Streszczenie

Wpływ zróżnicowanego nawożenia NPK i odmiany na wielkość, jakość i zdrowotność plonu nasion szarłatu uprawnego

Amarantus, zwany w Polsce szarłatem, zaliczany jest do roślin pseudozbożowych. Jego nasiona cechują się wysoką wartością odżywczą i mogą stanowić zamiennik rodzimych roślin zbożowych. Zawierają nawet 3-krotnie więcej tłuszczu niż tradycyjne zboża, bogatego w skwalen oraz inne wartościowe składniki, tj.: tokoferole, tokotienole, fitosterole, fosfolipidy i glikolipidy. Jednym z najważniejszych atrybutów nasion szarłatu są tokoferole (α-, β-, γ- i δ-tokoferol) wykazujące właściwości przeciwutleniające. Ich zawartość w nasionach roślin oleistych lub o podwyższonej zawartości oleju, tj. amarantus, w różnych stopniu determinowana jest przez czynniki odmianowe, środowiskowe i agrotechniczne. Niewątpliwą zaletą tej rośliny jest to, że w warunkach glebowo-klimatycznych Polski cechuje się dużą odpornością na agrofagi. Obecnie nie ma zarejestrowanych chemicznych środków do ochrony amarantusa, dlatego wykorzystuje się tylko niechemiczne rozwiązania w tym zakresie. Najwięcej problemów plantatorom szarłatu przysparza utrzymanie wysokiej zdrowotności pozbiorczej nasion, co wiąże się z szybkim dosuszeniem zebranych nasion do wilgotności 11-13%, aby nie doszło do rozwoju grzybów, szczególnie z rodzajów *Aspergillus, Alternaria, Penicilium* i *Fusarium*, co mogłoby doprowadzić do zanieczyszczenia plonu nasion mykotoksynami - niebezpiecznymi dla zdrowia zwierząt i człowieka. Celem niniejszej pracy była ocena wpływu zróżnicowanego nawożenia NPK i czynnika genetycznego na: plonowanie szarłatu, kumulowanie tłuszczu surowego, profil kwasów tłuszczowych, zawartość tokoferoli, w tym α-, β-, γ- i δ-tokoferolu i tokoferoli ogółem oraz zdrowotność nasion. W tym celu przeprowadzono 3-letnie doświadczenie polowe (2016-2018) z uprawą dwóch odmian szarłatu - Rawa i Aztek, w warunkach glebowo-klimatycznych Zamojszczyzny. Na jego podstawie wykazano, że większość analizowanych czynników badawczych (przebieg pogody, nawożenie, rozstawa rzędów, odmiana) wpływało korzystnie na wielkość, jakość oraz zdrowotność plonu nasion szarłatu. Warunki hydrotermiczne w latach badań determinowały masę tysiąca nasion, wielkość i wydajność plonu nasion, zawartość tłuszczu surowego w nasionach oraz kwasów behenowego, palmitylooleinowego i eikozenowego w oleju. Nawożenie NPK wpływało natomiast na wielkość i wydajność plonu nasion oraz zawartość tłuszczu surowego. Miało także istotny wpływ na zawartość kwasów mirystynowego, pentadekanowego, heptadekanowego, stearynowego, behenowego, palmityoelaidynowego

i eikozenowego oraz wpływało na stopień zasiedlenia nasion przez *Altenaria alternata*. Rozstawa rzędów miała wpływ na liczbę roślin na $1m^2$ i masę nasion uzyskanych z $1m^2$ oraz masę tysiąca nasion. Ponadto determinowała zdrowotność nasion szarłatu, szczególnie ogólną liczebność kolonii grzybów bytujących na nasionach, a zwłaszcza *Aspergillus brasiliensis.* Odmiana natomiast istotnie wpływała na wysokość roślin, długość kwiatostanów, masę tysiąca nasion oraz na wielkość plonu nasion i wydajność tłuszczu. Determinowała zawartość tłuszczu surowego w nasionach oraz zawartość wybranych kwasów tłuszczowych nasyconych i nienasyconych, sumę kwasów tłuszczowych nasyconych i nienasyconych, stosunek kwasu linolowego do linolenowego oraz zawartość wszystkich homologów tokoferoli i tokoferoli ogółem. Wpływała także na zdolność kiełkowania nasion szarłatu po zbiorze, na ogólną liczbę wyosobnień kolonii grzybów, a zwłaszcza *Aspergillus brasiliensis* i *Alternaria alternata* na nasionach. Odmiana Rawa była liczniej zasiedlana przez grzyby chorobotwórcze negatywnie oddziaływujące na jakość nasion. Dla liczby roślin na $1m^2$ oraz niektórych badanych cech wysokości plonowania, jakości nasion i ich zdrowotności wykazano współdziałanie czynnika odmianowego oraz warunków pogodowych lub nawożenia czy też rozstawy rzędów. W uprawie amarantusa należy zatem szczególnie uwzględniać czynnik genetyczny, który jest jednym z najważniejszych elementów agrotechniki kształtujących plon, jego jakość i zdrowotność. W warunkach glebowo-klimatycznych Zamojszczyzny, gdzie przeprowadzono doświadczenie polowe, wskazana jest uprawa odmiany Aztek w rozstawie szerokorzędowej i zastosowanie drugiego wariantu nawożenia (NPK2 - 110 N, 70 P_2O_5, 70 K_2O) w praktyce jako racjonalnego nawożenia mineralnego szarłatu. Jest to zgodne z założeniami systemu integrowanej produkcji, który zakłada, że nawożenie mineralne powinno być stosowane poniżej poziomu pobrania. Wyniki uzyskane po wdrożeniu wyżej wymienionych zaleceń wskazują na potrzebę upowszechnienia, bowiem wpływają na uzyskanie zadawalającego plonu nasion o wysokiej jakości i zdrowotności.

Słowa kluczowe: szarłat, plon nasion, jakość nasion, zawartość tłuszczu, kwasy tłuszczowe, tokoferole, zdrowotność nasion

Summary

Effect of different NPK fertilisation and cultivar on the size, quality and healthiness of amaranth seed yield

Amaranth, called 'szarłat' in Poland, is classified as a pseudo-cereal plant. Its seeds are characterized by high nutritional value and can be used as a substitute for native grain plants. They contain up to 3 times more fat than traditional grains and are, rich in squalene and other valuable components, such as: tocopherols, tocotienols, fitosterols, phospholipids and glycolipids. One of the most important attributes of amaranth seeds are tocopherols (α-, β-, γ- and δ-tocopherol) which show antioxidant properties. Their content in oilseeds or seeds with increased oil content such as amaranth, is to a different extent determined by cultivar, environmental and agricultural practice factors. An unquestionable advantage of this plant is its high pest resistance in the soil and climatic conditions of Poland. Currently, there are no registered chemical products for the protection of amaranth, therefore only non-chemical solutions are used in this area. The greatest problem for amaranth growers is to maintain high post-harvest seed health, which involves rapid drying of the collected seeds to 11-13%, moisture content in order to prevent the development of fungus, especially from the genera *Aspergillus, Alternaria, Penicilium* and *Fusarium*, which could lead to contamination of the seed yield with mycotoxins - dangerous compounds for animal and human health. The aim of this study was to evaluate the effect of differentiated NPK fertilisation and genetic factor on amaranth yield, crude fat accumulation, fatty acid profile, tocopherol contents (α-, β-, γ- and δ-tocopherol and total tocopherols) and seed health. For this purpose a 3-year field experiment (2016-2018) was carried out involving the cultivation of two amaranth cultivars - Rawa and Aztek in the soil and climatic conditions of the Zamość region. On its basis, it was shown that most of the analysed research factors (weather course, fertilisation, row spacing and cultivar) had a positive effect on the size, quality and healthiness of amaranth seed yield. Hydrothermal conditions in the study years determined thousand seed weight, size and yield of amaranth seeds, the content of crude fat in the seeds and behenic, palmityloleic and ecosene acids in the oil. NPK fertilisation influenced seed yield size and efficiency and crude fat content. It also had a significant impact on the content of myristic, pentadecanoic, heptadecanoic, stearic, behenic, palmityelaidic and eicosenic acids, as well as the degree of seed colonization by *Altenaria alternata*. Row spacing affected the number of plants per 1 m^2 seed weight per 1 m^2 and one thousand seed weight. Moreover, it determined the health status of amaranth seeds, the total number of fungal colonies present

on the seeds, especially *Aspergillus brasiliensis*. The cultivar, on the other hand, significantly influenced plants height, inflorescence lenght, thousand seed weight and seed and fat yield. Moreover, it was also responsible for the content of crude fat in seeds and selected saturated and unsaturated fatty acids, total of saturated and unsaturated fatty acids, linoleic acid to linolenic acid ratio, as well as the content of total tocopherols and tocopherol homologues. Furthermore, it affected amaranth seed germination capacity after harvest, total number of fungal isolates, especially *Aspergillus brasiliensis* and *Alternaria alternata* colonies. The cultivar Rawa was more abundantly colonised by pathogenic fungi negatively affecting seed quality. An interaction of the cultivar factor and weather, fertilisation conditions or row spacing was demonstrated for the number of plants per $1m^2$ and some of the tested features of yield size, seed quality and health. Therefore, particular attention should be paid to the genetic component in amaranth cultivation as it is one of the most important agriculture factors shaping the yield, its quality and health. Under the soil and climatic conditions of the Zamość region, where the field experiment was carried out, it is advisable to grow the cultivar Aztek in a wide-row spacing and apply the second fertilisation variant (NPK2 - 110 N, 70 P_2O_5, 70 K_2O) in practice. This recommendations are in line with the principles of the integrated production system.

Key words: amaranth, seed yield, seed quality, fat content, fatty acids, tocopherols, seed health