temperatures by breeding early cultivars. *Acta Horticulturae: Medicinal and Aromatic Plants*, 330, 219-223.
- Lotti G., Izzo R., Landi M.G., 1978. Influenza del clima e delle concimazioni sull'olio di semi di *Oenothera biennis* L. *La Rivista della Società Italiana di Scienza dell'Alimentazione*, 7, 361-368.
- Muśnicki Cz., Toboła P., Muśnicki B., 1999. Wpływ niektórych czynników agrotechnicznych i siedliskowych na jakość plonu rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XX, 459-469.
- Pisulewska E., Lorenc-Kozik A., Borowiec F., 1999. Wpływ zróżnicowanego nawożenia azotem na plon, zawartość oraz skład kwasów tłuszczowych w nasionach dwóch odmian soi. *Rośliny Oleiste*, XX (2), 511-520.
- Reiner H., Marquard R., 1988. Untersuchungen über Anbaueignung und Qualitätseigenschaften von *Oenothera biennis* L. *Fat. Sci. Technol.*, 4, 135-140.
- Russell G., 1988. Physiological restraints on the economic viability of the evening primrose crop in Eastern Scotland. *Crop. Res.* 28, 25-33.
- Syokyu N., Nakata N., Ohashi H., 1974. Cultivation and breeding of *Oenothera* – plant. V. Effect of three essential nutrients on growth, development and components in seed of *Oenothera biennis*. *Shoyakugaku Zasshi*, 28, 168-172.
- Toboła P., Muśnicki Cz., Muśnicki B., 1996. Reakcja dwóch odmian słonecznika oleistego o zróżnicowanym genotypie na nawożenie azotem. *Rośliny Oleiste*, XVII, 423-427.
- Wander J. G. N., Versluis H. P., 1991. Field research in evening primrose in the Netherlands. *Landbouw, Natuurbeheer en Visserij*, 1-8.
- Wojnowska T., Sienkiewicz St., Wojtas A., 1995. Wpływ wzrastających dawek azotu na plon i skład chemiczny nasion rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XVI, 181-187.

FAT CONTENT IN SEEDS AND FATTY ACIDS COMPOSITION
OF EVENING PRIMROSE (*OENOTHERA PARADOXA*) OIL DEPENDING
ON MINERAL FERTILISATION AND SOIL CONDITIONS

Beata Król

Department of Industrial and Medicinal Plants, University of Life Sciences
ul. Akademicka 15, 20-950 Lublin
e-mail: beata.krol@up.lublin.pl

Abstract. The field experiment was carried out in 2002-2003 under diverse soil conditions: on a sandy soil poor in nutrients and with acidic reaction, and on a dusty soil characterised by abundant nutrients and neutral reaction. Mineral fertilisation was applied to both soil types at following NPK rates (kg ha⁻¹): N₁ 25, P₁ 11, K₁ 50; N₂ 50, P₂ 22, K₂ 100; N₃ 75, P₃ 33, K₃ 150.. Plots with no mineral fertilisation were the control (N₀P₀K₀). The influence of mineral fertilisation on yielding of evening primrose depended on the soil properties: on the nutrient-deficient sandy soil, the seed yield increased along with the fertilisation rate applied, while on the dusty soil only the lowest NPK rate caused a significant increase of yielding as compared to the control. Higher NPK amounts contributed to a decrease in the yield. Soil conditions greatly determined the seed yields which were over 1.5-fold higher on the nutrient-abundant silty soil than on the sandy soil. Increasing mineral fertilization caused a drop of fat and γ -linolenic acid on both soil types tested. The evening primrose seeds accumulated more fat (22.6% on average) on sandy than on dusty soil (mean 21.6%). The percentage of other fatty acids was only slightly determined by the soil and nutrition factors.

Key words: evening primrose, *Oenothera paradoxa*, mineral fertilisation, soil, yield, oil, fatty acid