



Universiteit  
Leiden  
The Netherlands

## **Changes in the flora of the Netherlands in the 20th century.**

Tamis, W.L.M.

### **Citation**

Tamis, W. L. M. (2005, November 16). *Changes in the flora of the Netherlands in the 20th century*. NHN, Leiden. Retrieved from <https://hdl.handle.net/1887/4429>

Version: Not Applicable (or Unknown)

License: [Licence agreement concerning inclusion of doctoral thesis in the Institutional Repository of the University of Leiden](#)

Downloaded from: <https://hdl.handle.net/1887/4429>

**Note:** To cite this publication please use the final published version (if applicable).

# **Changes in the flora of the Netherlands in the 20<sup>th</sup> century**

PROEFSCHRIFT

ter verkrijging van  
de graad van Doctor aan de Universiteit Leiden,  
op gezag van de Rector Magnificus Dr. D.D. Breimer,  
hoogleraar in de faculteit der Wiskunde en  
Natuurwetenschappen en die der Geneeskunde,  
volgens besluit van het College voor Promoties  
te verdedigen op woensdag 16 november 2005  
klokke 16.15 uur

door

**Wilhelmus Laurentius Martinus Tamis**

geboren te Alkmaar in 1956

PROMOTIECOMMISSIE:

Promotores: prof. dr. P. Baas  
prof. dr. H.A. Udo de Haes

Copromotor: dr. R. van der Meijden

Referent: prof. dr. J.P. Bakker (Rijksuniversiteit Groningen)

Overige leden: prof. dr. E. van der Meijden  
prof. dr. G.R. de Snoo (Wageningen Universiteit/Universiteit  
Leiden)  
dr. J.P.M. Witte (Wageningen Universiteit)

The research described in this thesis was financially supported by the Dutch National Research Programme on Global Air Pollution and Climate Change, second phase (NOP-II) grant 95.2275, and by the Netherlands Organisation for Scientific Research (NWO), Stimulation Programme Biodiversity grant 014.22.071.

# **Changes in the flora of the Netherlands in the 20<sup>th</sup> century**

**Wilhelmus Laurentius Martinus Tamis**

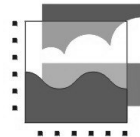
GORTERIA Supplement 6

NATIONAAL HERBARIUM NEDERLAND, Universiteit Leiden branch

2005



Nationaal Herbarium Nederland



**CML**

Institute of Environmental Sciences

ISSN 0928-8228  
ISBN 90-71236-62-5  
NUR 941

GORTERIA Supplement 6

© 2005 Nationaal Herbarium Nederland, Universiteit Leiden branch

*No part of this publication, apart from bibliographic data and brief quotations in critical reviews, may be reproduced, re-recorded or published in any form, including print, photocopy, microform, electronic or electromagnetic record without written permission.*

## Contents

Summary . . . . .	3
Samenvatting . . . . .	7
<b>Chapter 1.</b> – General introduction . . . . .	11
1.1. – Global and national biodiversity: the data problem . . . . .	11
1.2. – Floristic distribution data in the Netherlands . . . . .	12
1.3. – Core objective and specific issues . . . . .	15
1.4. – Readers guide . . . . .	15
<b>Chapter 2.</b> – Coping with recording bias in floristic surveys . . . . .	17
2.1. – Introduction . . . . .	17
2.2. – Differences in scale and map projection . . . . .	18
2.3. – Differences in geographical coverage . . . . .	24
2.4. – Incomplete species coverage . . . . .	32
2.5. – Differences with survey intensity and problems with plant identification . . . . .	44
2.6. – Conclusions . . . . .	47
2.7. – Acknowledgements . . . . .	49
<b>Chapter 3.</b> – Ecological interpretation of changes in the Dutch flora in the 20 <sup>th</sup> century . . . . .	53
3.1. – Introduction . . . . .	53
3.2. – Materials and methods . . . . .	55
3.3. – Results . . . . .	59
3.4. – Discussion . . . . .	66
3.5. – Acknowledgements . . . . .	69
<b>Chapter 4.</b> – Changes in vascular plant biodiversity in the Netherlands in the 20 <sup>th</sup> century explained by their climatic and other environmental characteristics . . . . .	73
4.1. – Introduction . . . . .	73
4.2. – Materials and methods . . . . .	75
4.3. – Results . . . . .	79
4.4. – Discussion . . . . .	87
4.5. – Acknowledgements . . . . .	89

<b>Chapter 5.</b> –History of non-native vascular plant species in the Netherlands	91
5.1. – Introduction . . . . .	92
5.2. – Methods and sources . . . . .	93
5.3. – Results . . . . .	97
5.4. – Discussion . . . . .	110
5.5. – Acknowledgements . . . . .	113
<b>Chapter 6.</b> – General discussion, conclusions and recommendations . . . . .	115
6.1. – Introduction . . . . .	115
6.2. – Methodological aspects . . . . .	115
6.3. – Effects of eutrophication, acidification, desiccation and loss of saline habitats . . . . .	118
6.4. – Effects of climate change . . . . .	119
6.5. – Non-native plant species in the Netherlands . . . . .	120
6.6. – General conclusions . . . . .	122
6.7. – General recommendations . . . . .	122
References . . . . .	125
Annex: Standaardlijst van de Nederlandse flora 2003 . . . . .	135
Summary: Standard List of the Flora of the Netherlands 2003 . . . . .	135
1. – Inleiding . . . . .	135
2. – Criteria voor het opnemen van taxa . . . . .	136
3. – Wijzigingen in taxoncodes en wetenschappelijke namen . . . . .	137
4. – Wijzigingen in Nederlandse namen . . . . .	138
5. – KilometerhokFrequentieKlassen (KFK's) . . . . .	139
6. – Rode Lijst 2000 . . . . .	140
7. – Indigeniteit en herkomst . . . . .	141
8. – Dispersie in ruimte en tijd . . . . .	142
9. – Ecologische groepen . . . . .	144
Noten en Referenties . . . . .	150
Standaardlijst en andere tabellen . . . . .	153
Curriculum vitae . . . . .	231
Nawoord . . . . .	233

## Summary

### **Changes in the flora of the Netherlands in the 20<sup>th</sup> century**

Throughout the world, biodiversity is under major threat from human activity. As the gravity of the situation unfolds, critical analysis shows that our knowledge and understanding of these developments is still very incomplete, both globally and in individual countries. This study is concerned specifically with changes in abundance of the approximately 1,500 species of vascular plant growing wild in the Netherlands. Using species check lists, in the course of the 20<sup>th</sup> century no less than 10 million individual distribution records have been obtained for these plants at a scale level of about 1 km<sup>2</sup>. These data are stored in two large databases: pre-1950 data in FLORIVON (in 'quarter cells'), and post-1975 data in Florbase (in 'kilometre cells').

The principal aim of this study is to provide a quantitative description and interpretation of the changes in the Dutch flora during the 20<sup>th</sup> century. This aim has been elaborated in four chapters with the following main themes: floristic survey bias and correction thereof (chapter 2); overall ecological changes in the Dutch flora, and the impact of 'traditional' environmental factors such as eutrophication, acidification and groundwater depletion (chapter 3); changes in the Dutch flora associated with climate change (chapter 4); and changes in the Dutch flora due to influx of alien species (chapter 5). Appended to the main text is the 2003 edition of the 'Standard List of the Flora of the Netherlands', in which use has been made of some of the ecological and methodological insights to have emerged from this study.

Chapter 2 opens by describing the various types of floristic survey bias and goes on to develop several new methods to analyse and correct for them. For five kinds of survey bias full or partial solutions are presented. In the first place a new method has been developed that makes due allowance for (topographical) differences in scale and cartographic projection pre- and post-1950 and for differences in species distribution patterns. By implementing this method a corrected data set was obtained that is far more consistent than the one available to date. A second key issue is cross-country variability in the amount of data collected, and a method was also developed to address this problem as satisfactorily as possible. The other categories of survey bias considered are incomplete species lists, differences in survey intensity and duration, and problems with species recognition. For these, too, solutions have been articulated and practically implemented.

Chapter 3 describes the changes in the Dutch flora as these relate to the 'traditional' factors cited above. The extent to which Dutch conservation efforts and environmental policies of recent decades have already had a tangible effect is also examined. To this end the approximately 10 million, now-corrected distribution data were broken down into three periods: pre-1950 and two roughly equal periods post-1975. Each plant species was then assigned to one of 83 'ecological groups' indexed to soil salinity, vegetation structure, moisture regime, nutrient availability and pH. The changes in national distribution of these ecological groups were then described



and statistically tested. Of the factors examined in this study, eutrophication proved by far the most important cause of floristic change. Species of oligotrophic, pH-neutral habitats have undergone serious decline, with those of eutrophic habitats exhibiting a marked increase. The second main cause is loss of saline habitats, particularly during the first half of the 20<sup>th</sup> century. A third important change relates to vegetation structure, *viz.* a decline in grassland species with an attendant increase in species of woodland and ruderal herbaceous vegetations. In terms of conservation and environmental policy, it was found, based partly on the results of the next chapter (see below), that despite emission reduction measures, for the century as a whole eutrophication still ranks as the single most important cause of floristic decline in the Netherlands. Acidification, by comparison, was found to constitute far less of a problem and there are also signs that it declined in importance during the last decade of the century. Finally, it was found that restoration projects have achieved a measure of success, especially for certain kinds of wet, oligotrophic ecosystems like bogs and dune slacks.

Chapter 4 examines the possible effects of climate change on the Netherlands' flora. To this end it was investigated whether the floristic changes could be explained by observed increases in average temperature, precipitation or CO<sub>2</sub> levels. Again, use was made of the corrected data set, as described above. In this part of the analysis, changes in individual plant species presence was the issue of interest. Prior to about 1980 there was a demonstrable but small increase in both 'warmth-loving' (thermophilic) and 'cold-loving' species. The increase in the latter group can be explained by the historic growth in the area and quality of Dutch woodland. After about 1980 the only trend to be observed is a pronounced increase in thermophilic species, coinciding with a marked rise in temperature during the same period. More specifically, there has been a definite increase in species of drier habitats. No clear-cut effect of increased precipitation on the Dutch flora could be established. As a separate issue, it could be demonstrated that increased urbanisation – and the warmer climate of urban environments – has also been a key factor contributing to the increased abundance of thermophiles. In the last two decades of the 20<sup>th</sup> century, climate change was the second most important cause of changes in the Dutch flora, behind urbanisation but before eutrophication. As yet, the effects of climate change are asymmetrical: an increase in thermophiles, but as yet no decline in 'cold-loving' species, contributing to what is probably only a temporary rise in the total number of species.

In the literature, non-native ('alien' or 'exotic') species are cited as a major threat to biodiversity worldwide. To investigate the role of the approximately 360 exotic species now naturalised in the Netherlands, reported in chapter 5, a distinction was made between archeophytes and neophytes: species naturalised before and after 1500, respectively. One-quarter of the Netherlands' wild flora consists of non-native species, about one-third of them archeophytes and two-thirds neophytes. The pattern of change among archeophytes is virtually identical to that among indigenous species, with a minor increase in common species and a decline in rarer species. In contrast, all groups of neophytes show an increase that is inversely proportional to the period of naturalisation. Of the hypotheses tested to explain the success of

common or rapidly expanding exotics, two are best able to explain the facts: escape from the 'predator-pathogen complex' and increased availability of disturbed, eutrophic sites. As regards the relative number of species on the Red List, no difference was found between indigenous species and archeophytes; there are even several neophytes on the List. Neither was any significant difference found between indigenous species, archeophytes and neophytes with respect to the percentage now extinct. *Contra* the claims of exotic plant species having a major negative impact on indigenous floras, there are as yet no indications of these posing a threat to the Dutch flora at the national level.

Finally, a number of important issues emerging from the study are discussed and the overall conclusions and recommendations presented in the final chapter. The main focus of the methodological discussion are the corrections made for survey bias. Despite the various options developed for correcting the raw floristic data, there is still a major need for a new and more coherent procedure for use in future surveys. A proposal to that end is made, proceeding from the same overall effort as at present. In the discussion on substantive issues a wide range of topics is considered in more detail, two of which are cited here by way of illustration. In evaluating biodiversity impacts as a function of scale level, it should be noted that despite the sensitivity of km-cell data to changes, on a smaller, micro-scale changes may be greater still. At the micro-scale, exotic species may indeed be having an impact on the Dutch indigenous flora. The effects of climate change also need to be further disentangled from those of urbanisation and exotics, to gain a better idea of climate impacts.



## Samenvatting

### Veranderingen in de flora van Nederland in de 20<sup>e</sup> eeuw

Wereldwijd wordt de biodiversiteit door de mens sterk bedreigd. In het licht hiervan blijkt bij kritische analyse dat onze kennis en inzichten over de veranderingen ervan onvoldoende zijn, zowel op mondiaal als op nationaal niveau. Dit proefschrift gaat over de veranderingen in het voorkomen van de ca. 1500 Nederlandse plantensoorten. In de 20<sup>ste</sup> eeuw zijn er van deze planten maar liefst 10 miljoen floristische verspreidingsgegevens verzameld op het schaalniveau van ca. 1 km<sup>2</sup> op zogenaamde streeplijsten. Die verspreidingsgegevens zijn opgeslagen in twee grote databestanden: die van vóór 1950 in FLORIVON (“kwartierhokken”) en die van na 1975 in Florbase (“km-cellen”).

De centrale doelstelling van dit onderzoek is te komen tot een kwantitatieve beschrijving en interpretatie van de veranderingen van de Nederlandse flora in de 20<sup>ste</sup> eeuw. Deze doelstelling is uitgewerkt in vier hoofdstukken met als belangrijkste thema's: de waarnemersfouten en de correctie daarvan (hoofdstuk 2); de algemene ecologische veranderingen in de Nederlandse flora in relatie tot de “traditionele” milieufactoren als vermesting, verzuring en verdroging (hoofdstuk 3); de veranderingen in de Nederlandse flora door klimaatverandering (hoofdstuk 4); en de veranderingen in de Nederlandse flora door uitheemse soorten (hoofdstuk 5). In de bijlage is de Standaardlijst van de Nederlandse flora 2003 opgenomen. Hierin is een deel van de ecologische en methodologische informatie verwerkt die is voortgekomen uit dit proefschrift.

In hoofdstuk twee worden de verschillende typen fouten van floristische verspreidingsgegevens opgespoord, en worden nieuwe probleemleem analyses en correctiemethoden ontwikkeld. Voor vijf typen van waarnemingsfouten worden gehele of gedeeltelijke oplossingen gepresenteerd. In de eerste plaats is een nieuwe methode ontwikkeld die rekening houdt met topografische verschillen in schaal en kaartprojectie vóór en na 1950 en met verschillen in verspreidingspatronen van soorten. Hierdoor is een gegevensset ontstaan die veel consistentier is dan de vroegere. Een belangrijk tweede probleem is dat niet overal in het land evenveel gegevens verzameld zijn. Er is een methode ontworpen om dit probleem zo goed mogelijk op te lossen. De andere onderscheiden typen problemen zijn incomplete soortenlijsten, verschillen in inventarisatie-intensiteit en –duur en problemen bij het herkennen van soorten. Ook hiervoor zijn oplossingen uitgewerkt en toegepast.

In hoofdstuk drie staat de beschrijving van de veranderingen in de Nederlandse flora in relatie tot de “traditionele” factoren centraal. Daarbij is tevens aandacht besteed aan de vraag in hoeverre effecten van milieu- en natuurbeschermingsbeleid in de laatste decennia reeds merkbaar zijn. De ca. 10 miljoen bewerkte verspreidingsgegevens zijn over drie periodes verdeeld: vóór 1950 en twee ongeveer gelijke periodes ná 1975. Alle plantensoorten werden ingedeeld in 83 ‘ecologische groepen’, op basis van zoutgehalte van de bodem, vegetatiestructuur (d.w.z. licht), vochttoestand, voedselrijkdom en zuurgraad. De veranderingen in de landelijke

verspreiding van deze ecologische groepen worden beschreven en statistisch geanalyseerd. Het blijkt dat, wat de hier onderzochte factoren betreft, eutrofiëring ('vermesting') verreweg de belangrijkste oorzaak is geweest van veranderingen in de flora. Soorten van voedselarme, neutrale standplaatsen nemen sterk af, en die van voedselrijke standplaatsen nemen sterk toe. De tweede belangrijke oorzaak is het verdwijnen van zoute habitats, met name in de eerste helft van de 20<sup>e</sup> eeuw. Een derde belangrijke verandering betreft de vegetatiestructuur: de afname van graslandsoorten ten koste van ruigte- en bossoorten. Wat de effecten van het milieu- en natuurbeleid betreft, blijkt mede op basis van de resultaten in het volgende hoofdstuk (zie hieronder), dat ondanks maatregelen om milieu-emissies te reduceren vermesting over de gehele eeuw bezien nog steeds de grootste bedreiging voor de Nederlandse flora vormt. Verzuring blijkt in verhouding daarmee een duidelijk minder groot probleem te vormen en er zijn ook indicaties van een afnemende invloed van deze factor in het laatste decennium van de vorige eeuw. Tenslotte blijkt dat natuurherstelprojecten met name succesvol zijn voor bepaalde typen natte voedselarme ecosystemen zoals vennen en duinplassen.

De effecten van klimaatverandering op de flora in Nederland worden geanalyseerd in hoofdstuk vier. Er is onderzocht of temperatuurstijging, toename van neerslag dan wel toename van de CO<sub>2</sub>-concentratie, de veranderingen kunnen verklaren. Daarbij is gebruik gemaakt van de bewerkte gegevens zoals hierboven beschreven. Bij deze analyse staan de veranderingen in het voorkomen van individuele plantensoorten centraal. Vóór ca. 1980 is zowel een kleine toename van warmteminnende soorten als van koudeminnende soorten aantoonbaar. De toename van de koudeminnende soorten kan worden verklaard door de toename van het areaal en kwaliteit van het bosgebied in Nederland. Na ca. 1980 is alleen een sterke toename van warmteminnende soorten te zien, die samenvalt met een sterke toename van de temperatuur in deze periode. Het gaat daarbij vooral om een toename van soorten van drogere standplaatsen. Er is geen duidelijk effect van de toegenomen neerslag op de Nederlandse flora aantoonbaar. Apart daarvan kon worden aangetoond dat ook de toegenomen urbanisatie – en daarmee het warmere klimaat in steden – een aanzienlijke factor is bij de toename van warme soorten. Klimaatverandering is in de laatste decennia van de 20<sup>e</sup> eeuw de tweede belangrijkste oorzaak verandering in de Nederlandse flora, na urbanisatie maar vóór vermesting. De effecten van klimaatverandering zijn vooralsnog asymmetrisch: wel een toename van warmteminnende soorten, maar vooralsnog geen afname van koudeminnende soorten, hetgeen bijdraagt aan een waarschijnlijk tijdelijke toename van het totale aantal soorten.

Uitheemse soorten worden in de literatuur als een belangrijke bedreiging genoemd van de biodiversiteit in de wereld. Bij het onderzoek naar de rol van ca. 360 in Nederland ingeburgerde uitheemse soorten, beschreven in hoofdstuk 5, is een onderscheid gemaakt tussen archeofyten (ingeburgerd vóór 1500) en neofyten (ingeburgerd vanaf 1500). Een kwart van de Nederlandse wilde flora bestaat uit uitheemse soorten, waarvan eenderde archeofyten en tweederde neofyten. Het patroon van verandering voor archeofyten is vrijwel identiek aan dat van inheemse soorten: met een kleine toename van algemene soorten en een afname van zeldzame

soorten. Daarentegen vertonen alle groepen van neofyten een toename, die afneemt naarmate het langer geleden is dat inburgering plaatsvond. De hypothesen die het succes van algemene of snel toenemende exoten het beste kunnen verklaren zijn de “ontsnapping aan de antagonisten” (begrazers, ziekten en plagen) en de toename van verstoorte voedselrijke gronden. Er is geen verschil gevonden tussen inheemse planten en archeofyten in het aandeel van soorten op de Rode Lijst. Er staan zelfs een aantal neofyten op de Rode Lijst. Verder is geen significant verschil tussen inheemse soorten, archeofyten en neofyten in het percentage uitgestorven soorten in elke groep. In tegenstelling tot grote negatieve invloed die uitheemse plantensoorten zouden hebben op de inheemse flora, zijn er vooralsnog geen aanwijzingen gevonden dat zij op nationale schaal een bedreiging vormen voor de Nederlandse flora.

Tenslotte worden enkele belangrijke discussiepunten aan de orde gesteld, en worden de algemene conclusies en aanbevelingen op basis van het proefschrift in het laatste hoofdstuk geformuleerd. In de methodologische discussie is het belangrijkste onderwerp de uitgevoerde correcties voor waarnemersfouten. Ondanks de ontwikkelde mogelijkheden tot correctie van uiteenlopende gegevens, bestaat toch een sterke behoefte aan een samenhangende nieuwe opzet van toekomstige inventarisaties; hiervoor worden voorstellen gedaan waarbij uitgegaan wordt van een gelijkblijvende totale inspanning. In de inhoudelijke discussie wordt op een groot aantal punten nader ingegaan, waarvan hier een paar punten voorbeeldsgewijs worden genoemd. Bij de evaluatie van de effecten op de biodiversiteit in relatie tot schaalniveau moet bedacht worden dat ondanks de gevoeligheid van km-cel gegevens voor veranderingen, op nog kleinere, microschaal veranderingen nog groter kunnen zijn. Op microschaal niveau zouden effecten van uitheemse soorten op de inheemse flora mogelijk wél aanwezig kunnen zijn. De verstrengeling van klimaatseffecten met effecten van urbanisatie en exoten dient verder te worden uitgewerkt, opdat een nog helderder beeld wordt verkregen van klimaatseffecten.

