

Jerzy Książak, Jolanta Bojarszczuk,
Anna Gałązka, Jacek Niedźwiecki,
Karolina Gawryjołek, Leszek Lenc,
Małgorzata Jeske, Ewa Czyż,
Maria Król

BADANIA NAD UPRAWĄ
KUKURYDZY (*ZEA MAYS* L.)
W WIELOLETNIEJ
MONOKULTURZE
I ZMIANOWANIU

MONOGRAFIE
I ROZPRAWY
NAUKOWE

58

BADANIA NAD UPRAWĄ KUKURYDZY (*ZEA MAYS* L.) W WIELOLETNIEJ MONOKULTURZE I ZMIANOWANIU

Streszczenie

Słowa kluczowe: kukurydza, zmianowanie, monokultura, skład granulometryczny, ił łatwo dyspergujący, wskaźnik respiracji gleby, aktywność biologiczna, fosfataza kwaśna, węgiel organiczny w biomasie, porażenie ziarniaków, wartość produkcji, nadwyżka bezpośrednia

W okresie objętym badaniami najlepiej plonowała kukurydza uprawiana w trzyletnim zmianowaniu. W Grabowie zwiększenie poziomu plonowania w stosunku do plonu kukurydzy uprawianej w monokulturze i z zastosowaniem siewu bezpośredniego wynosiło ok. 29%, a w Baborówku różnica była nieco mniejsza i wynosiła około 15%. Plonowanie kukurydzy uprawianej w monokulturze z wykorzystaniem pełnej uprawy płużnej w Grabowie było większe o ok. 25%, a w Baborówku o około 11% w stosunku do plonu kukurydzy uprawianej w monokulturze i z zastosowaniem siewu bezpośredniego. W Baborówku produktywność zmianowania z udziałem zbóż była mniejsza o ok. 28% w stosunku do kukurydzy uprawianej z siewu bezpośredniego i mniejsza o ok. 42% w stosunku do kukurydzy uprawianej z zastosowaniem orki głębokiej. Natomiast w Grabowie produktywność zmianowania z udziałem zbóż i kukurydzy była podobna do uprawy kukurydzy z siewu bezpośredniego i o około 19% mniejsza w stosunku do kukurydzy uprawianej z zastosowaniem orki głębokiej. W obu rejonach na masę kolby i ziarna z kolby kukurydzy oraz jej długość korzystniej wpływała uprawa zmianowaniu niż w monokulturze, niezależnie od sposobu przygotowania roli do siewu. W okresie prowadzenia doświadczeń mniejsza masa 1000 ziaren charakteryzowała kukurydzą uprawianą w monokulturze i z wykorzystaniem siewu bezpośredniego, niż uprawianą w zmianowaniu lub z zastosowaniem orki zimowej. Ziarno kukurydzy uprawianej w warunkach monokultury i w siewie bezpośrednim odznaczało się większą wilgotnością niż z obiektów, gdzie stosowano uprawę mechaniczną. Zastosowanie uproszczeń, a w szczególności siewu bezpośredniego w glebie płużnej o składzie granulometrycznym piasku gliniastego zwiększało gęstość wierzchnich warstw gleby, a także wilgotność objętościową. Zastosowanie siewu bezpośredniego oraz spłylenie uprawy istotnie zwiększyło stabilność wierzchnich warstw badanej gleby. Ma to niezwykle duże znaczenie w aspekcie ochrony gleb przed erozją oraz trwałości agregatów glebowych. Mniejsza zawartość ił łatwo dyspergującego (RDC) w wierzchnich warstwach gleby z zastosowaniem siewu bezpośredniego lub uprawą uproszczoną zapewniają większą stabilność tych gleb, tym samym podatność ich na destrukcję jest znacznie mniejsza w porównaniu z systemami płużnymi zarówno w monokulturze, jak i zmianowaniu. Przeprowadzone badania potwierdzają potencjalne korzyści z zastosowania uproszczeń, szczególnie w terenach, które mogą być podatne na zjawiska erozji wodnej gleb.

Uproszczenia w uprawie roli powodują wyraźny spadek wskaźnika respiracji gleby, zwłaszcza zastosowanie siewu bezpośredniego. Najwyższa zdolność oddychania charakteryzowała glebę po zastosowaniu orki głębokiej, a najniższa – siewu bezpośredniego. Większą aktywność respiracyjną gleby odnotowywano jesienią, niż po siewie kukurydzy.

Najwyższą aktywnością biologiczną charakteryzowała się gleba w kukurydzy w okresie kwitnienia i po zbiorze roślin. Najliczniej grzyby występowały po zbiorze kukurydzy. Największą ogólną liczebność bakterii i grzybów notowano w kukurydzy uprawianej w monokulturze z siewu bezpośredniego, natomiast nie stwierdzono statystycznie istotnych różnic w kukurydzy z zastosowaniem pełnej uprawy płuźnej i zmianowania. Najwyższą aktywność fosfatazy kwaśnej obserwowano w glebie w kukurydzy uprawianej w monokulturze i z wykorzystaniem siewu bezpośredniego. Największą zawartość węgla organicznego w biomacie mikroorganizmów glebowych stwierdzono po zbiorze roślin w glebie w kukurydzy uprawianej z wykorzystaniem siewu bezpośredniego.

Najsilniej porażenie ziarniaków kukurydzy przez *Fusarium* spp. ograniczała uprawa w zmianowaniu. Zastosowanie orki w kukurydzy uprawianej w monokulturze istotnie ograniczało występowanie *Fusarium* spp. w porównaniu z uprawą uproszczoną i siewem bezpośrednim. Ziarniaki kukurydzy były zasiedlane głównie przez *Fusarium* spp., ale izolowano również następujące gatunki grzybów: *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Acremonium strictum*, *Khuskia oryzae*, *Cladosporium herbarium*, *Alternaria alternata*, *Epicoccum nigrum*. Liczne występowanie na ziarnie w niektórych latach mikotoksynotwórczych gatunków grzybów wskazuje na jego potencjalne zagrożenie skażenia toksycznymi metabolitami.

Najwyższą wartość produkcji ziarna kukurydzy zapewniała uprawa w zmianowaniu (4060 zł·ha⁻¹ w Grabowie i 5753 zł·ha⁻¹ w Baborówku), co było efektem uzyskanego wyższego plonu, natomiast najniższą – uprawiana w siewie bezpośrednim (3152 i 5002 zł·ha⁻¹).

Najwyższe koszty bezpośrednie generowała uprawa kukurydzy w zmianowaniu (Grabowie 2614 zł·ha⁻¹, Baborówku 2411 zł·ha⁻¹). W strukturze kosztów największy udział stanowiły koszty nawożenia, głównie nawożenie azotem. Najwyższy poziom nadwyżki bezpośredniej zapewniała kukurydza uprawiana w monokulturze i uprawie płuźnej, (w Grabowie – 2300 zł·ha⁻¹) i był wyższy odpowiednio o 80 i 57% w porównaniu z nadwyżką bezpośrednią uzyskaną z kukurydzy uprawianej w monokulturze i siewie bezpośrednim oraz w uprawie uproszczonej. Natomiast w Baborówku wskaźnik ten wyniósł średnio 4885 zł·ha⁻¹ i był wyższy o 18 i 26% w stosunku do nadwyżki uzyskanej z uprawy w monokulturze w siewie bezpośrednim i z wykorzystaniem uprawy uproszczonej. Zastosowanie upraszczania w uprawie roli, aż do siewu bezpośredniego ogranicza koszty zabiegów uprawowych niezależnie od rejonu o 22%. Wykorzystanie siewu bezpośredniego w kukurydzy uprawianej na ziarno spowodowało zmniejszenie poziomu dochodu, a największy w Grabowie uzyskano po zastosowaniu uprawy uproszczonej, natomiast w Baborówku – w zmianowaniu oraz z wykorzystaniem pełnej uprawy płuźnej.

STUDY ON THE GROWING MAIZE (*ZEA MAYS* L.) IN LONG-TERM MONOCULTURE AND ROTATION

Summary

Keywords: maize, rotation, monoculture, granulometric composition, easily disperseable clay, rate of soil respiration, biological activity, acid phosphatase, organic carbon in biomass of soil micro-organisms, paralysis of corn kernels, value of production, direct surplus

During the period of the study, maize cultivated in a three-year crop rotation yielded the best. In Grabów, yield increase amounted to approximately 29% compared to the yield of maize grown in monoculture with the use of direct sowing. In Baborówko, this difference was slightly smaller and amounted to about 15%. The yield of maize cultivated in monoculture with full plough cultivation in Grabów was higher by about 25%, and in Baborówko by about 11% in relation to the yield of maize cultivated in monoculture in direct sowing. In Baborówko, the productivity of crop rotation was by about 28% lower than that of maize cultivated in monoculture in direct sowing and about 42% lower than that of maize cultivated in full ploughing treatment. In Grabów, on the other hand, the productivity of crop rotations was similar to that of monoculture in direct sowing and approximately by 19% lower than that of maize grown using full ploughing. In both regions, the weight of the cob and the grain from the cobs, as well as cob length, were more positively influenced by the crop rotation than for maize under monoculture cultivation, regardless of the way of soil preparation for sowing. During the period of the study, a lower thousands grain weight was recorded for maize cultivated in monoculture in direct sowing than for one cultivated in crop rotations or monoculture with full ploughing. Grains of maize cultivated in monoculture and direct sowing conditions had higher moisture content than those from the treatments where mechanical tillage was applied. Using simplifications, and in particular, direct sowing, in luvisol of granulometric composition of clay sand, increased the density of the surface layers of soil as well as the volume moisture. The use of direct sowing and full ploughing cultivation significantly increased the stability of the upper layers of the tested soil. This is extremely important in terms of the protection of soils against erosion and the durability of soil aggregates. The lower content of readily dispersible clay (RDC) in the top layers of the soils where direct sowing or simplified tillage were used, ensures a higher stability of these soils, making them much less susceptible to the destruction than ploughing system does, both in monoculture and crop rotations. This study confirms the potential benefits of using simplifications, especially in the areas which may be prone to water erosion of the soils.

Simplifications in the soil tillage result in a significant decrease in the rate of soil respiration, especially under direct sowing. The highest soil respiration was noted after using full ploughing soil treatment, while the lowest, after direct sowing. A higher respiration activity of soil was observed in autumn – after maize harvest.

The highest biological activity was observed in the soil under maize during flowering and after harvest. The highest number of fungi occurred after the harvest. The highest total number of bacteria and fungi was recorded in maize grown in monoculture with direct sowing, but no statistically significant differences were found for maize under full ploughing

and crop rotations. The highest activity of acid phosphatase was observed in the soil under maize cultivated in monoculture with the use of direct sowing. The highest content of organic carbon in the biomass of soil micro-organisms was found after the harvest, in the soil under maize cultivated with direct sowing.

The infestation of maize grains with *Fusarium* spp. was most limited by the cultivation in crop rotation. The use of ploughing in maize cultivated in monoculture significantly reduced the occurrence of *Fusarium* spp. compared to the simplified cultivation and direct sowing. The maize grains were infested mostly by *Fusarium* spp., but the following fungal species were also isolated: *Penicillium* spp., *Aspergillus* spp., *Acremonium strictum*, *Khuskia oryzae*, *Cladosporium herbarium*, *Alternaria alternata*, and *Epicoccum nigrum*. The high prevalence of mycotoxin-producing fungi on the grains in some years indicates a potential risk of contamination by toxic metabolites.

The highest value of maize grain production was ensured by cultivation in crop rotation (4060 $\text{z}\cdot\text{ha}^{-1}$ in Grabów and 5753 $\text{z}\cdot\text{ha}^{-1}$ in Baborówko), which resulted from a higher yield, while the lowest was recorded for direct sowing (3152 and 5002 $\text{z}\cdot\text{ha}^{-1}$).

The highest direct costs were generated by maize cultivation in crop rotation (Grabów 2614 $\text{z}\cdot\text{ha}^{-1}$, Baborówko 2411 $\text{z}\cdot\text{ha}^{-1}$). Fertilization costs, mainly with nitrogen, constituted the largest part of the cost structure. The highest level of direct surplus was ensured by maize cultivated in monoculture and ploughing (in Grabów 2300 $\text{z}\cdot\text{ha}^{-1}$) and was higher by 80 and 57%, respectively, compared to the direct surplus obtained from maize cultivated in monoculture, direct sowing, and simplified cultivation. On the other hand, in Baborówko, this index averaged 4885 $\text{z}\cdot\text{ha}^{-1}$ and was higher by 18 and 26% in comparison to the surplus obtained from the cultivation in monoculture, direct sowing, and simplified cultivation. Simplification in tillage, until the direct sowing, reduces the cost of tillage treatments by 22%, depending on the location of the study.