

Sosnowska A., *Geochemiczne przekształcenia krajobrazu pod wpływem zmian użytkowania ziemi (na przykładzie okolic Stanisławowa)*, *Problemy Ekologii Krajobrazu*, T. XXXIII. 145-151.

Geochemiczne przekształcenia krajobrazu pod wpływem zmian użytkowania ziemi (na przykładzie okolic Stanisławowa)

Geochemical transformation of landscape influenced
by land use changes (Stanisławów area case study)

Agnieszka Sosnowska

Uniwersytet Warszawski, Wydział Geografii i Studiów Regionalnych, Instytut Geografii Fizycznej,
Ul. Krakowskie Przedmieście 30, 00-927 Warszawa.
email: ajsosnowska@gmail.com

Abstract: The aim of this article is to establish how land use change influences functioning of the landscape. Secondary succession comprise mostly of transformation in vegetation and soil properties. The examination conducted in Wołomińska Plain (Stanisławów area) on various types of land use: forest, arable land and abandoned lands in various stages of secondary succession. Laboratory examination involved indication of soil reaction, organic carbon content and cation exchange capacity in humus horizons. The results of this research showed that land use abandonment causes reduction in pH level, organic carbon content and alkaline cation content in soil sorption complex and causes evident increase of acid cation content.

Słowa kluczowe: zmiany użytkowania ziemi, krajobraz, geochemia, Równina Wołomińska.

Key words: land use change, landscape, geochemistry, Wołomińska Plain.

Wstęp

W geografii fizycznej „krajobraz” może być rozumiany na wiele różnych sposobów (Ostaszewska 2002, Richling, Solon 2011, Chmielewski 2012). W geochemii krajobrazu utożsamiany jest najczęściej z geosystemem, stanowiącym dynamiczny układ przestrzenny, zbudowany z komponentów przyrody, które powiązane są ze sobą migracją pierwiastków i związków chemicznych (Perelman 1971). W warunkach naturalnych wszystkie komponenty są powiązane ze sobą w sposób prawidłowy. Krajobraz wówczas znajduje się w stanie równowagi. Polega ona na ustaleniu się stałych relacji pomiędzy przenoszoną, przekształcaną oraz gromadzoną energią i materią (Widacki 1979).

Spśród składowych krajobrazu do najmniej stabilnych zalicza się roślinność oraz glebę. Komponenty te podlegają najszybszym przekształceniom pod wpływem zmian zachodzących w krajobrazie (Richling 1982). Z tego względu pokrywa glebowa traktowana jest często jako indyktor zmian w krajobrazie (Degórski 2005, Roo – Zielińska, Solon, Degórski 2007).

Powiązanie składowych krajobrazu sprawia, że zmiana jednego komponentu pociąga za sobą zmiany pozostałych. Przykładem może być zmiana użytkowania ziemi z leśnego na rolnicze. Deforestacja skutkuje zaburzeniem istniejącego obiegu materii i przepływu energii, a w konsekwencji zakłóceniem równowagi geochemicznej całego systemu.

Celem pracy jest określenie wpływu zmian użytkowania ziemi na wybrane cechy geochemiczne krajobrazu oraz ukazanie mechanizmów przywracania równowagi geochemicznej na gruntach porolnych podlegających spontanicznej sukcesji roślinnej.

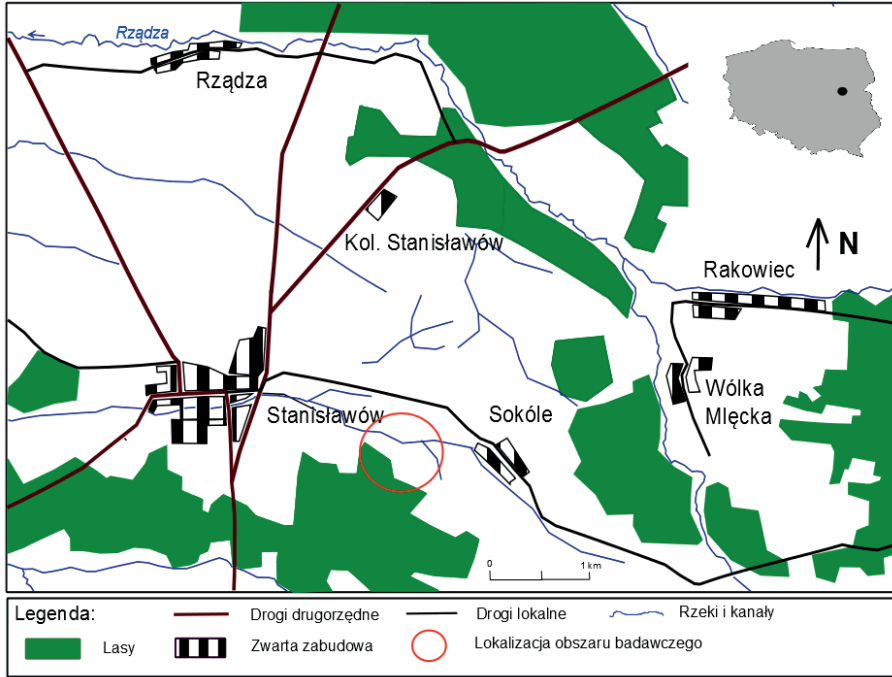
Teren badań

Badania przeprowadzono na Nizinie Środkowomazowieckiej, w mezoregionie Równina Wołomińska (Kondracki 2009). Obszar badawczy położony jest na wschód od Kotliny Warszawskiej, w okolicach miejscowości Stanisławów. Lokalizację obszaru badawczego przedstawiono na rycinie nr 1.

Równina Wołomińska stanowi wyrównaną i łagodnie nachyloną powierzchnię, odwadnianą przez prawie prostolinijnie przebiegające doliny rzek: Czarnej i Rządzy. Na współczesną rzeźbę regionu miało wpływ wiele czynników, głównie zlodowacenia, procesy akumulacji interglacialnej oraz aktywność erozyjno-akumulacyjna Wisły i jej dopływów. Cały obszar pokryty jest utworami czwartorzędowymi. Dominują piaski różnej genezy, gliny zwalowe oraz ropy warwowe. Pod utworami czwartorzędowymi zalegają trzeciorzędowe ropy i piaski (Przyroda Mazowsza..., 2003).

Na Równinie Wołomińskiej najbardziej rozpowszechnione są gleby autogeniczne i semihydrogeniczne. Na utworach piaszczystych rozwinęły się głównie gleby rdzawe (*Rustic Arenosols*) oraz gleby bielcowe (*Haplic Podzols*). Ze względu na niską przydatność rolniczą są zalesione. Gleby opadowo-glejowe (*Planosols*) oraz gruntowo-glejowe (*Gleysols*) wykształciły się natomiast na pokrywach peryglacialnych, silnie zwietrzałych o uziarnieniu gliniastym i ilastym. Od góry w profilu tych gleb występują utwory o uziarnieniu piasków.

Równina Wołomińska jest krainą typowo rolniczą. W krajobrazie dominują łąki, pastwiska oraz grunty orne. Lasy zajmują bardzo małą powierzchnię. Występują na obszarach zwydmionych, porośniętych przez subatlantycki bór sosnowy świeży (*Leucobryo-Pinetum*) oraz na obszarach o płytko zalegających wodach gruntowych, które porasta bór sosnowy wilgotny (*Molinio caeruleae-Pinetum*) (Matuszkiewicz 2005). Ważnym elementem krajobrazu są obszary, które zostały wyłączone z rolniczego użytkowania i są obecnie zasiedlane przez gatunki pionierskie. Na utworach piaszczystych o niewielkim uwilgotnieniu rozprzestrzeniają się głównie siewki sosny (*Pinus sylvestris* L.), natomiast w miejscach wilgotniejszych - brzozy brodawkowatej (*Betula pendula* Roth.) lub omszonej (*Betula pubescens* Ehrh.).



Ryc. 1. Lokalizacja obszaru badawczego (opracowanie własne na podstawie mapy topograficznej w skali 1:50000, arkusz N – 34 -14 – A Mińsk Mazowiecki).

Fig. 1. Location of study area (author's elaboration on the basis of topographic map, scale 1:50000, sheet N – 34 – 14 – A Mińsk Mazowiecki).

Metody badań

Badaniami objęto cztery typy użytkowania ziemi: grunt orny, las oraz dwa grunty porolne podlegające sukcesji wtórnej (5 i 20 lat po zaprzestaniu użytkowania rolniczego). Obszar lasu to sześćdziesięcioletni drzewostan sosnowy (*Pinus sylvestris* L.). Oba grunty porolne porastają głównie brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth.), mietlica pospolita (*Agrostis capillaris* L.) oraz jastrzębiec baldaszkowaty (*Hieracium umbellatum* L.). Na gruncie porolnym nieużytkowanym od 5 lat lepiej rozwinięta jest warstwa zielna, natomiast na nieużytkowanym od 20 lat występuje dobrze wykształcona brzezina.

Poligony badawcze zlokalizowano na glebach rdzawych (*Rustic Arenosols*) i glebach opadowo-glejowych (*Planosols*) o uziarnieniu (w górnych warstwach profilu) piasków słabo gliniastych i piasków gliniastych.

W trakcie badań terenowych pobrano próby z powierzchniowej (0-15 cm) warstwy gleby, po 12 dla każdego typu użytkowania ziemi. Próby zostały przygotowane do analiz laboratoryjnych zgodnie z wskazaniami metodycznymi (Ostrowska i in. 1991, Bednarek i in. 2005). W przygotowanych próbach oznaczono: odczyn gleby (w 1M KCl metodą potencjometryczną, MX 300 Mettler Toledo x-mate Pro), zawartość węgla organicznego (Corg) metodą Tiurina, zawartość kationów zasadowych (S) i kwasowych (Hh) metodą Kappena. Obliczono także pojemność sorpcyjną ($T = S + Hh$) oraz stopień wysycenia kompleksu sorpcyjnego kationami zasadowymi (Vs) i kwasowymi (Vh).

Wyniki badań i dyskusja

Zawartość węgla organicznego: Spośród badanych gleb najwyższą zawartość węgla organicznego stwierdzono w glebach leśnych. Wartości wahały się od 0.78% do 3.34%, średnia wynosiła 1.65% (Tab. 1). Tak duże różnice w zawartości węgla organicznego są konsekwencją nierównomiernie rozwiniętego runa oraz zwarcia drzewostanu. Prześwity w koronie drzew wpływają na ilość promieniowania słonecznego dostarczanego do powierzchni gleby. Wzrost dostawy promieniowania podwyższa temperaturę gruntu i w konsekwencji tempo rozkładu ściółki (Bednarek i in. 2005).

W wierzchniej warstwie gleb ornych stwierdzono zawartość węgla organicznego na poziomie od 0.82% do 1.26% (średnio 1.02%). Gleby użytkowane rolniczo charakteryzują się „otwartym” obiegiem materii. Biomasa wynoszona jest poza krajobraz w postaci plonów. Z tego względu tylko resztki poźniwne ulegają procesom rozkładu, ograniczając rozwój warstwy próchnicznej.

Tab. 1. Zróżnicowanie wybranych parametrów środowiska glebowego w zależności do charakteru użytkowania ziemi.
Tab. 1. Diversity of chosen parameters of soil environment, depending on land use charakter

Charakter użytkowania ziemi	Wybrane parametry środowiska glebowego					
	Wartości parametrów	pH w KCl	Corg w %	S cmol/ kg	Hh cmol/ kg	T cmol/ kg
Grunt orny	min:	3.56	0.82	0.99	3.53	5.28
	max:	3.88	1.26	2.62	4.66	7.04
	śr:	3.69	1.02	1.68	4.09	6.19
	med:	3.67	1.04	1.47	4.07	6.24
	SD:	0.11	0.13	0.57	0.35	0.52
Grunt porolny (5 letni)	min:	3.53	0.68	0.00	4.50	4.50
	max:	3.64	1.23	1.66	5.12	6.45
	śr:	3.59	0.99	0.94	4.81	5.52
	med:	3.59	0.97	1.13	4.83	5.52
	SD:	0.04	0.19	0.60	0.22	0.70
Grunt porolny (20 letni)	min:	3.32	0.78	0.00	5.00	5.32
	max:	3.45	1.23	1.27	6.33	7.71
	śr:	3.38	0.96	0.55	5.58	6.37
	med:	3.37	0.92	0.49	5.44	6.40
	SD:	0.05	0.16	0.47	0.51	0.71
Las	min:	2.93	0.78	0.00	3.78	3.78
	max:	3.50	3.34	0.49	7.02	7.51
	śr:	3.19	1.65	0.10	5.42	5.80
	med:	3.21	1.53	0.00	5.24	5.95
	SD:	0.21	0.76	0.18	1.16	1.33

Corg – zawartość węgla organicznego, S – suma kationów zasadowych, Hh – suma kationów kwasowych, T- pojemność sorpcyjna, min – wartość minimalna, max – wartość maksymalna, śr.- wartość średnia, med – mediana, SD – odchylenie standardowe.

Na gruntach porolnych zanotowano wartości nieco niższe niż na gruncie ornym. Po pięciu latach od zaprzestania rolniczego użytkowania zawartość węgla organicznego wynosiła od 0.68% do 1.23% (średnio 0.99%), a po dwudziestu latach – od 0.78% do 1.23% (średnio 0.96%).

Badania Strączyńskiej i in. (2002) również wskazują na spadek zawartości węgla organicznego na gruntach odłogowanych, zaprzeczeniem są z kolei prace autorstwa Skłodowskiego (1994) i Podstawki – Chmielewskiej i Kurus (2007).

Odczyn gleby: W wierzchniej warstwie (0-15 cm) wszystkich badanych gleb odnotowano odczyn silnie kwaśny. Najniższe wartości pH występują w wierzchniej warstwie gleby znajdującej się pod lasem. Wynoszą one od 2.93 do 3.50 (tabela 1). Tak niska wartość pH w glebach leśnych jest zjawiskiem rozpowszechnionym w Polsce. Wynika ona z braku obecności składników zasadowych w skale macierzystej (np. w utworach piaszczystych), przewagi opadów nad parowaniem oraz z dostawy do gleby substancji zakwaszających, pochodzących głównie z rozkładu opadu roślinnego gatunków iglastych (np. sosny) (Gliński 1999).

W glebach użytkowanych rolniczo stwierdzono pH od 3.56 do 3.88. W porównaniu z glebami leśnymi, gleby orne mają pH wyższe średnio o 0.5. Należy jednak pamiętać, że zmiana pH o jednostkę oznacza faktyczną zmianę stężenia jonów wodorowych o rząd wielkości. Wyższa wartość pH na gruntach ornym jest wynikiem dostawy substancji odżywczych w postaci nawozów mineralnych i organicznych oraz ograniczenia wymywania w głąb profilu glebowego (płycej zalegające wody gruntowe).

Zaprzestanie rolniczego użytkowania ziemi prowadzi do obniżenia wartości pH. Na gruncie porolnym odłogowanym od 5 lat zanotowano wartości od 3.53 do 3.64, natomiast na gruncie odłogowanym od 20 lat zanotowano wartości od 3.32 do 3.45. Obniżenie pH w miarę wydłużania czasu odłogowania jest konsekwencją zahamowaniem dostawy substancji mineralnych i organicznych zawartych w nawozach oraz uwalniania pierwiastków z opadu roślinnego.

Podobne tendencje zmian wartości pH zostały stwierdzone przez Smal i in. (2003) na glebach wytworzonych z piasków oraz autorokę (Sosnowska 2011) na glebach wytworzonych z lessu. Ze względu na stosunkowo szybką reakcję, odczyn gleby jest powszechnie stosowanym wskaźnikiem zmian zachodzących w krajobrazie (Ritter i in. 2003).

Zawartość kationów zasadowych i kwasowych. Pojemność sorpcyjna: Badane gleby odznaczają się dominacją kationów kwasowych w kompleksie sorpcyjnym. Gleby leśne wysyczone są nimi w 94-100%, natomiast gleby orne w 60-80%. W wyniku odłogowania gleb rolniczych wzrasta udział kationów kwasowych. Na gruntach porolnych stwierdzono stopień wysycenia kationami kwasowymi 64-100%.

Najwyższą zawartość kationów zasadowych w kompleksie sorpcyjnym stwierdzono na gruncie ornym. Wynosi ona od 0.99 do 2.62 cmol/kg gleby (średnio 1.68 cmol/kg). Wynika to z dostawy pierwiastków wraz z nawozami. Najniższą zawartością natomiast odznaczają się gleby leśne, gdzie zawartość jonów zasadowych jest znikoma (średnio 0.10 cmol/kg). Jest to konsekwencją intensywnego wymywania pierwiastków w głąb profilu glebowego.

Zmiana użytkowania z rolniczego w leśne wpływa na obniżenie zawartości kationów zasadowych w kompleksie sorpcyjnym. Po 5 latach odłogowania wynosi ona średnio 0.94 cmol/kg, natomiast po 20 latach – już tylko 0.55 cmol/kg.

Najniższą zawartość kationów kwasowych stwierdzono w glebie gruntu ornego, średnio – 4.09 cmol/kg. Po 5 latach od zaprzestania rolniczego użytkowania wysycenie gleby kationami kwasowymi rośnie do około 4.81 cmol/kg, natomiast po 20 latach wynosi 5.58 cmol/kg. Wzrost zawartości tych kationów spowodowany jest podwyższeniem dostawy pierwiastków kwasowych z rozkładającej się materii organicznej (Bednarek i in. 2005). W glebach leśnych natomiast zawartość kationów kwasowych jest nieco niższa niż na gruncie odłogowanym od 20 lat i wynosi średnio 5.42 cmol/kg.

Na podstawie zawartości kationów kwasowych i zasadowych obliczono pojemność sorpcyjną badanych gleb. Najniższą pojemność stwierdzono na gruncie porolnym odłogowanym od 5 lat, średnia wartość wynosi 5.52 cmol/kg. Nieco większą pojemnością odznaczają się gleby leśne, średnio 5.8 cmol/kg. Na gruncie porolnym odłogowanym od 20 lat stwierdzono wartość średnio 6.37 cmol/kg, natomiast w glebie użytkowanej rolniczo 6.19 cmol/kg. Takie zróżnicowanie wartości jest wynikiem różnic w uziarnieniu wierzchniej warstwy gleby, przede wszystkim zawartości ilu koloidalnego. Największą jego zawartością charakteryzują się gleby gruntu ornego i porolnego odłogowanego od 20 lat. Wierzchnia warstwa ma uziarnienie piasków gliniastych lekkich i mocnych. Grunt porolny odłogowany od 5 lat ma uziarnienie piasku słabogliniastego i gliniastego lekkiego, natomiast pod lasem występują piaski słabo gliniaste.

Podobne zależności w zmianach zawartości kationów zasadowych i kwasowych w kompleksie sorpcyjnym gleb w różny sposób użytkowanych zostały przedstawione w pracach Skłodowskiego i Zarzyckiej (1999) oraz Smal i in. (2003).

Wnioski

W wyniku zmiany użytkowania ziemi z rolniczego na leśne, dochodzi do znacznych przekształceń w krajobrazie. Najszybszym przekształceniem ulega roślinność. Pod wpływem sukcesji wtórnej rozprzestrzeniają się pionierskie gatunki roślin, głównie brzoza brodawkowata (*Betula pendula* Roth.). Rozwój roślinności na gruntach porolnych prowadzi do „domknięcia” obiegu materii i przepływu energii. Poprzez wzrost dostawy materii organicznej oraz jej rozkład zmieniają właściwości chemiczne pokrywy glebowej. Konsekwencją tych zmian jest przywracanie równowagi geochemicznej i powolna renaturalizacja krajobrazu.

Po zaprzestaniu rolniczego użytkowania następuje nieznaczny, około 0.05% spadek zawartości węgla organicznego. W środowisku silnie kwaśnym dwadzieścia lat to zdecydowanie za mało, aby odbudować zniszczoną przez rolnicze użytkowanie warstwę próchniczną.

Rozkład opadu roślinnego oraz wyczerpywanie nagromadzonych w wyniku rolniczego użytkowania substancji odżywczych powoduje zmianę odczynu gleby. Wartość pH w miarę odłogowania maleje, na gruntach porolnych jest niższa o 0.1-0.3 w porównaniu z glebami ornymi i wyższa o 0.2-0.3 w stosunku do pH gleb leśnych.

Zmiana użytkowania rolniczego na leśne wpływa również na wzrost zawartości kationów kwasowych w kompleksie sorpcyjnym gleby oraz zmniejszanie się zawartości kationów zasadowych. W pracy nie wykazano zależności pomiędzy sposobem użytkowania ziemi oraz pojemnością sorpcyjną powierzchniowej warstwy gleby.

Literatura

- Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojka U., Prusinkiewicz Z. 2005. Badania ekologiczno-gleboznawcze. PWN. Warszawa.
- Chmielewski T.J. 2012. Systemy krajobrazowe. Struktura – funkcjonowanie – planowanie. PWN. Warszawa.
- Degórski M. 2005. Gleba, jako indyktor zmian w środowisku przyrodniczym. Przegl. Geogr. 77.1. p. 37-55.
- Gliński J. 1999. Chemiczne i fizykochemiczne właściwości gleb. [w:] Zawadzki S. (red.) Gleboznawstwo. PWRiL. Warszawa.
- Kondracki J. 2009. Geografia regionalna Polski. PWN. Warszawa.
- Mapa topograficzna w skali 1:50000, układ 1992, arkusz N-34-140-A Mińsk Mazowiecki, GUGiK.
- Matuszkiewicz J.M. 2005. Zespoły leśne Polski. PWN. Warszawa.
- Ostaszewska K. 2002. Geografia krajobrazu. PWN. Warszawa.
- Ostrowska A., Gawlińska S., Szczubiałka Z. 1991. Metody analizy i oceny właściwości gleb i roślin. Katalog Inst. Ochrony Środowiska. Warszawa.
- Perelman A.J. 1971. Geochemia krajobrazu. PWN. Warszawa.
- Podstawka – Chmielewska E., Kurus J. 2007. Wpływ wieloletniego odłogowania pola ornego na właściwości chemiczne gleby, Zesz. Prob. Post. Nauk Rol. 520. p. 845-850.
- Przyroda Mazowska i jej antropogeniczne przekształcenia. 2003. Richling A. (red.). WSH im. A. Gieysztora. Pułtusk.

- Richling A. 1982. Metody badań kompleksowej geografii fizycznej. PWN. Warszawa.
- Richling A., Solon J. 2011. Ekologia krajobrazu. PWN. Warszawa.
- Ritter E., Vesterdal L., Gundersen P. 2003. Changes in soil properties after afforestation of formerly intensively managed soils with oak and Norway spruce, *Plant and Soil*. 249. p. 319-330.
- Roo – Zielińska E., Solon J., Degórski M. 2007. Ocena stanu i przekształceń środowiska przyrodniczego na podstawie wskaźników geobotanicznych, krajobrazowych i glebowych. Monografie PAN IGiPZ 9. p. 138-159.
- Skłodowska P. 1994. Wpływ użytkowania gleb na akumulację i jakość związków próchnicznych. *Rocz. Gleb.* 45. p. 77-84.
- Skłodowski P., Zarzycka H. 1999. Wpływ rolniczego użytkowania gleb na ich niektóre właściwości chemiczne. *Rocz. Gleb.* 46. p. 37-44.
- Smal H., Ligęza S., Olszewska M. 2003, Zmiany właściwości gleb lekkich porolnych pod wpływem zalesiania sosną (wstępne wyniki badań), *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 493. p. 491-498.
- Sosnowska A. 2011, Przywracanie równowagi geochemicznej geosystemu na gruntach porolnych (na przykładzie okolic Krasnegostawu) [w:] Wysota W. (red.) *Rozwój zrównoważony regionów Polski*, Wydawnictwo UMK, Toruń.
- Strączyńska S., Strączyński S., Kocowicz A. 2002. Zakwaszanie gleb odlogowanych i użytkowanych rolniczo. *Zesz. Prob. Post. Nauk Rol.* 484. p. 507-512.
- Widacki W. 1979. Uwagi o funkcjonowaniu geosystemów, *Folia Geogr. Ser. Geogr.- Phys.* 12. p. 137-145.