

ALEKSANDRA HALAREWICZ, DOROTA KAWAŁKO

## Wpływ czynników glebowych na występowanie *Prunus serotina* w fitocenozach leśnych

Effect of soil factors on the incidence of *Prunus serotina* in forest phytocoenoses

### ABSTRACT

Halarewicz A., Kawałko D. 2014. Wpływ czynników glebowych na występowanie *Prunus serotina* w fitocenozach leśnych. Sylwan 158 (2): 117-123.

The study was accomplished in the Wołów Forest District (SW Poland) and focused on relations between the soil environment characteristics and the incidence of *Prunus serotina* in different types of forest habitats. The redundancy analysis (RDA) carried out indicates significant effect of the soil moisture contents on the species dispersion. Moreover, it has been demonstrated that black cherry saplings respond to soil fertility and acidity.

### KEY WORDS

black cherry, invasive species, soil factors, forest development

### ADDRESSES

Aleksandra Halarewicz <sup>(1)</sup> – e-mail: aleksandra.halarewicz@up.wroc.pl  
Dorota Kawałko <sup>(2)</sup> – e-mail: dorota.kawalko@up.wroc.pl

<sup>(1)</sup> Katedra Botaniki i Ekologii Roślin; Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu; pl. Grunwaldzki 24a; 50-363 Wrocław

<sup>(2)</sup> Instytut Nauk o Glebie i Ochrony Środowiska; Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu; ul. Grunwaldzka 53; 50-357 Wrocław

## Wstęp

Obecne w rodzimych drzewostanach obce geograficznie gatunki drzew i krzewów powodują przemiany swoistych cech miejscowej dendroflory [Danielewicz 1993]. W szczególności dotyczy to taksonów o cechach inwazyjnych, takich jak czeremcha amerykańska *Prunus serotina* Ehrh., która wciąż rozprzestrzenia się spontanicznie poza miejscem pierwotnych nasadzeń [Stypiński 1979; Pacyniak 1981; Danielewicz 1994; Danielewicz, Maliński 1997; Halarewicz, Rowieniec 2009; Otręba, Mędrzycki 2009]. Nie wszystkie fitocenozy leśne są w jednakowym stopniu podatne na zasiedlanie przez gatunki ekspansywne. Doświadczenia prowadzone w zbiorowiskach leśnych zachodniej Europy wskazują na istnienie naturalnych mechanizmów, które ograniczają wzrost i rozwój *P. serotina* [Chabrierie i in. 2008; Vanhellemont i in. 2009]. W Polsce brakuje kompleksowych analiz dotyczących ewentualnego wpływu samych biocenoz leśnych na potencjał inwazyjny omawianej rośliny. Nieliczne doświadczenia koncentrują się na roli rodzimej szaty roślinnej w odnawianiu się *P. serotina* [Rutkowski i in. 2002; Halarewicz 2011].

Celem przedstawionej pracy badawczej było rozpoznanie czynników glebowych, które najsilniej oddziałują na czeremchę amerykańską w zależności od siedliska leśnego.

## Material i metody

Badania przeprowadzono w latach 2010 i 2011 w Nadleśnictwie Wołów (południowo-zachodnia Polska), gdzie czeremcha amerykańska została wprowadzona w wyniku celowych nasadzeń jako domieszka biocenotyczna w drugiej połowie XX wieku. Na wybranym terenie w pięciu typach siedliskowych lasu (bór świeży, bór mieszany świeży, bór mieszany wilgotny, las mieszany świeży, las mieszany wilgotny) wytypowano łącznie 13 obiektów badawczych (wydzielęń leśnych). Obiekty różniły się udziałem *Prunus serotina* w podszycie drzewostanów według wprowadzonej skali: 1-25%, 25-50%, 50-75%, >75% powierzchni pokrycia. W każdym z obiektów, przestrzegając zasad jednorodności płatów, wyznaczono losowo po 4 powierzchnie badawcze (10×10 m), dla których wykonano zdjęcia fitosocjologiczne. Gatunki roślin występujące w różnych warstwach lasu traktowano jako oddzielne zmienne w każdej z warstw, stąd uwzględnienie różnych stadiów rozwojowych czeremchy amerykańskiej: siewek i podrostu (Pru\_se), krzewów (bPru\_se) oraz niskich drzew (a1Pru\_se). Dla potrzeb analiz ordynacyjnych dokonano przeliczenia stopnia ilościowości według skali Braun-Blanqueta do skali porządkowej zaproponowanej przez van der Maarela [1979].

Ponadto na każdej powierzchni badawczej wykonano odkrywkę i pobrano próby glebowe z trzech warstw z głębokości: 0-20 cm, 20-40 cm oraz >40 cm. Głębokość odkrywki mierzono od granicy między poziomem organicznym (ściółką) a mineralnym. W narożach powierzchni badawczych dokonano punktowych pomiarów miąższości ściółki, z których do analiz statystycznych obliczono wartości średnie dla każdego kwadratu. Dla każdej próby glebowej wykonano oznaczenia następujących parametrów środowiska glebowego:

- temperatura (Temp) i wilgotność gleby (H) – metodą reflektometrii czasowej TDR,
- pH gleby w H<sub>2</sub>O – metodą potencjometryczną z użyciem pH-metru Hach 108,
- zawartość wymiennych kationów zasadowych (Ca<sup>+2</sup>, Mg<sup>+2</sup>, K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup>) – metodą Pallmana w 1 M CH<sub>3</sub>COONH<sub>4</sub>/dm<sup>3</sup>,
- kwasowość wymienna (EA) – metodą Sokołowa,
- zawartość C organicznego – zmodyfikowaną metodą Tiurina,
- zawartość N ogólnego – metodą Kjeldahla,

Na podstawie otrzymanych wyników obliczono również:

- sumę wymiennych kationów o charakterze zasadowym (TEB),
- pojemność kompleksu sorpcyjnego (CEC), jako EA+TEB,
- stopień wysycenia gleb kationami o charakterze zasadowym, jako TEB/CEC×100%,
- stosunek C/N.

Uzyskana macierz zawierała dane dotyczące składu roślinności, z uwzględnieniem warstwowego układu gatunków (łącznie 101 zmiennych), oraz wartości 43 zmiennych glebowych dla 52 powierzchni badawczych w 5 typach siedliskowych lasu. W celu wyselekcjonowania zależności pomiędzy czynnikami glebowymi a występowaniem *P. serotina* w poszczególnych fitocenozach leśnych i współwystępowaniem tego gatunku z innymi gatunkami roślin, zastosowano jedną z metod ordynacji bezpośredniej – analizę redundancji RDA [Jongman i in. 1987]. Podstawą wyboru tej techniki były wyniki przeprowadzenia nietendencjonalnej analizy zgodności (DCA), w wyniku której stwierdzono, że długość gradientu reprezentowanego przez pierwszą oś ordynacji wynosi 3 jednostki SD, co oznacza, że dane mają strukturę liniową (<4SD) i uzasadnia zastosowanie analizy RDA [ter Braak, Prentice 1988]. Podczas analiz przeprowadzono krokową selekcję zmien-

nych, co umożliwiło wybranie spośród uwzględnionych zmiennych tylko takich, które są najsilniej i statystycznie istotnie związane z obecnością *P. serotina* w danym typie lasu. Do oceny statystycznej istotności związku między zróżnicowaniem siedlisk i poszczególnymi zmiennymi użyto permutacyjnego testu Monte Carlo [Manly 1990]. W analizach ordynacyjnych użyto oprogramowania CANOCO wersja 4.5. Graficzne przedstawienie wyników wykonano z użyciem CANODRAW [ter Braak, Šmilauer 2002].

## Wyniki

Po krokowej selekcji z pierwotnego zbioru 43 zmiennych glebowych pozostało 9 o istotnym wpływie ( $p < 0,05$ ) na zmienność roślinności badanych powierzchni. W tabeli zestawiono wyniki krokowej selekcji zmiennych ze wskazaniem ich efektów marginalnych i warunkowych. Uzyskana w wyniku analizy RDA wartość własna pierwszej osi wynosi 0,712. Oś ta tłumaczy 71,3% zmienności składu gatunkowego oraz 75,8% zmienności relacji między gatunkami a właściwościami gleby. Test Monte Carlo (499 permutacji) wykazał statystyczną istotność ( $p = 0,0020$ ) związku między zróżnicowaniem siedlisk i poszczególnymi zmiennymi glebowymi.

Rozmieszczenie typów siedliskowych lasu w przestrzeni ordynacyjnej na tle układu wektorów zmiennych glebowych i udziału *P. serotina* obrazuje rycina. Wyraźnie zaznacza się niezależność występowania czeremchy amerykańskiej w warstwie runa (Pru\_se), podszytu (bPru\_se) i w warstwie niskich drzew (a1Pru\_se) w korelacji do zmiennych glebowych. Groty wektora *P. serotina* w runie i sumy wymiennych kationów o charakterze zasadowym w warstwie powierzchniowej są skierowane w tym samym kierunku, co wskazuje na silną dodatnią korelację między nimi. Związek ten dotyczy przede wszystkim powierzchni badawczych w borze mieszanym świeżym i lesie mieszanym świeżym. Ponadto podrost reaguje negatywnie na wzrost wilgotności i kwasowości gleby w warstwie powierzchniowej. Informują o tym przeciwnie skierowane wektory wymienionych zmiennych glebowych znajdujące się na przedłużeniu wektora gatunku. Zależność ta jest wykazywana przede wszystkim dla powierzchni badawczych w borze świeżym i borze mieszanym wilgotnym. W przypadku krzewów *P. serotina* zaznacza się silny ujemny wpływ wzrostu kwasowości w całej strefie korzeniowej oraz nieco słabszy związek między obecnością *P. serotina* w podszyciu a wilgotnością i temperaturą gleby w najgłębszej analizowanej warstwie. Widoczna jest również słaba dodatnia korelacja między krzewami *P. serotina* a zawartością jonów  $Ca^{+2}$ .

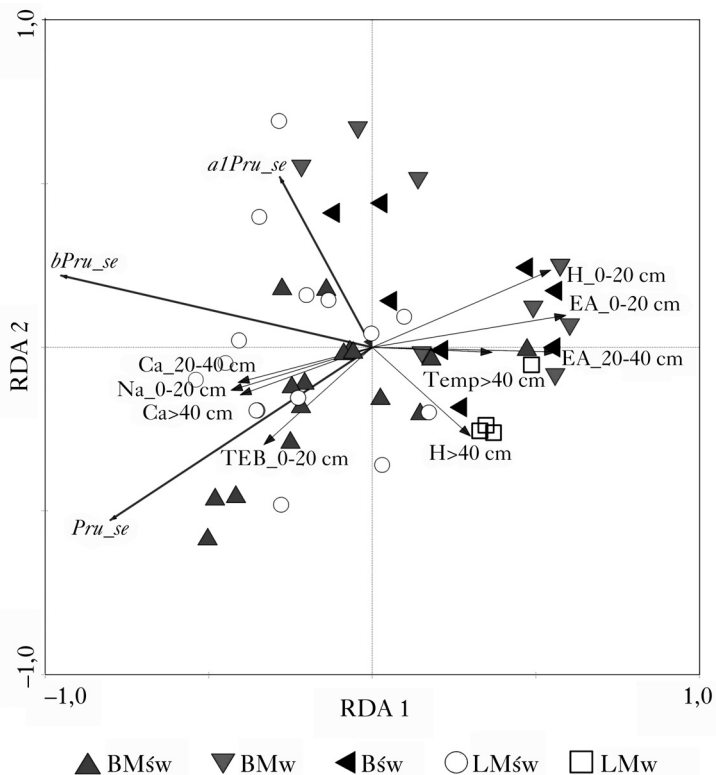
### Tabela.

Wyniki krokowej selekcji zmiennych glebowych w stosunku do *Prunus serotina* w różnych typach siedliskowych lasu

Results of forward selection of soil variables related to *Prunus serotina* in different forest habitat types

		Efekty		Efekty warunkowe	
		Lambda 1	Lambda 2	p	F
Ca>40 cm	Zawartość $Ca^{+2}$ w glebie poniżej 40 cm głębokości	0,30	0,30	0,002	21,16
H 0-20 cm	Wilgotność gleby w warstwie gleby 0-20 cm	0,30	0,08	0,002	5,79
Ca 20-40 cm	Zawartość $Ca^{+2}$ w glebie na głębokości 20-40 cm	0,28	0,06	0,006	5,56
Na 0-20 cm	Zawartość $Na^{+}$ w warstwie gleby do 20 cm	0,18	0,05	0,006	5,32
Temp>40 cm	Temperatura gleby poniżej 40 cm głębokości	0,15	0,03	0,016	3,83
EA 0-20 cm	EA w warstwie gleby do 20 cm	0,27	0,04	0,022	3,70
EA 20-40 cm	EA w glebie na głębokości 20-40 cm	0,23	0,04	0,036	3,39
TEB 0-20 cm	TEB w warstwie gleby do 20 cm	0,12	0,03	0,038	2,66
H>40cm	Wilgotność gleby poniżej 40 cm głębokości	0,08	0,02	0,038	2,84

EA – kwasowość wymienna; TEB – suma kationów zasadowych; EA – exchangeable acidity; TEB – total exchangeable bases



Ryc.

Występowanie *Prunus serotina* w różnych typach siedliskowych lasu i warstwie drzewostanu w relacji do zmiennych glebowych

Abundance of *Prunus serotina* in different habitat types and forest layers as related to the soil variables

*Pru\_se* – w podszyści; *bPru\_se* – w runie; *a1Pru\_se* – w warstwie niskich drzew; BMśw – bór mieszany świeży; BMw – bór mieszany wilgotny; Bśw – bór świeży; LMśw – las mieszany świeży; LMw – las mieszany wilgotny; skróty zmiennych glebowych wyjaśnione w tabeli  
*Pru\_se* – in understorey; *bPru\_se* – in shrub layer; *a1Pru\_se* – under canopy layer; BMśw – fresh mixed coniferous forest; BMw – wet mixed coniferous forest; Bśw – fresh coniferous forest; LMśw – fresh mixed deciduous forest; LMw – wet mixed deciduous forest; soil parameters explained in table

Formy drzewiaste omawianego gatunku rośliny nie podlegają wpływowi wspomnianych powyżej zmiennych, za wyjątkiem wilgotności gleby. Obecność czeremchy amerykańskiej w warstwie drzew niskich jest ujemnie skorelowana z zasobnością gleby w wodę poniżej 40 cm głębokości. Z wektorem opisującym tę zmienną związane są przede wszystkim powierzchnie badawcze w lesie mieszanym wilgotnym, zlokalizowane w pobliżu wierzchołka wektora zmiennej.

## Dyskusja

Spośród wszystkich faz rozwojowych *Prunus serotina* podrost jest najbardziej wrażliwy na niedobór składników pokarmowych i zakwaszenie gleby. Stypiński [1977] wskazuje jedynie na zakwaszenie środowiska glebowego jako czynnik regulujący naturalne odnawianie się tego gatunku. Pomimo słabej żyzności podłoża osobniki młodociane dorastają do warstwy podszytu. Na podstawie wykonanych przez autorki analiz stwierdzono, że kwasowość wymienna gleby najsilniej oddziałuje na krzewy *P. serotina*, przy czym nawet przy zaawansowanym procesie zakwaszenia podłoża stają się one dominującym składnikiem podszytu na siedliskach przesuszonych i kwaśnych. Preferencje czeremchy amerykańskiej do zasiedlania gleb mało żyznych i kwaśnych potwier-

dają również obserwacje prowadzone w drzewostanach Holandii [van den Tweed, Eijsackers 1987], Niemiec [Reinhardt i in. 2003] oraz w ojczyźnie omawianej rośliny [Auclair, Cottam 1971]. Po części jest to konsekwencją nasadzeń *P. serotina* właśnie na takich stanowiskach, ale świadczą również o dużej tolerancji gatunku na niesprzyjające warunki siedliska.

Spośród właściwości podłoża oddziałujących zarówno na podrost, podszyt, jak i młode drzewa czeremchy amerykańskiej istotne i nie do końca rozpoznane znaczenie ma silne uwilgotnienie gleby. Prace badawcze Stypińskiego [1977, 1979] wykonane w czterech typach siedlisk leśnych (bór świeży, bór mieszany świeży, las świeży, ols osuszony) na obszarze północno-wschodniej Polski potwierdzają negatywny wpływ tego czynnika na zdolność do odnawiania się gatunku. Analizując związek pomiędzy zasobnością gleby w wodę a rozwojem *P. serotina*, należy pamiętać, że stanowi on zagadnienie wieloaspektowe. Uwilgotnienie gleby, obok innych czynników abiotycznych, kształtuje skład florystyczny zbiorowisk leśnych, co przekłada się na oddziaływania pomiędzy współwystępującymi gatunkami w danym płacie roślinności. W efekcie silnie rozwinięta warstwa runa leśnego w borze mieszanym wilgotnym oraz warstwa mszysta w borze świeżym w istotny sposób wpływają na intensywność odnawiania się *P. serotina* w wymienionych fitocenozach leśnych [Halarewicz 2011]. Ponadto nadmierna wilgotność gleby przyczynia się do wzrostu patogeniczności grzybów z rodzaju *Pythium* [Martin, Loper 1999]. W naturalnym obszarze występowania czeremchy amerykańskiej, już na etapie siewek, patogeny glebowe z rodzaju *Pythium* i *Phytophthora* w znacznym stopniu ograniczają liczebność populacji rośliny [Packer, Clay 2000, 2003; Reinhart i in. 2003, 2005]. W warunkach europejskich zgorzel siewek *P. serotina* spowodowana przez wspomniane patogeny glebowe nie jest częsta. Wynika to zapewne z mniejszej agresywności przedstawicieli *Pythium* w miejscu zdomowienia się omawianej rośliny [Reinhart i in. 2010], ale również z „unikania” przez *P. serotina* siedlisk nadmiernie wilgotnych. Gleby suche i mniej żyzne cechuje niższy poziom zagrożenia infekcją przez patogeny glebowe, jak i mniejsza konkurencja ze strony roślin współwystępujących.

Dokładne rozpoznanie wymagań siedliskowych, które wpływają na wnikanie i zadomawianie się gatunków obcych, może pozwolić na podjęcie działań prewencyjnych, skierowanych przeciwko spontanicznej kolonizacji kolejnych obszarów leśnych.

## Wnioski

- ✦ Podrost *Prunus serotina* jest wrażliwy na wzrost kwasowości gleby i jej niewielką zasobność w składniki pokarmowe. Jednak pomimo niesprzyjających warunków podłoża młode osobniki potrafią przetrwać ten krytyczny okres rozwoju.
- ✦ Silne uwilgotnienie gleby oddziałuje negatywnie na wszystkie stadia rozwojowe czeremchy amerykańskiej.
- ✦ Na siedlisku lasu mieszanego wilgotnego zasobność głębszych warstw gleby w wodę w największym stopniu wpływa na obecność drzew i krzewów czeremchy amerykańskiej.

## Literatura

- Auclair A. N., Cottam G. 1971. Dynamics of black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) in southern Wisconsin oak forests. Ecological Monographs 41: 153-177.
- ter Braak C. J. F., Prentice I. C. 1988. A theory of gradient analysis. Advances in Ecological Research 18: 272-317.
- ter Braak C. J. F., Šmilauer P. 2002. CANOCO Reference Manual and CanoDraw for Windows User's Guide: Software for Canonical Community Ordination (version 4.5). Microcomputer Power, Ithaca, NY, USA.
- Chabrierie O., Verheyen K., Saguez R., Decocq G. 2008. Disentangling relationships between habitat conditions, disturbance history, plant diversity and American black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) invasion in an European temperate forest. Diversity and Distributions 14: 204-212.
- Danielewicz W. 1993. Występowanie drzew i krzewów obcego pochodzenia jako problem ochrony przyrody w rezerwach i parkach narodowych. Przegląd Przyrodniczy 4 (3): 25-32.

- Danielewicz W. 1994. Rozsiedlenie czerechmy amerykańskiej (*Prunus serotina* Ehrh.) na terenie Nadleśnictwa Doświadczalnego Zielonka. Prace Komisji Nauk Rolniczych i Komisji Nauk Leśnych, Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Wydział Nauk Rolniczych i Leśnych 78: 35-42.
- Danielewicz W., Maliński T. 1997. Drzewa i krzewy obcego pochodzenia w lasach Wielkopolskiego Parku Narodowego. Rocznik Dendrologiczny 45: 65- 81.
- Halarewicz A. 2011. Odnawianie się czerechmy amerykańskiej, *Prunus serotina* Ehrh., na siedliskach borowych. Sylwan 155 (8): 530-534.
- Halarewicz A., Rowieniec A. 2009. Czerechma amerykańska *Prunus serotina* Ehrh. na terenie Parku Krajobrazowego „Dolina Jezierzycy”. Sylwan 153 (9): 635-640.
- Jongman R. H. G., ter Braak C. J. F., van Tongeren O. F. R. 1987. Data analysis in community and landscape ecology. Pudog, Wageningen.
- van der Maarel E. 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effect on community similarity. Vegetatio 39: 97-114.
- Manly B. F. J. 1990. Randomization and Monte Carlo methods in biology. Chapman and Hall, London.
- Martin F. N., Loper J. E. 1999. Soilborne plant diseases caused by *Pythium* spp. Ecology, epidemiology and prospects for biological control. Critical Reviews in Plant Science 18: 111-181.
- Otręba A., Mędrzycki P. 2009. Inwazja czerechmy amerykańskiej *Prunus serotina* Ehrh. w Kampinoskim Parku Narodowym jako efekt działalności człowieka i ekspansywnych cech gatunku. W: Andrzejewska A., Lubański A. [red.]. Trwałość i efektywność ochrony przyrody w polskich parkach narodowych. Kampinoski Park Narodowy, Izabelin. 259-270.
- Packer A., Clay K. 2000. Soil pathogens and spatial patterns of seedling mortality in a temperate tree. Nature 404: 278-281.
- Packer A., Clay K. 2003. Soil pathogens and *Prunus serotina* seedlings and sapling growth near conspecific trees. Ecology 84: 108-119.
- Reinhart K. O., Packer A., Van der Putten W. H., Clay K. 2003. Plant-soil biota interactions and spatial distribution of black cherry in its native and invasive ranges. Ecology Letters 6: 1046-1050.
- Reinhart K. O., Royo A. A., Van der Putten W. H., Clay K. 2005. Soil feedback and pathogen activity in *Prunus serotina* throughout its native range. Journal of Ecology 93: 890-898.
- Reinhart K. O., Tytgat T., Van der Putten W. H., Clay K. 2010. Virulence of soil-borne pathogens and invasion by *Prunus serotina*. New Phytologist 186: 484-495.
- Rutkowski P., Maciejewska-Rutkowska I., Łabędzka M. 2002. Właściwy dobór składu gatunkowego drzewostanów jako jeden ze sposobów walki z czerechmą amerykańską *Prunus serotina* (Ehrh.). Acta Scientiarum Polonorum. Silvarum Colendarum Ratio et Industria Lignaria 1 (2): 59-73.
- Stypiński P. 1977. Odnawianie się czerechmy amerykańskiej (*Prunus serotina* (Ehrh.) Borkh.) w lasach na Pojezierzu Mazurskim. Sylwan 121 (10): 47-57.
- Stypiński P. 1979. Stanowiska czerechmy amerykańskiej (*Prunus serotina* (Ehrh.) Borkh.) w lasach państwowych Pojezierza Mazurskiego. Rocznik Dendrologiczny 32: 191-204.
- van den Tweed P. A., Eijssackers H. 1987. Black cherry, a pioneer species or 'forest pest'. Proceedings of the Royal Dutch Academy of Sciences 90: 59-66.
- Vanhellemont M., Verheyen K., De Keersmaecker L., Vandekerckhove K., Hermy M. 2009. Does *Prunus serotina* act as an aggressive invader in areas with a low propagule pressure? Biological Invasions 11: 1451-1462.

## SUMMARY

### Effect of soil factors on the incidence of *Prunus serotina* in forest phytocoenoses

The invasive potential of the black cherry *Prunus serotina* Ehrh. in temperate forest depends to a large degree on the characteristics of the ecosystems in which the species becomes naturalized. These relations are still insufficiently recognized. Hence the aim of the present work was to identify the soil factors that affect the black cherry most strongly, depending on the type of forest habitat.

The study was carried out in 2010-2011 in Wołów Forest District (SW Poland), where 13 observation areas were designated in 5 forest habitats that varied in proportion of *P. serotina* in their shrub layer. For each one of the observation areas their plant species composition was

analysed along with physical and chemical properties of the soil. The redundancy analysis (RDA) was applied in order to sort out the relations between the soil factors and the incidence of *P. serotina* as well as its coincidence with other plant species (tab.). It has been established that among the analysed developmental stages of *Prunus serotina* it is sapling stage that responds most strongly to nutrient deficiency and soil acidification (ryc.). Yet, despite the unfavourable substrate properties the young individuals of *P. serotina* can survive this critical period of their development. Furthermore, the negative relation has been demonstrated between the incidence of all developmental stages of the black cherry and high soil moisture contents. This relation is particularly important in wet mixed deciduous forest.