

9. Streszczenie

Wpływ płużnego i bezpłużnego systemu uprawy roli na plon i jakość plonu rzepaku ozimego, pszenicy ozimej i żyta ozimego oraz wybrane właściwości gleby w zależności od zastosowania zróżnicowanych dawek żytniego wywaru gorzelnianego

Badania przeprowadzono w latach 2017 – 2019, w oparciu o eksperyment polowy założony jesienią 2016 roku w miejscowości Konstantynów, w powiecie Białskim.

Celem doświadczenia była ocena wpływu zróżnicowanych systemów uprawy roli oraz stosowania zróżnicowanych dawek żytniego wywaru gorzelnianego na wybrane właściwości fizykochemiczne i biologiczne gleby, a także na plon i jakość plonu nasion rzepaku ozimego oraz ziarna pszenicy ozimej i żyta ozimego. Wywar gorzelniany stosowano przedsięwnie w dawkach $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ i $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. W obiektach kontrolnych nie stosowano wywaru. Płużny system uprawy roli zakładał wykonanie orki siewnej, a następnie przedsięwiny wysiew nawozu mineralnego Polifoska®8 NPK(S) 8-24-24(9). Na obiektach, gdzie stosowano uproszczenia uprawy roli, orkę i nawożenie przedsięwnie zastąpiono uprawą kultywatorem ścierniskowym zaadaptowanym do wgłębnej aplikacji nawozów mineralnych na podstawie patentu nr. 229779. Po zbiorze roślin oceniano plon i jakość plonu nasion i ziarna, elementy struktury plonu wysiewanych gatunków roślin oraz zawartość wybranych pierwiastków w nasionach rzepaku i ziarnie zbóż. W próbach glebowych pobieranych z trzech warstw (0 – 30 cm, 30 – 60 cm oraz 60 – 90 cm) określano pH oraz zawartość fosforu, potasu i magnezu. Dodatkowo w warstwie do 30 cm określano zawartość węgla organicznego oraz liczbę i biomasę dżdżownic. Analizę ekonomiczną wykonano w oparciu o nadwyżkę bezpośrednią i dochód.

W warunkach płużnej uprawy roli określono istotnie większą obsadę roślin rzepaku ozimego, a poziom plonowania był nieznacznie wyższy niż w warunkach uprawy bezpłużnej. Większą zawartość potasu, magnezu, manganu i miedzi, a mniejszą żelaza i boru określono w nasionach rzepaku ozimego zebranych z poletek uprawianych bezpłużnie. Wpływ warunków pogodowych istotnie kształtował zawartość tłuszczu i glukozyolanów w nasionach rzepaku ozimego. Zastosowanie wywaru gorzelnianego korzystnie wpłynęło na obsadę oraz poziom plonowania rzepaku ozimego. Zastosowanie $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ wywaru zwiększyło w nasionach rzepaku zawartość azotu i manganu, a zmniejszyła magnezu. Z kolei wniesienie $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ wpłynęło na zmniejszenie zawartości miedzi w nasionach. Jednocześnie aplikacja wywaru gorzelnianego pod rzepak skutkowałą zmniejszeniem w nasionach zawartości żelaza.

Obsada roślin oraz poziom plonowania pszenicy ozimej, a także masa ziaren z kłosa były wyższe w obiektach, gdzie stosowano płużną uprawę roli. Wyższy wskaźnik sedymentacji oraz większą zawartość białka ogólnego, glutenu oraz wapnia, żelaza, manganu, cynku i boru określono w ziarnie pszenicy zebranym z obiektów, gdzie stosowano uproszczenia w uprawie roli. Ziarno zebrane z poletek uprawy płużnej charakteryzowało się większą zawartością skrobi i miedzi niż zebrane z obiektów uprawy bezpłużnej. Wraz z zastosowaniem kolejnych dawek żytniego wywaru gorzelnianego pod pszenicę ozimą wzrastała obsada, plon ziarna i liczba ziaren w kłosie. Jednocześnie na zwiększenie masy ziaren z kłosa wpłynęło zastosowanie najwyższej dawki wywaru. Aplikacja wywaru powodowała istotne zwiększenie w ziarnie pszenicy ozimej zawartości białka ogólnego, glutenu i wskaźnika sedymentacyjnego Zeleny'ego, oraz zawartości magnezu i manganu, a zastosowanie $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ wywaru spowodowało zwiększenie zawartości skrobi oraz fosforu i cynku w ziarnie. Zastosowanie wywaru gorzelnianego skutkowało z kolei zmniejszeniem zawartości w ziarnie pszenicy ozimej żelaza, miedzi i boru.

Większą obsadę roślin żyta, wyższe plony ziarna, masę tysiąca ziaren oraz masę ziaren z kłosa uzyskano w obiektach, gdzie stosowano płużną uprawę, w porównaniu z obiektami z bezpłużnym systemem uprawy roli. Zastosowanie uproszczeń w uprawie roli powodowało wzrost zawartości magnezu i boru w ziarnie żyta ozimego, a zmniejszenie zawartości manganu. Zastosowanie pod żyto ozime największej dawki wywaru gorzelnianego skutkowało zwiększeniem obsady kłosów, plonu ziarna oraz zawartości białka ogólnego w ziarnie. Aplikacja $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ wywaru gorzelnianego wpłynęła na zmniejszenie zawartości żelaza w ziarnie żyta ozimego, a zastosowanie $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ skutkowało zwiększeniem zawartości miedzi. Stosowanie żytniego wywaru gorzelnianego powodowało zmniejszenie zawartości manganu i zwiększenie zawartości boru w ziarnie żyta ozimego.

Zastosowanie zróżnicowanych systemów uprawy roli nie wpłynęło istotnie na zawartość węgla organicznego w wierzchniej 0 – 30 cm warstwie gleby. Wraz ze wzrostem stosowanej dawki wywaru gorzelnianego zwiększała się zawartość węgla organicznego w wierzchniej warstwie gleby. Pod wszystkimi roślinami zmianowania zaobserwowano zwiększanie się pH gleby wraz z jej głębokością. Ponadto po zastosowaniu wywaru gorzelnianego pod zboża ozime obserwowano zmniejszenie poziomu pH w porównaniu z obiektami kontrolnymi. Opisana zależność w glebie po uprawie rzepaku występowała jedynie po zastosowaniu najwyższej dawki wywaru. Gleba na stanowisku po uprawie pszenicy ozimej charakteryzowała się wyższym pH, gdy stosowano płużną uprawę roli. Z kolei po uprawie żyta ozimego wyższym pH charakteryzowała się gleba uprawiana bezorkowo.

W glebie po uprawie rzepaku ozimego w obiektach, na których aplikowano wywar gorzelniany określono zwiększoną zawartość dostępnych form fosforu i magnezu w glebie i zmniejszoną zawartość potasu. Podobnie w glebie pod uprawą pszenicy ozimej, gdzie stosowano wywar, zawartość fosforu i potasu była wyższa. Również na stanowisku po życie ozimym nawożonym wywarem zaobserwowano wyższe zawartości potasu i magnezu.

Wyższe zawartości fosforu, potasu i magnezu określono w glebie pod uprawą rzepaku ozimego uprawianego bezpłuznie w porównaniu z obiektami uprawianymi płuznie. Gleba po uprawie pszenicy ozimej charakteryzowała się wyższą zawartością potasu w obiektach, gdzie stosowano uproszczoną uprawę gleby. Wyższą zawartość fosforu w glebie po pszenicy określono w obiektach uprawianych płuznie. W glebie z obiektów, gdzie żyto uprawiano w technologii bezpłuznej, określono wyższą zawartość fosforu, a zawartość magnezu w glebie z poletek uprawianych płuznie.

Pod wszystkimi roślinami zmianowania zawartość fosforu i potasu była najwyższa w wierzchniej warstwie gleby – do 30 cm – i zmniejszała się wraz z głębokością. Podobną zależność określono dla gleby po uprawie zbóż w odniesieniu do potasu. W przypadku gleby z obiektów, gdzie uprawiano rzepak ozimy, najniższą zawartość potasu określono w poziomej gleby od 30 cm do 60 cm. Zawartość magnezu we wszystkich obiektach była najniższa w warstwie do 30 cm i rosła wraz z głębokością.

W glebie pod wszystkimi roślinami zmianowania liczba i masa dżdżownic zwiększała się w kolejnych latach badań. Istotnie większą liczbę i masę dżdżownic określono w obiektach, gdzie rzepak ozimy i pszenicę ozimą uprawiano bezpłuznie. Podobną tendencję stwierdzono na stanowisku po bezpłuznej uprawie żyta. Stwierdzono ogólną tendencję do wzrostu liczby i masy dżdżownic w glebie, gdzie stosowano żytni wywar gorzelniany.

Wskaźniki ekonomiczne wykorzystane do oceny technologii uprawy wskazują, że w uprawie rzepaku ozimego najbardziej dochodowe było zastosowanie $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ dawki żytniego wywaru gorzelnianego w warunkach uprawy bezpłuznej, a w przypadku zbóż ozimych aplikacja $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ wywaru w płuznym wariantcie uprawy roli.

Słowa kluczowe: *rzepak ozimy, pszenica ozima, żyto ozime, systemy uprawy roli, żytni wywar gorzelniany, plon nasion i ziarna, jakość plonu, skład chemiczny, gleba, dżdżownice.*

**Effects of conventional and no-tillage systems on yield and yield quality
of winter oilseed rape, winter wheat and winter rye, and on some soil properties
depending on application of different rates of rye stillage**

This study was conducted over the period 2017 – 2019 based on a field experiment established in the autumn of 2016 in the village of Konstantynów, Biała County.

The aim of this experiment was to evaluate the effects of application of rye stillage on some soil physicochemical and biological properties as well as on yield and yield quality of winter oilseed rape seed and of winter wheat and winter rye grain under conventional and no-tillage conditions. Stillage were applied before sowing at a rate of $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ and $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Plots without stillage were the control treatment. The conventional tillage system included ploughing before sowing and subsequently pre-sowing application of the mineral fertilizer Polifoska®8 NPK(S) 8-24-24(9). In the no-tillage treatments, ploughing and fertilization were replaced by tillage with a stubble cultivator adapted to subsurface application of mineral fertilizers (based on patent No. 229779). After harvest of the crop, seed and grain yield and yield quality, yield components of the crop species sown, and the content of some elements in oilseed rape seed and cereal grain were evaluated. In soil samples taken from three layers (0 – 30 cm, 30 – 60 cm, and 60 – 90 cm), pH and phosphorus, potassium and magnesium content were determined. Additionally, organic carbon content and number and biomass of earthworms in the 0 – 30 cm layer were determined. An economic analysis was performed based on gross margin and income.

Under conventional tillage conditions, the density of winter oilseed rape plants was found to be significantly higher, whereas the yield was slightly higher than under no-tillage conditions. A higher content of potassium, magnesium, manganese and copper, and a lower iron and boron content were determined in winter oilseed rape seed harvested from the untilled plots. Weather conditions had a significant impact on the oil and glucosinolate content in winter oilseed rape seed. The use of stillage had a beneficial effect on oilseed rape yield and plant density. Application of $20 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ of stillage increased the nitrogen and manganese content in rapeseed, but it decreased the magnesium content. In turn, application of $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ resulted in a lower copper content in rapeseed. At the same time, application of stillage under oilseed rape resulted in a reduction in seed iron content.

Plant density and yield of winter wheat as well as 1000 grain weight and grain weight per ear were higher in the treatments where conventional tillage was used. In turn, a higher sedimentation value and a higher content of total protein, gluten, calcium, iron, manganese,

zinc and boron were determined in wheat grain harvested from the reduced tillage treatments. Under no-tillage conditions, on the other hand, a decrease in grain starch and copper content was found.

Application of rye stillage under winter wheat increased ear density, grain yield as well as grain number and weight per ear, but better effects were found in the treatments with a higher rate of stillage. Moreover, application of stillage caused a significant increase in the Zeleny sedimentation value and also in the total protein, gluten and manganese content in grain. At the same time, an increase in the starch and zinc content in wheat grain and a decrease in its iron and copper content were found in the treatment with a rate of 20 m³ of stillage per hectare, whereas in the treatment with a rate of 40 m³·ha⁻¹ – an increase in grain magnesium content, but a decrease in phosphorus, zinc and boron content.

Higher yields of winter rye grain and also a higher plant density, thousand grain weight and number of grains per ear were obtained in the conventional tillage treatments compared to reduced tillage. The elimination of ploughing caused an increase in the magnesium and boron content in winter rye grain and a decrease in its manganese content.

Incorporation of stillage into the soil under rye beneficially affected plant density and grain total protein and boron content, but the manganese content decreased. The highest grain yield was obtained under conditions when a rate of 40 m³ of stillage per hectare was applied. However, the grain iron content decreased in comparison to the treatment with stillage. Application of a lower rate of stillage (20 m³·ha⁻¹), in turn, resulted in an increase in the copper content in grain, but a decrease in its magnesium content.

The use of different tillage systems did not affect significantly the organic carbon content in the 0 – 30 cm topsoil layer, but incorporation of stillage into the soil had a beneficial effect on this trait. Under all the rotation crops, the soil pH was observed to increase with increasing soil depth. Furthermore, after application of stillage under the winter cereals, the pH values were observed to decrease compared to the control treatments. The above-described relationship in the soil after the oilseed rape crop was only found in the case of application of the highest rate of stillage. The soil in the field after winter wheat was characterized by higher pH when conventional tillage was used. After the winter rye crop, in turn, higher pH was found in the untilled soil.

Application of rye stillage had a significant effect on the grain content of the selected elements. In the experiment with winter oilseed rape, an increased content of available forms of phosphorus and magnesium and a lower potassium content were determined in the soil fertilized with stillage, the phosphorus and potassium content in the field after winter wheat

was found to increase, whereas in the soil under winter rye – an increase in potassium and magnesium content was found.

The use of reduced tillage under winter oilseed rape, compared to conventional tillage, caused an increase in the soil content of phosphorus, potassium and magnesium. In the experiment with winter wheat, a higher soil potassium content was found in the reduced tillage treatments, while in turn the soil in the tilled plots contained more phosphorus. In the experiment with winter rye, the elimination of ploughing contributed to an increase in soil phosphorus content, whereas the magnesium content decreased.

Under all the rotation crops, the phosphorus and potassium content was highest in the topsoil layer. In the 30 – 60 cm soil layer, in turn, the lowest potassium content was found in the treatments with winter oilseed rape and winter wheat, whereas in the treatment with winter rye – the lowest phosphorus content. At the same time, in all the treatments the magnesium content was lowest in the 30 cm layer and it increased with increasing depth.

In the soil under all the rotation crops, the number and weight of earthworms increased in the successive years of the study. No-tillage had a beneficial effect on number and weight of earthworms. In the experiment with winter oilseed rape and winter wheat, this relationship was confirmed statistically, whereas in the cultivation of rye it showed a trend. A slight increase in the number and weight of earthworms was also observed under the influence of application of rye stillage.

Based on the economic indicators used to evaluate the cultivation technology, it was found that application of rye stillage at a rate of $40 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ under no-tillage conditions was the most profitable in growing winter oilseed rape, while in the case of the winter cereals – application of the same rate of stillage in the conventional tillage treatment.

Key words: *winter oilseed rape, winter wheat, winter rye, tillage systems, rye stillage, seed and grain yield, yield quality, chemical composition, soil, earthworms.*