

MICHAŁ FIEDLER

Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji
Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu

ZMIENNOŚĆ RETENCJI WODY W MIKROZLEWNI ROLNICZEJ NA POJEZIERZU GNIEŹNIEŃSKIM

VARIABILITY OF WATER RETENTION IN SOILS OF AGRICULTURAL MICROCATCHMENT IN THE GNIEZNO LAKELAND AREA

Streszczenie. W pracy przedstawiono wyniki badań prowadzonych w latach 1993-2003 mających na celu określenie zmienności zasobów wody retencjonowanej w mikrozelewniach rolniczych z występującymi śródpolnymi oczkami wodnymi. Zarówno stany wody gruntowej, jak i zapasy wody retencjonowanej w wierzchnich warstwach profili glebowych wykazują znaczną zmienność wynikającą z przebiegu warunków meteorologicznych oraz z położenia w rzeźbie terenu. Zasoby wody retencjonowanej w półroczach zimowych są wyczerpywane w półroczach letnich. Zapasy wody w przypowierzchniowej części profilu położonego w środkowej partii zbocza wykazują podobieństwo do przebiegu zasobów w profilu położonym na kulminacji zbocza, natomiast zapasy wody w 1-metrowej warstwie tego profilu wykazują większe podobieństwo do zasobów w profilu położonym u podnóża zbocza.

Słowa kluczowe: retencja wody, mikrozelewnia rolnicza, woda gruntowa

Wstęp

Zasoby wody retencjonowanej w profilu glebowym są istotnym wskaźnikiem warunkującym możliwości rozwoju i plonowania roślin uprawnych. W terenach bogato urzeźbionych zasoby wody wykazują znaczną zmienność wynikającą z położenia w reliefie, budowy profilu glebowego oraz warunków meteorologicznych (KOSTURKIEWICZ i IN. 1994, KOMISAREK 2000, FIEDLER i IN. 2002). Często podkreślany jest także wpływ śródpolnych oczek wodnych na obieg wody w mikrozelewniach; oczka te spełniają funkcję zbiornika buforowego, zmniejszającego zmienność zasobów wody w terenach do nich przyległych (FIEDLER 2001, ORZEPOWSKI i IN. 2005).

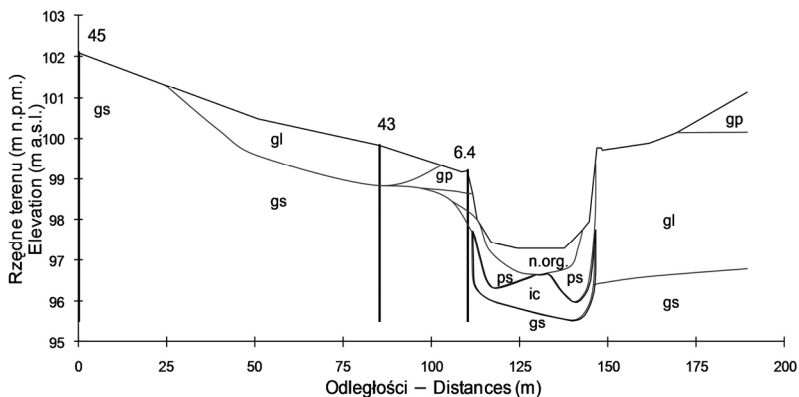
Celem badań, których wyniki przedstawiono w niniejszej pracy, była analiza zmienności stanów wody gruntowej i zapasów wilgoci w wierzchnich warstwach profili glebowych w mikrozewni rolniczej.

Miejsce i metody badań

W pracy przedstawiono wyniki badań i obserwacji prowadzonych w latach hydrologicznych 1993-2003 w mikrozewni śródpolnego oczka wodnego położonej na terenie Doświadczalnej Stacji Badawczej Mokronosy, na Pojezierzu Gnieźnieńskim, w gminie Damasławek ($\phi - 52^{\circ}53' N$, $\lambda - 17^{\circ}28' E$). Według STARKELA (1987) obszar ten stanowi falistą wysoczyznę dennomorenową zlodowacenia Wisły fazy poznańskiej. Charakterystyczne dla tego obszaru jest bogate urzeźbienie terenu z licznymi zagłębieniami bezodpływowymi, w których w najniższych częściach znajdują się śródpolne oczka wodne.

Do analizy wybrano trzy profile glebowe tworzące przekrój zbocza, w których dokonywano pomiarów głębokości zalegania wody gruntowej oraz pomiarów zapasów wilgoci glebowej w warstwach gleby 0-0,5 m i 0-1,0 m.

Profil 45. jest położony na kulminacji zbocza na glebach płowych, profil 43. – na glebach płowych gruntowo-glejowych w niższych partiach zbocza, a 6.4 – w zasięgu czarnej ziemi zbrunatniałej, w bezpośrednim sąsiedztwie śródpolnego oczka wodnego (rys. 1). Gleby płowe są zbudowane w wierzchniej warstwie z glin piaszczystych i lekkich, przechodzących w położone głębiej gliny średnie i ły piaszczyste. Średni spadek terenu analizowanego przekroju wynosi 20‰.



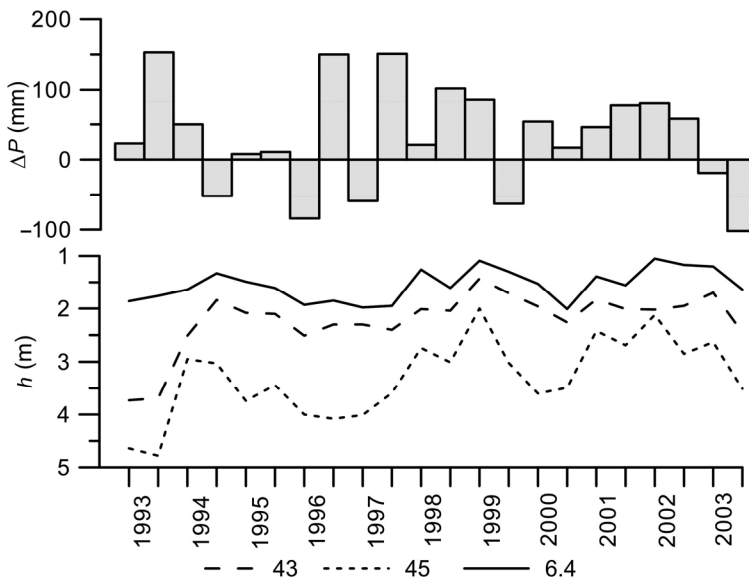
Rys. 1. Przekrój analizowanej mikrozewni rolniczej (ps – piasek średni, gp – glina piaszczysta, gl – glina lekka, gs – glina średnia, ic – ły ciężki, n.org. – namuł organiczny)

Fig. 1. Section of the analysed microcatchment (ps – medium sand, gp – sandy loam, gl – light loam, gs – medium loam, ic – heavy clay, n.org. – organic deposits)

Analizę warunków meteorologicznych w badanym okresie wykonano na podstawie pomiarów opadów atmosferycznych prowadzonych we własnym posterunku opadowym położonym na terenie Stacji Doświadczalnej. Pomiary stanów wody gruntowej wykonywano w odstępach pięciodniowych, w studzienkach o średnicy 5 cm, w latach 1994-2003. Zapasy wilgoci glebowej określono na podstawie pomiarów wykonywanych sondą neutronową oraz sondą profilową TDR w odstępach miesięcznych. W analizie podobieństw wykorzystano metodę aglomeracji pojedynczego wiązania i odległości euklidesowe.

Wyniki i dyskusja

Analizowany 11-letni okres badań charakteryzował się znaczną zmiennością przebiegu warunków meteorologicznych. Rok hydrologiczny 1993 charakteryzował się największą sumą opadów w tym okresie. Bardzo wilgotne było szczególnie półrocze letnie, o opadach o 153 mm przewyższających średnią (prawdopodobieństwo wystąpienia takich opadów łącznie z opadami jeszcze wyższymi wynosi 7%). Mokre było również następujące po nim półrocze zimowe 1994 roku (rys. 2). W półroczu tym w śródpolnym oczku wodnym ponownie pojawiło się lustro wody, na co wpłynął w głównym stopniu dopływ wody z podłączonej do oczka sieci drenarskiej.



Rys. 2. Zmienność średnich półrocznych stanów wody gruntowej h w studzienkach 43., 45. i 6.4 na tle odchyień półrocznych sum opadów od średnich ΔP

Fig. 2. Changes in means of hydrological half-year groundwater levels h in wells 43, 45 and 6.4 on the background of deviations of half-year sums of precipitation from multi-year means ΔP

W latach 1996 i 1997 zaobserwowano znaczne różnice w przebiegu warunków meteorologicznych między półroczami. Po bardzo suchych półroczach zimowych następowały mokre półrocza letnie, w których prawdopodobieństwo wystąpienia tak dużych półrocznych sum opadów wynosiło 8%. Rok 1998 charakteryzował się opadami przewyższającymi średnie zarówno w półroczu zimowym, jak i letnim. Także bardzo mokre było półrocze zimowe 1999 roku, w którym opady o 86 mm przewyższyły średnią, a prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów wynosiło 4%. W następującym po nim półroczu letnim opady były mniejsze od średniej. W latach od 2000 do 2002 opady były większe od średnich; szczególnie wilgotne były półrocza zimowe, w których prawdopodobieństwo wystąpienia takiej sumy opadów – większej od średniej – wynosiło od $p = 4\%$ do $p = 14\%$. W następującym po tych latach roku 2003 opady były mniejsze od średnich (rys. 2), co w konsekwencji doprowadziło do ponownego wyschnięcia oczek wodnych na terenie Stacji Doświadczalnej.

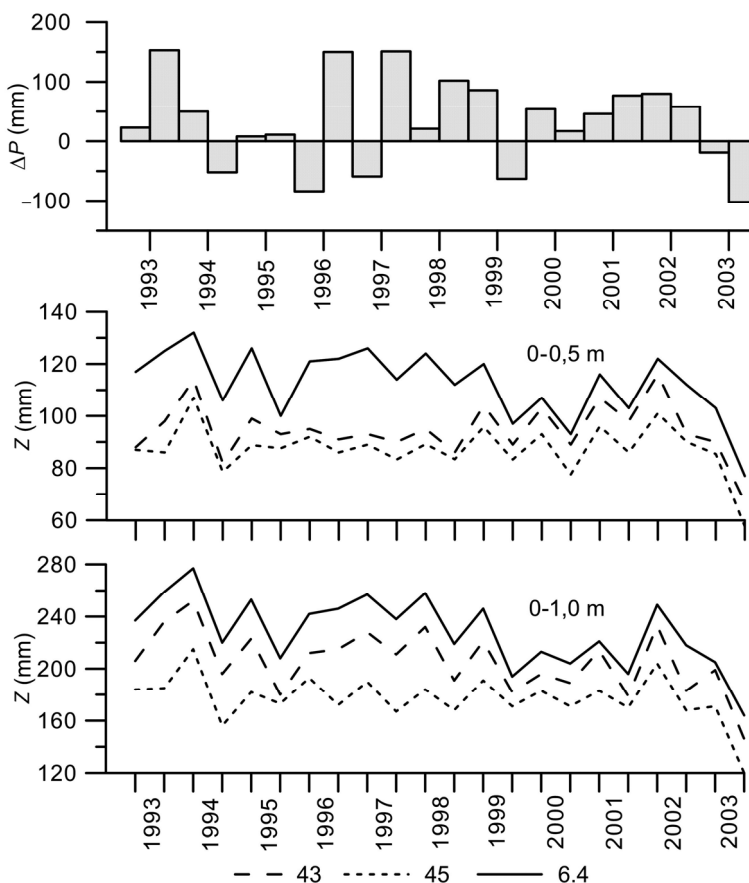
Przedstawione na rysunku 2 średnie półroczne stany wody gruntowej wskazują na ich znaczną zmienność związaną z przebiegiem warunków meteorologicznych oraz położeniem studzienki w rzeźbie terenu. Rzeźba terenu oraz przebieg warunków meteorologicznych są głównymi czynnikami wpływającymi na zmienność zapasów wody w profilu glebowym (SZAFRĄŃSKI 1993, FIEDLER i SZAFRĄŃSKI 1999, KOMISAREK 2000). Półrocze zimowe roku hydrologicznego 1993 charakteryzowało się najniższymi stanami wody gruntowej w latach 1993-2003. Średnie półroczne stany wody wynosiły wówczas od 1,86 m w położonym u podnóża zbocza profilu 6.4, poprzez 3,73 m w profilu 43. do 4,64 m w usytuowanym wierzchołkowo profilu 45. Bardzo wysokie opady półrocza letniego pozwoliły na podniesienie się zwierciadła wody w studzienice 6.4 średnio o 10 cm, a w studzienice 43. – o 4 cm. Z kolei przy bardzo głębokim zaleganiu wód w studzienice 45. wystąpiło dalsze opadanie stanów wody (rys. 2). Wpływ wysokich opadów tego półrocza, o 153 mm przekraczających średnią, zaznaczył się dopiero w następującym po nim półroczu zimowym 1994 roku. Najmniejszy przyrost stanów wody gruntowej pomiędzy tymi półroczami wystąpił wówczas w studzienice 6.4, wynosząc 0,12 m, w studzienice 43. przyrost był znacznie większy i wyniósł 1,18 m, a największy, wynoszący aż 1,83 m, zaobserwowano w studzienice 45.

W półroczu letnim 1994 roku następował dalszy wzrost stanów wody w studzienkach 6.4 i 43., położonych w zasięgu oddziaływania śródpolnego oczka wodnego (rys. 2). Średnie stany wody w tych studzienkach osiągnęły wówczas odpowiednio 1,33 i 1,84 m, a następnie zaczęły się systematycznie obniżać, co trwało aż do roku 1997. Z kolei w studzienice 45. obniżanie się stanów wody rozpoczęło się już od półrocza letniego 1994 roku. Występujące od półrocza letniego 1997 roku opady znacznie wyższe od średnich wpłynęły na ponowne podnoszenie się zwierciadła wody gruntowej we wszystkich studzienkach. Najsilniej zareagowały wody gruntowe w studzienice 45., położonej na kulminacji zbocza, gdzie w okresie od półrocza zimowego 1997 roku do półrocza zimowego 1999 roku stan wody podniósł się o 1,99 m, osiągając średnią głębokość 2,00 m. W studzienkach 43. i 6.4 reakcja stanów wody w tym okresie była o połowę mniejsza.

Począwszy od półrocza zimowego 1999 roku w kolejnych półroczach stany wody ponownie opadały, pomimo iż tylko półrocze letnie tego roku miało opady mniejsze od średniej. Najsilniej opadało zwierciadło wody w studzienice 45. i osiągnęło w półroczu zimowym 2000 roku średnią głębokość 3,60 m, a półroczu letnim w studzienkach 43.

i 6.4 było to – odpowiednio – 2,26 i 2,01 m (rys. 2). Występujące zarówno w półroczach zimowych, jak i w letnich lat hydrologicznych 2001 i 2002 opady przekraczające o 46-80 mm średnie z wielolecia spowodowały ponowne, znaczne podniesienie się zwierciadła wody gruntowej. W półroczu zimowym 2002 roku w studziencie 6.4 wystąpił najpłytszy w analizowanym okresie średni stan wody, wynoszący 1,05 m. Także w pozostałych studzienkach średnie stany wody były zbliżone do najpłytszych. Pomimo wysokich stanów wody gruntowej niskie opady, które wystąpiły w roku 2003, a szczególnie w jego letnim półroczu, spowodowały obniżenie się stanów wody gruntowej w tym okresie oraz spowodowały zaniknięcie lustra wody w śródpolnym oczku wodnym.

Drugim wskaźnikiem stanu retencji wody w mikrozewni są zapasy wilgoci glebowej. Na rysunku 3 przedstawiono średnie w półroczach hydrologicznych analizowanego

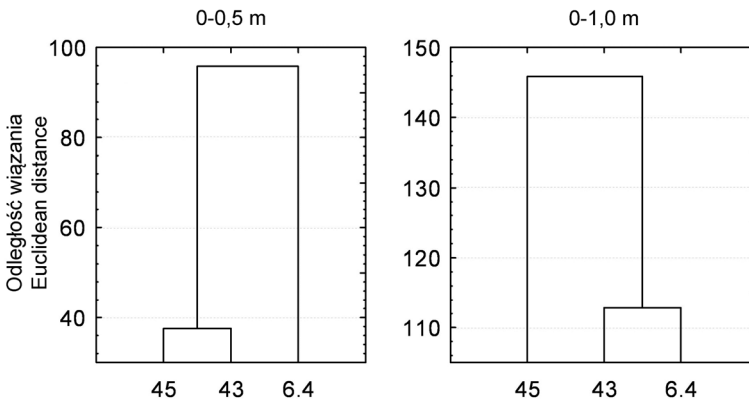


Rys. 3. Zmienność średnich półrocznych zapasów wody Z w warstwach 0-0,5 m i 0-1,0 m profili glebowych 43., 45. i 6.4 na tle odchyleń półrocznych sum opadów od średnich ΔP

Fig. 3. Changes in means of hydrological half-year moisture content Z in 0-0.5 m and 0-1.0 m layers of soil profiles 43, 45 and 6.4 on the background of deviations of half-year sums of precipitation from multi-year means ΔP

okresu zapasy wody w półmetrowej i 1-metrowej warstwie gleby w trzech profilach glebowych, na tle półrocznych sum opadów. Największe zapasy wody wystąpiły w położonym u podnóża zbocza, na czarnych ziemiach zbrunatniałych, profilu 6.4, gdzie w 1-metrowej warstwie gleby wynosiły od 164 mm w bardzo suchym półroczu letnim 2003 roku do 277 mm w zimowym półroczu 1994 roku. Znacznie mniejsze zapasy występowały w położonym na kulminacji zbocza profilu 45. i wyniosły w tych samych okresach odpowiednio 120 i 215 mm. W położonym na zboczu profilu 43. zapasy wilgoci glebowej przyjmowały wartości pośrednie, zawierające się w przedziale od 146 do 252 mm (rys. 3). Wartości te są zbliżone do wyników uzyskanych przez KOMISAREK (2000) na terenie Pojezierza Poznańskiego.

Na rysunku 3 widać także różnice w przebiegu zapasów wody w półmetrowej i 1-metrowej warstwie gleby w profilu 43. w stosunku do zapasów w profilach 6.4 i 45. Potwierdza to przedstawiona na rysunku 4 analiza dendrogramu średnich półrocznych zapasów wody w warstwach 0-0,5 m i 0-1,0 m. Zapasy wody w profilu 43. w warstwie 0-0,5 m wykazują znacznie większe podobieństwo do zapasów w usytuowanym wierzchołkowo profilu 45., natomiast w 1-metrowej warstwie gleby są znacznie bardziej podobne do zapasów w profilu 6.4. Może to wskazywać, że głębsze warstwy profili glebowych 43. i 6.4 mają podobne źródła wilgoci, pochodzącej z podsiąku kapilarnego oraz zasilania dopływem wody gruntowej z terenów wyżej położonych lub z przesieków z oczka wodnego (SZAFRĄŃSKI 1993, FIEDLER 2001, ORZEPOWSKI i IN. 2005).



Rys. 4. Dendrogram klasyfikacji hierarchicznej zapasów wilgoci glebowej w warstwach 0-0,5 m i 0-1,0 m analizowanych profili glebowych

Fig. 4. Dendrogram of hierarchical cluster analysis of soil moisture content in 0-0.5 m and 0-1.0 m layers of analysed soil profiles

W przebiegu zmian zapasów wilgoci glebowej widać wyraźną cykliczność związaną z uzupełnianiem retencji w okresach półroczy zimowych i ich wyczerpywaniem w okresach półroczy letnich (rys. 3). Zapasy półroczy zimowych wynoszą w półmetrowej warstwie gleby średnio od 93 mm w profilu 45. do 119 mm w profilu 6.4, a w 1-metrowej warstwie gleby odpowiednio od 189 do 241 mm i są od 12 do 15% większe niż średnie zapasy półroczy letnich. Analiza zmian uwilgotnienia wierzchnich warstw profili glebowych wskazuje na potrzebę zastosowania zabiegów pozwalających na wy-

równanie ilości wilgoci glebowej, często wskazywaną w stosunku do gleb na terenie Wielkopolski (BYKOWSKI i IN. 1999).

Wnioski

1. Średnie półroczne głębokości zwierciadła wody gruntowej wykazują znaczną zmienność związaną z przebiegiem warunków meteorologicznych oraz z położeniem w rzeźbie terenu.

2. Dynamika zmian stanów wody jest uzależniona od głębokości zalegania wody gruntowej i wraz ze wzrostem głębokości wydłuża się czas reakcji na zmienne warunki meteorologiczne.

3. Średnie zapasy wilgoci glebowej w pół- i 1-metrowej warstwie gleby w półroczach zimowych są o 12-15% większe niż zapasy wody w półroczach letnich.

4. Zapasy wody w analizowanych profilach glebowych wykazują dość duże zróżnicowanie wynikające z położenia w reliefie. W profilu położonym na zboczu wielkości zapasów w półmetrowej warstwie gleby wykazują większe podobieństwo do zapasów w profilu na kulminacji, natomiast w warstwie 1-metrowej – wykazują większe podobieństwo do zapasów w profilu położonym u podnóża zbocza.

Literatura

- BYKOWSKI J., SZAFAŃSKI CZ., FIEDLER M., 1999. Evaluation of possibilities of drained soils water balance improvement in the Wielkopolska Region. Roczn. AR Pozn. 310, Melior. Inż. Środ. 20, cz. 2: 125-135.
- FIEDLER M., 2001. Zmienność amplitud stanów wody gruntowej w zlewni śródpolnego oczka wodnego. Woda Środ. Obsz. Wiej. 1, 2: 179-191.
- FIEDLER M., SZAFAŃSKI CZ., 1999. Variations of ground water levels in the catchment of the midfield pond located at Gniezno Lakeland. Roczn. AR Pozn. 310, Melior. Inż. Środ. 20, cz. 1: 403-412.
- FIEDLER M., SZAFAŃSKI CZ., BYKOWSKI J., 2002. Zasoby wodne mikrozewni rolniczej z występującymi oczkami wodnymi. Roczn. AR Pozn. 342, Melior. Inż. Środ. 23: 73-81.
- KOMISAREK J., 2000. Kształtowanie się właściwości gleb płowych i czarnych ziem oraz chemizmu wód gruntowych w katenie falistej moreny dennej Pojezierza Poznańskiego. Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk. 307.
- KOSTURKIEWICZ J., SZAFAŃSKI CZ., FIEDLER M., 1994. Melioracje i zwiększanie zdolności retencyjnych gleb terenów bogato rzeźbionych. Roczn. AR Pozn. 268, Melior. Inż. Środ. 15, cz. 1: 167-176.
- ORZEPOWSKI W., PĘCZKOWSKI G., KOSTRZEWA S., 2005. Odnawialność zasobów wodnych gleb na użytkach rolnych przylegających do niewielkiego zbiornika wodnego. Roczn. AR Pozn. 365, Melior. Inż. Środ. 26: 313-318.
- STARKEL L., 1987. Przeglądowa mapa geomorfologiczna Polski w skali 1:500 000. Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN, Warszawa.
- SZAFAŃSKI CZ., 1993. Gospodarka wodna gleb terenów bogato rzeźbionych i potrzeby ich melioracji. Roczn. AR Pozn. Rozpr. Nauk. 244.

VARIABILITY OF WATER RETENTION IN SOILS OF AGRICULTURAL MICROCATCHMENT IN THE GNIEZNO LAKELAND AREA

Summary. The study on variability of soil water retention was conducted at the Mokronosy Experimental Station in the years 1993-2003 as a part of long-term investigations of hydrology of agricultural microcatchments on relieved areas. Both groundwater levels and soil moisture content showed significant variability dependent on meteorological conditions and situation of soil profile in the relief. Water stored during winter half-years was used during summer half-years. Moisture content in the upper half-meter soil layer of the profile situated in the middle parts of the slope showed similarity to moisture content in the profile in the slope culmination. On the other hand, moisture content in one-meter layer of the mentioned above profile was similar to water content in the profile located at footslope.

Key words: water retention, rural microcatchment, ground water

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Michał Fiedler, Katedra Melioracji, Kształtowania Środowiska i Geodezji, Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu, ul. Piątkowska 94, 60-649 Poznań, Poland, e-mail: fiedler@up.poznan.pl

Zaakceptowano do druku – Accepted for print:

28.09.2011

Do cytowania – For citation:

Fiedler M., 2011. Zmienność retencji wody w mikrozewni rolniczej na Pojezierzu Gnieźnieńskim. Nauka Przyr. Technol. 5, 6, #105.