

2015

Risicoanalyse van de uitheemse Gifsumak
(*Toxicodendron radicans*) in Nederland



B. Odé, R. Beringen, F.P.L. Collas,
K.R. Koopman, J. Matthews,
G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg &
R.S.E.W. Leuven

Risicoanalyse van de uitheemse Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in Nederland

B. Odé, R. Beringen, F.P.L. Collas,
K.R. Koopman, J. Matthews, G. van der Velde,
J.L.C.H. van Valkenburg & R.S.E.W. Leuven

30 januari 2015

FLORON en Radboud Universiteit Nijmegen

In opdracht van
Bureau Risicobeoordeling & Onderzoeksprogrammering
(Team Invasieve Exoten)
Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA)
Ministerie van Economische Zaken



Reeks Verslagen Milieukunde

De reeks Verslagen Milieukunde wordt gepubliceerd door de afdeling Milieukunde, Instituut voor Water en Wetland Research, Radboud Universiteit Nijmegen, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen, Nederland (tel. secretariaat: + 32 (0)243653281).

Verslagen Milieukunde 480

Titel:	Risicoanalyse van de uitheemse Gifsumak (<i>Toxicodendron radicans</i>) in Nederland
Auteurs:	B. Odé, R. Beringen, F.P.L. Collas, K.R. Koopman, J. Matthews, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg & R.S.E.W. Leuven
Omslag foto:	Gifsumak (<i>T. radicans</i>) in herfstkleuren (Foto: J. van Valkenburg)
Projectmanager:	Baudewijn Odé, Landelijk Bureau FLORON, postbus 9010, 6500 GL Nijmegen, e-mail: ode@floron.nl
Projectnummer:	FLORON 2014.039
Client:	Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit, Postbus 43006, 3540 AA Utrecht
Referentie cliënt:	NVWA ordernummer 60002911, d.d. 2 september 2014
Orders:	Secretariaat van de afdeling Milieukunde, Faculteit der Natuurwetenschappen en Informatica, Radboud Universiteit Nijmegen, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen, Nederland, e-mail: secres@science.ru.nl , onder vermelding Verslagen Milieukunde 480
Kernwoorden:	Dispersie; ecologische effecten; invasief; invasiviteit; uitheemse soorten

© 2015. Afdeling Milieukunde, Instituut voor Water en Wetland Research, Faculteit der Natuurwetenschappen en Informatica, Radboud Universiteit Nijmegen, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen, Nederland

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt in enige vorm van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

Inhoud

Summary	3
Samenvatting	8
1. Introductie	14
1.1 Achtergrond en probleemstelling	14
1.2 Onderzoeksdoelen	14
1.3 Overzicht en samenhang van het onderzoek	14
2. Methoden	16
2.1 Risicoanalyse componenten	16
2.2 Kennisdocument	16
2.3 Risicobeoordeling en -classificatie	16
2.3.1 ISEIA-protocol	17
2.3.2 Harmonia ⁺ -protocol	19
3. Risicoanalyse	21
3.1 Waarschijnlijkheid van binnenkomst	21
3.2 Waarschijnlijkheid van vestiging	22
3.2.1 Verspreiding in Nederland	22
3.2.2 Habitat en fysiologische toleranties	24
3.2.3 Klimaat en biogeografische vergelijking	29
3.3 Waarschijnlijkheid van verspreiding	31
3.4 Risicovolle gebieden in Nederland	32
3.5 Risicobeoordeling en -classificatie met het ISEIA-protocol	33
3.5.1 Ecologische risicobeoordeling voor huidige situatie in Nederland	33
3.5.2 Ecologische risicobeoordeling voor de toekomstige situatie	35
3.5.3 Risicoclassificatie voor de huidige en toekomstige situatie	36
3.6 Risicobeoordeling en -classificatie met het Harmonia ⁺ -protocol	36
3.7 Opties voor risicomanagement	42
3.7.1 Preventie van introductie	42
3.7.2 Preventie van gezondheidsrisico's	42
3.7.3 Eliminatie en beheer	44
4. Discussie	46
4.1 Hiaten in kennis en onzekerheden	46
4.2 Risicomanagement	46
5. Conclusies en aanbevelingen	48

6.	Dankwoord	51
7.	Referenties	52
	Bijlage 1. Kennisdocument van <i>Toxicodendron radicans</i>	57

Summary

Poison ivy (*Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze) is a species belonging to the Anacardiaceae that is native to southern Canada, United States of America, Mexico, Bermuda, the western Bahamas, Japan, Koerilen, Taiwan and west and central China. The species was planted at the beginning of the 20th century at the Vangdijk, northeast of the village of Hemelum in Friesland, the Netherlands in order to prevent dike erosion. The plant remains highly abundant at this location and is the cause of occasional complaints of allergic reactions and contact dermatitis from the public that are related to the allergen urushiol, contained in the plants resin. To support decision making with regard to the design of measures to prevent ecological, socio-economic and public health effects, the Invasive Alien Species Team of the Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (Ministry of Economic Affairs) has requested for a risk analysis of *T. radicans* to be carried out for the Netherlands.

To support this risk analysis a knowledge document has been written, based on the distribution and invasion biology of the species (Appendix 1). Literature data were collected on nomenclature, systematics, identification characters, reproduction, physiological tolerances, substrate preference, dispersal vectors, colonisation, ecological and socio-economic impacts, public health impacts and potential measures for management. The knowledge document was based on data published in (peer-reviewed) journals, books, reports and websites. Academic and non-academic search engines and websites were systematically searched using ISI Web of Knowledge, Google Scholar and Google.nl. More information on the species was obtained using non-native species databases such as QBank, the GB non-native species secretariat, Invasive alien species Belgium, DAISIE, NOBANIS, the Global non-native species database and the EPPO. Google.nl was searched for an analysis of the trade in the species and information available to the Dutch public.

Distribution in relation to environmental factors

In its native range, *T. radicans* establishes in forests, fields, on the margins of ponds and lakes, riparian areas, seasonally or intermittently flooded areas, marshes, swamps, dry barren flats, slopes, cliffs and rocky ridges. The plant is also found in urban environments such as parks, at roadsides, grass verges, gardens, railway tracks and vacant lots. *T. radicans* prefers moist but well-drained soils, although it tolerates a wide range of soil fertility, moisture, and other conditions. The plant grows in clay, silty, loamy and sandy soils. It also occurs at locations dominated by rocks, stones, cobbles and gravel. The plant requires a stable surface for root attachment when climbing, as opposed to rapidly exfoliating or crumbling bark. *T. radicans* occurs in soils of all nutrient types but favours nutrient rich conditions with a high calcium content. It tolerates a wide range of pH, occurring in extremely acidic to moderately alkaline soils but grows best in circum-neutral soils.

The Netherlands is mainly situated within region Cfb of the Koppen-Geiger climate classification which is defined as warm temperate, fully humid, with a warm summer. The location where *T. radicans* grows in the Netherlands lies within this area. The Cfb classification matches two relatively small areas within the native range of *T. radicans* in the United States of America and Canada. A relatively small area on the eastern border of the Netherlands with Germany is classified within region Dfb which is defined as snow, fully

humid, with a warm summer. Region Dfb covers a broader area in *T. radicans*' native range, limited to the northern United States and southern Canada.

T. radicans is intolerant of extreme cold. In Canada, horizontal root sections and vertical stems are often killed during winter. Intolerance to freezing results in a relatively short growing season compared to many shrubs and trees. In the United States and Canada, the species occurs at locations with average annual temperatures ranging from 4 °C to 22 °C, a mean number of frost days ranging from 0 to 111 and a mean annual rainfall ranging from 391 mm to 1572 mm. The average annual temperatures (6,1-13,8 °C), mean number of frost days (20-70) and mean annual rainfall (725-975 mm) in The Netherlands are within the minimum- and maximum ranges in its native geographic distribution area.

The plant tolerates flooding and growth may even be stimulated under this condition. It appears to be intolerant of drought. The plant is able to grow in full sunlight but is most abundant in moderately shaded locations such as forest glades and edges. Evidence from a number of surveys in the United States indicate that *T. radicans* prefers locations where the tree canopy is partially closed. In the future, the species may benefit from increasing temperatures and carbon dioxide levels associated with climate change due to increased photosynthesis, water-use efficiency, growth and population biomass.

Introduction and secondary spread

The species has persisted after intentional introduction to one site in the Netherlands at the start of the 20th century, but spread has been limited to the immediate area only. Seeds of *T. radicans* disperse in its native range facilitated by frugivores (mammals and birds) following ingestion of the fleshy fruit, and sometimes by water transport (hydrochory). It is also able to reproduce vegetatively. In the Netherlands, *T. radicans* only reproduces vegetatively through branching and subsequent root production. However, the plants do bear fruit, so the possibility of seed germination cannot be completely ruled out. Therefore, the secondary spread of the species is strongly dependent on the presence of vectors for dispersion of seeds to new locations. The most important local vectors for secondary spread of the species are bird species and water.

A search on Google.nl revealed that five out of a total of 300 websites screened offered *T. radicans* plants or seeds for sale, however, only one of these was based in the Netherlands. Several cases of members of the public importing cuttings of *T. radicans* into Europe (Germany, the Netherlands, Wales) from North America were found during the literature study.

According to expert assessment, there is a low risk of further spread of *T. radicans* from its current location in the Netherlands. Since the species reproduces vegetatively only, the area of distribution in the past century has hardly increased and the spread of (potential) viable seeds by water, birds or mammals does not occur or is not successful. Further research is needed to determine why the species has not been able to spread further, despite the formation of viable seeds. Determining factors that limit and promote seed dispersal, and the specific environmental conditions under which seeds germinate and seedlings grow, will allow conservationists to better predict the risk of spread of *T. radicans* and the occurrence of unwanted effects in the Netherlands.

Ecological effects

There is no quantitative information available on ecological or socio-economic effects of *T. radicans* in the Netherlands. Also, little information has been published in neighbouring countries on the adverse effects of introductions of this species.

In countries, such as the United States, where *T. radicans* is widespread and occurs in high densities, significant socio-economic impacts have been reported. Some locations in these countries have a climate that is similar to the Netherlands, for example North and South Carolina, Virginia and Delaware in the United States. The effects of *T. radicans* on public health are mostly described in the North American literature.

Negative effects on human health

T. radicans, like all *Toxicodendron* species, contains urushiol in the leaves, roots, berries and stems. Urushiol is an allergen in humans and several other higher primates. Urushiol can be released in smoke as a result of burning, leading to lung inflammation and generalised dermatitis. Direct skin contact will lead to allergic contact dermatitis 12 to 48 hours after exposure in 80-90% of the human population. Symptoms include swelling, erythema (redness), vesicle formation, and bullae (large blisters containing tissue fluid), and typically occur hours to days after exposure. Rubbing or scratching the blisters or rash may lead to bacterial infection. At locations where the plant is widespread, *T. radicans* ranks among the most medically problematic plants. In the United States contact with urushiol results in over 350,000 reported cases of contact dermatitis per year.

In the Netherlands, several reports of dermatitis caused by contact with *T. radicans* have been made in the past (including at the location in Friesland). There are no recent reports of dermatitis resulting from exposure to *T. radicans* recorded by the public health service (GGD) in the Province of Friesland or the local GP practice closest to the location where *T. radicans* appears in nature. However, the GP practice was not aware that *T. radicans* is present in their region and therefore may not have made the link between *T. radicans* and patients suffering with dermatitis. Nearly all surveyed botanical gardens where the plant was kept in the Netherlands reported that personnel had suffered health problems because of contact with *T. radicans*.

Risk classification

The ecological risks of *T. radicans* were considered within the four risk categories of the Belgian 'Invasive Species Environmental Impact Assessment (ISEIA) protocol: 1) dispersion potential and invasiveness, 2) colonisation of habitats with high conservation values, 3) adverse impacts on native species, and 4) alteration of ecosystem functions.

- *Dispersion potential and invasiveness*: *T. radicans* only reproduces vegetatively in the Netherlands through branching and subsequent root production. However, *T. radicans* only occurs on the Vangdijk near Hemelum in Friesland where it was introduced. Therefore, potential spread appears to be highly dependent on possible new introductions by people, as is the case with the current *T. radicans* population. Therefore, the dispersion potential for the Dutch situation is rated as **medium**.
- *Colonisation of habitats with high conservation values*: The location on the Vankdijk is located within the Natura 2000 area 'Oudegaasterbrekken, Fluessen and surroundings'.

The risk of colonisation of habitats with high conservation values is **medium** since 1) to date, the species has not been able to spread successfully in the Netherlands through seed dispersal from established plants in the wild or (botanical) gardens, 2) the species has spread vegetatively over short distances only, and 3) the species only occurs in one Natura 2000 area where it was deliberately planted.

- *Adverse impacts on native species:* The main negative impacts of *T. radicans* on native species are related to interference and exploitation competition. The literature does not provide evidence for negative effects of *T. radicans* on native species in the Netherlands. It is likely that no studies have been conducted in the Netherlands. However, during field surveys it was recorded that several trees and bushes were overgrown by the species. The risk of adverse impacts on native species is assessed as **medium** because the *T. radicans* population at the current location has not observably affected the local species composition during the last 100 years, however, some trees and bushes have been overgrown.
- *Alteration of ecosystem functions:* High densities of *T. radicans* can reduce the light availability and alter nutrient cycles. The effects of *T. radicans* in the Netherlands are limited to date, because the plant only occurs at one location. Therefore, the (potential) risk of the species in this category is **medium**.

Using the ISEIA-protocol, *T. radicans* is classified as a species with a low ecological risk (score 8 out of 12) for the Dutch situation. The current distribution is characterised as “isolated populations”. Combining the current distribution with the risk score results in a risk classification: **C1**. Future increases in carbon dioxide concentration and temperature may cause a slight increase in *T. radicans* productivity. This is not expected to cause any significant increase in the ecological risk of the species with respect to the current situation. In combination with the expectation of the spread remaining as “isolated populations”, the future situation also receives a risk classification of **C1**: an alien species that occurs in isolated locations and poses a low ecological risk. The species is not eligible for inclusion on the Alert-, Monitor- or Black List.

Risk assessment according to the Harmonia⁺-protocol

The classification of *T. radicans* by experts based on the available knowledge resulted in the following risk scores:

- Introductions risk: **Medium**
- Establishment risk: **High**
- Spread risk: **Low**
- Environmental impact risk: **Medium**
- Risk effects plant cultivation: **Low**
- Risk effects domesticated animals and livestock: **Low**
- Risk effects public health: **High**
- Other risk effects: **Low**

Risk classification according to the Harmonia⁺-protocol

The invasion risk of the species is classified as **low** (certainty medium). However, the aggregated effect score is **high** (high certainty). The high effect score is related to the serious human health effects resulting from contact with plant material or inhalation of smoke

containing urushiol. Due to the low invasion risk, the aggregated risk score of the species is **low** (certainty medium).

Potentially effective management options

T. radicans can be removed by carefully digging out the plant with the rhizomes and roots. However, attempted removal by ploughing or by hand may leave fragments in the soil which will sprout and eventually replace the original plants. To prevent regrowth, the cleared area can be covered with an opaque material. Sowing or planting a ground covering plant may also help to suppress regrowth. Repeatedly cutting the plant down to the ground for many years, without removing the roots, will exhaust the root system and eventually kill the plant. After removal, the isolation of *T. radicans* plant waste by burying deeply to avoid regrowth or by placement of waste in a sealable bin or plastic bag until complete degradation of urushiol, rather than on a compost pile is recommended. If biological control is preferred, goats particularly seem to favour *T. radicans* and browse on it without apparent adverse effects. However, suppression of *T. radicans* with goats has to be continued for several years until the root system is depleted and sprouting does not occur. Chemical control of *T. radicans* can be achieved using the herbicides triclopyr (3,5,6-Trichloro-2-pyridinyloxyacetic acid) and 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid). According to the Dutch board for the authorization of plant protection products and biocides ([ctgb](#)), certain preparations of glyphosate, 2,4-D and triclopyr may be used in the Netherlands by professionals and non-professionals. After applying herbicides, plant remains will still contain urushiol.

In the case of the population on the Vangdijk, complete removal is recommended because of the risks posed by *T. radicans* to human health. If this measure is deemed too expensive or drastic, it is advised to remove the small emerging plants on the west side of the bike path at least. Additionally, the population on the east side of the bike path can be significantly reduced in size and vitality by regularly cutting or pruning the plants to the ground. Such measures will reduce the potential for spread and human health risks. Moreover, it is recommended that factors determining the likelihood of dispersal of *T. radicans* seeds in the Netherlands are identified and investigated. Furthermore, an effort should be made to detect any spread of *T. radicans* in the Netherlands through targeted monitoring.

Human health risk related recommendations

It is advisable to inform local administrators and medical authorities about the human health risks associated with *T. radicans*. Health risk information boards should be maintained near the population on the Vangdijk until it is absolutely certain that all plants have been removed.

Samenvatting

Gifsumak (*Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze) is een uitheemse plantensoort die behoort tot de familie Anacardiaceae. De soort is oorspronkelijk inheems in Zuid-Canada, de Verenigde Staten, Mexico, Bermuda, de Westelijke Bahama's, Japan, de Koerilen, Taiwan en West- en Centraal-China. *T. radicans* is in het begin van de 20^e eeuw aangeplant op de Vangdijk, ten noordoosten van Hemelum in Friesland, om de dijk te beschermen tegen golfafslag. De soort is op deze locatie nog steeds hoog abundant en heeft de afgelopen eeuw incidenteel ernstige huidklachten (contact dermatitis, allergieën) veroorzaakt bij bramenplukkers en recreanten na contact met deze planten. Deze huidklachten worden veroorzaakt door het allergeen urushiol, dat aanwezig is in het plantensap.

Het Team Invasieve Exoten van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (Ministerie van Economische Zaken) heeft opdracht gegeven om een risicoanalyse van *T. radicans* in Nederland uit te voeren ter ondersteuning van de besluitvorming over mogelijke maatregelen om (potentiële) ecologische en sociaal-economische effecten of gevolgen voor de volksgezondheid te voorkomen.

Ter onderbouwing van deze risicoanalyse is een kennisdocument opgesteld over de verspreiding en invasiebiologie van de soort (Bijlage 1). Hiervoor zijn gegevens verzameld en geanalyseerd over nomenclatuur, systematiek, kenmerken voor identificatie, reproductie, fysiologische toleranties, substraatvoorkeur, dispersievector, kolonisatie, ecologische en sociaal-economische effecten, gevolgen voor volksgezondheid en beheersmaatregelen. Het kennisdocument is gebaseerd op gegevens gepubliceerd in wetenschappelijke tijdschriften, boeken, rapporten en op websites. Academische, (niet) gouvernementele en commerciële websites zijn systematisch doorzocht met behulp van zoekmachines (ISI Web of Knowledge, Google Scholar en Google.nl). Daarnaast is ook gebruik gemaakt van informatie over de soort in databanken over uitheemse soorten (QBank, Great Britain Non-native Species Secretariat, Invasive Alien Species Belgium, DAISIE, NOBANIS, Global Non-native Species Database en EPPO). Google.nl is gebruikt voor een analyse van de handel in de soort en de internetinformatie die beschikbaar is voor het Nederlandse publiek.

Verspreiding in relatie tot milieufactoren

In het oorspronkelijke verspreidingsgebied vestigt *T. radicans* zich in bossen en graslanden, op de oevers van poelen en meren, oevergebieden langs rivieren, tijdelijk geïnundeerde gebieden, moerassen, dorre vlakten, hellingen, kliffen en rotsachtige bergruggen. De soort komt ook voor in stedelijk gebied, zoals parken, wegbermen, tuinen, spoorbermen en onbeheerde overhoekjes. Hoewel *T. radicans* een grote variatie aan voedselrijkdom, vocht en andere milieufactoren tolereert, heeft deze soort een voorkeur voor voedselrijke, vochtige, maar goed water doorlatende bodems. De plant groeit op klei-, zavel-, leem- en zandbodems, maar komt ook voor op plaatsen met overwegend rotsen, stenen of grind. De plant heeft om te kunnen klimmen een stabiel oppervlak nodig voor een goede hechting van de wortels, en bijvoorbeeld geen bomen met een schilferende of verkrummelende schors. *T. radicans* groeit onder zowel voedselrijke als voedselarme omstandigheden, maar heeft een voorkeur voor voedselrijke omstandigheden met een hoge calcium-beschikbaarheid. De soort tolereert een grote variatie in zuurgraad en komt zowel in extreem zure als matig basische bodems voor, maar groeit het best in pH-neutrale bodems.

Nederland ligt grotendeels in de Cfb-regio van de Koppen-Geiger klimaat classificatie, waarbij het klimaat wordt gekenmerkt als warm gematigd, vochtig en met een warme zomer. De Nederlandse groeiplaats van *T. radicans* ligt binnen deze Cfb-regio. De Cfb classificatie is ook van toepassing op twee kleine gebieden binnen het oorspronkelijke verspreidingsgebied in de Verenigde Staten en het zuiden van Canada. Een relatief klein deel van Nederland, gelegen aan de grens met Duitsland, valt binnen de Dfb-regio, waarbij het klimaat wordt gekenmerkt door sneeuw, vocht en een warme zomer. De Dfb-regio omvat een groter deel van het oorspronkelijke verspreidingsgebied van *T. radicans* in de Verenigde Staten en het zuidelijke deel van Canada.

De soort is niet tolerant voor extreme kou. In Canada sterven horizontale wortels en opgroeiende stengels vaak in de winter af. Deze vorstgevoeligheid verkort het groeiseizoen, vergeleken met vele bomen en struiken. In de Verenigde Staten en Canada komt de soort voor bij een gemiddelde aantal vorstdagen tussen 0 en 111, gemiddelde jaartemperaturen tussen 4 en 22 °C en een gemiddelde jaarlijkse neerslag van 391 tot 1572 mm. Het meerjarig gemiddelde aantal vorstdagen (20-70), de gemiddelde jaartemperatuur (6,1-13,8 °C) en de gemiddelde jaarlijkse neerslag (725-975 mm) in Nederland liggen binnen de minimum- en maximumwaarden voor het oorspronkelijke verspreidingsgebied.

De plant tolereert inundatie. Na inundatie neemt de groei toe. *T. radicans* lijkt gevoelig voor verdroging. De plant kan in het volle zonlicht groeien maar is het meest abundant in matig beschaduwde situaties, zoals bosranden en open plekken in bos. Uit diverse onderzoeken in de Verenigde Staten blijkt een voorkeur voor plaatsen met een deels gesloten kroonlaag. In de toekomst kan de soort profiteren van verhoogde temperaturen en koolstofdioxidegehalten in de lucht als gevolg van klimaatverandering omdat deze veranderingen in omgevingsfactoren resulteren in verhoogde fotosynthese, groei en biomassa van de populatie.

Introductie en secundaire verspreiding

In Nederland heeft de soort zich na bewuste introductie in het begin van de 20^e eeuw gehandhaafd, maar heeft zich van daar uit nauwelijks verspreid.

Zaden van *T. radicans* worden in het oorspronkelijke verspreidingsgebied verspreid door vruchteneters (zoogdieren en vogels) en soms door water (hydrochorie). De soort kan zich ook vegetatief vermeerderen. In Nederland plant de soort zich waarschijnlijk alleen vegetatief voort door middel van uitlopers en daaropvolgende wortelvorming. Toch kan vermeerdering door zaad niet worden uitgesloten, omdat de Nederlandse planten kiemkrachtige zaden vormen. De secundaire verspreiding van de soort wordt in Nederland mogelijk belemmerd door afwezigheid van geschikte vectoren voor de dispersie van zaden.

Op vijf websites, van in totaal 300 zoekresultaten met Google.nl, werden zaden van *T. radicans* te koop aangeboden. Eén aanbieder is in Nederland gevestigd. Uit het literatuuronderzoek blijkt dat in enkele gevallen stekken vanuit de Verenigde Staten door particulieren zijn geïmporteerd in Europa (Duitsland, Nederland en Wales).

De betrokken deskundigen beoordelen de kans op verdere verspreiding van *T. radicans*, vanuit de locatie in Nederland als klein omdat de soort zich hier waarschijnlijk alleen vegetatief vermeerdert, het verspreidingsareaal de afgelopen eeuw nauwelijks is

toegenomen en de verspreiding van (potentieel) kiemkrachtige zaden door water, vogels en/of zoogdieren niet optreedt of niet succesvol is. Verder onderzoek is nodig om te achterhalen waarom de soort zich tot heden niet verder heeft verspreid ondanks de vorming van kiemkrachtig zaad. Voor een betrouwbare voorspelling van de verspreidings- en vestigingskans is inzicht vereist in de beperkende en faciliterende factoren voor zaadverspreiding in Nederland en de milieuomstandigheden waarbij succesvolle zaadkieming en groei van kiemplanten kan optreden.

Ecologische effecten

Er is geen kwantitatieve informatie beschikbaar over ecologische of sociaal-economische effecten van *T. radicans* in Nederland. Ook in buurlanden is tot op heden weinig informatie gepubliceerd over ongewenste gevolgen van introducties van deze soort.

In landen waar de soort wijd verspreid en in hoge dichtheden voorkomt, zoals de Verenigde Staten, zijn wel significante ecologische en sociaal-economische effecten gerapporteerd. Sommige delen van het verspreidingsgebied in de Verenigde Staten hebben een min of meer vergelijkbaar klimaat met Nederland, zoals Noord- en Zuid-Carolina, Virginia en Delaware. Kwantitatieve gegevens over gevolgen van *T. radicans* voor de volksgezondheid zijn vooral in de Noord-Amerikaanse literatuur beschreven.

Risico's voor volksgezondheid

T. radicans bevat, net als andere *Toxicodendron*-soorten, urushiol in bladeren, wortels, vruchten en takken. Urushiol is een allergeen voor mensen en verschillende andere hogere primaten. Direct contact met de huid leidt tot allergische huidreacties tussen 12 en 48 uur na blootstelling bij 80-90% van de mensen. Symptomen zijn zwelling, roodverkleuring, blaasjes en bullae (grote blaren met lichaamsvloeistof) en treden binnen enkele uren tot enkele dagen na blootstelling op. Wrijven of krabben van de huiduitslag of blaren kan leiden tot bacteriële infecties. Inademen van urushiol bevattende rook, die vrijkomt bij verbranding van de plant, kan leiden tot ontsteking van de longen. Blootstelling aan rook kan ook leiden tot ontsteking van de huid (dermatitis). Op plaatsen waar de plant wijdverbreid voorkomt wordt *T. radicans* gerekend tot de medisch meest problematische planten. In de Verenigde Staten leidt contact met urushiol tot meer dan 350.000 gevallen van dermatitis per jaar.

In het verleden is in Nederland enkele keren melding gemaakt van dermatitis veroorzaakt door contact met *T. radicans* (onder andere op de groeiplaats in Friesland). Er zijn geen recente gevallen bekend van dermatitis veroorzaakt door contact met *T. radicans* op de groeiplaats in Friesland, niet bij de GGD van Friesland, noch bij de nabijgelegen huisartsenpost in Koudum. Deze huisartsenpost was echter niet bekend met de aanwezigheid van de soort in de omgeving en heeft mogelijk geen verband gelegd tussen *T. radicans* en patiënten met de symptomen van dermatitis. Bijna alle bevraagde botanische tuinen in Nederland met *T. radicans* in de collectie hebben gemeld dat tuinpersoneel gezondheidsklachten heeft gehad van als gevolg van contact met de plant.

Risicoclassificatie ISEIA

Met behulp van het 'Invasive Species Environmental Impact Assessment' (ISEIA) protocol zijn de ecologische risico's van *T. radicans* voor vier risicocategorieën beschouwd: 1) dispersie potentieel en invasiviteit, 2) kolonisatie van waardevolle en/of beschermde

natuurgebieden, 3) negatieve effecten op inheemse biodiversiteit, en 4) verandering van ecosysteemfuncties.

- *Dispersie potentieel en invasiviteit:* In Nederland komt *T. radicans* in het wild alleen voor op de Vangdijk vlakbij Hemelum in Friesland. Daar plant de soort zich waarschijnlijk alleen vegetatief voort door middel van onder- en bovengrondse uitlopers en daaropvolgende wortelvorming. De verspreiding lijkt in hoge mate afhankelijk van nieuwe introducties door de mens, zoals ook de huidige groeiplaats tot stand is gekomen. Het dispersiepotentieel is daarom voor de Nederlandse situatie als matig beoordeeld.
- *Kolonisatie van waardevolle en/of beschermde natuurgebieden:* De locatie op de Vangdijk ligt binnen het Natura-2000 gebied 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving'. Het risico op kolonisatie van waardevolle en/of beschermde natuurgebieden is beoordeeld als matig omdat 1) de soort zich tot op heden in Nederland niet succesvol via zaden van gevestigde planten in het wild of vanuit (botanische) tuinen heeft kunnen verspreiden, 2) vegetatieve verspreiding via wortelstokken alleen over korte afstanden is waargenomen en 3) de soort slechts in één Natura-2000 gebied voorkomt en daar bewust is aangeplant.
- *Negatieve effecten op inheemse soorten:* De belangrijkste negatieve gevolgen van *T. radicans* op inheemse soorten hebben te maken met interferentie en exploitatie competitie. De literatuurstudie levert geen aanwijzingen voor negatieve effecten van *T. radicans* op inheemse soorten in Nederland. Waarschijnlijk is hier in Nederland nog geen onderzoek naar verricht. Tijdens het veldonderzoek is wel waargenomen dat enkele bomen en struiken worden overgroeid door de soort. Het risico op negatieve effecten is beoordeeld als matig omdat *T. radicans* op de huidige groeiplaats in 100 jaar geen aantoonbare effecten op de soortensamenstelling heeft, maar ondertussen wel enkele bomen en struiken flink overgroeit.
- *Veranderen van ecosysteemfuncties:* In hoge dichtheden kan *T. radicans* de lichtbeschikbaarheid verminderen en door zijn specifieke groeivormen ook de vegetatiesuccessie beïnvloeden. De effecten van *T. radicans* in Nederland zijn tot op heden beperkt doordat de plant maar op een plek voorkomt. Daarom is het (potentiële) risico van de soort voor deze categorie beoordeeld als matig.

Met het ISEIA-protocol is *T. radicans* voor de Nederlandse situatie geclassificeerd als een soort met een laag ecologisch risico (score 8 uit 12). De huidige verspreiding wordt gekarakteriseerd als 'geïsoleerde populaties'. Combinatie van de huidige verspreiding met de risicoscore resulteert in een risicoclassificatie: **C1**. Toekomstige toename van de koolstofdioxidegehalten en temperatuur zouden kunnen leiden tot een licht verhoogde productiviteit. Dit zal naar verwachting geen significante toename in het ecologische risico van de soort veroorzaken ten opzichte van de huidige situatie. In combinatie met de verwachting van verspreiding in de vorm van 'geïsoleerde populaties' resulteert de toekomstige situatie eveneens in een risicoclassificatie **C1**: een uitheemse soort die geïsoleerd voorkomt en een laag ecologisch risico vormt. De soort komt niet in aanmerking voor plaatsing op de Aandachts-, Monitor- of Zwarte-lijst.

Risicobeoordeling volgens het Harmonia⁺-protocol

De beoordeling van *T. radicans* door deskundigen op basis van de beschikbare kennis heeft geresulteerd in de volgende risicoscores.

- Introductierisico: **Matig**
- Vestigingsrisico: **Hoog**
- Verspreidingsrisico: **Laag**
- Risico milieueffecten: **Matig**
- Risico effecten plantenteelt: **Laag**
- Risico effecten gedomesticeerde dieren en veeteelt: **Laag**
- Risico effecten volksgezondheid: **Hoog**
- Risico overige effecten: **Laag**

Risicoclassificatie volgens het Harmonia⁺-protocol

Het invasierisico van de soort is geclassificeerd als laag (zekerheid matig), maar de geaggregeerde effectscore is hoog (hoge zekerheid). De hoge effectscore is gerelateerd aan de ernstige gezondheidsklachten bij aanraking van plantenmateriaal of inademing van urushiol. Door het lage invasierisico is de geaggregeerde risicoscore van de soort laag (zekerheid is matig).

Kansrijke opties voor beheer

T. radicans kan worden verwijderd door zorgvuldig de plant met alle wortels en kruipende wortelstokken uit te graven. Toch kunnen er na ploegen of handmatige verwijdering van wortels fragmenten in de bodem achterblijven die weer zullen uitgroeien en de oorspronkelijke planten kunnen vervangen. Om deze hergroei te voorkomen kan de bodem na verwijdering met ondoorzichtig materiaal worden afgedekt. Inzaaien of beplanten met een bodembedekker kan hergroei ook onderdrukken. Herhaald tot de grond afzetten van de planten zonder de wortels te verwijderen zal de wortels uitputten en kan op termijn de plant vernietigen. Het is aan te raden het na verwijdering van planten vrijgekomen materiaal van *T. radicans* diep te begraven om hergroei te voorkomen. Het plantenmateriaal kan als alternatief ook in een afsluitbare container of plastic zak worden gecomposteerd totdat het urushiol volledig is afgebroken. Deze verwijderingsmethode geniet de voorkeur boven een composthoop. Begrazing met geiten is geschikt als biologische bestrijding de voorkeur geniet. Geiten eten de planten graag en ondervinden daarvan geen negatieve gevolgen. De geitenbegrazing moet wel gedurende een lange periode worden aangehouden, totdat de wortels en ondergrondse uitlopers zijn uitgeput en niet meer uitgroeien. Chemische bestrijding van *T. radicans* is mogelijk met herbiciden zoals triclopyr (3,5,6-trichloor-2-pyridyloxyazijnzuur) en 2,4-D (2,4-dichloorfenoxiazijnzuur). Volgens de richtlijnen van het Nederlandse College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden ([ctgb](#)) zijn bepaalde preparaten met glyfosaat, 2,4-D en triclopyr in Nederland toegestaan voor gebruik door professionele beheerders en niet-professionele gebruikers. Na bestrijding met herbiciden bevatten de afgestorven plantendelen nog steeds urushiol.

In het concrete geval van de huidige groeiplaats op de Vangdijk wordt vanwege de gezondheidsrisico's aanbevolen om deze populatie te elimineren. Als deze maatregel te duur of te ingrijpend wordt geacht, wordt geadviseerd om in ieder geval de nog kleine, nieuwe groeiplaatsen aan de westkant van het fietspad te verwijderen (bijvoorbeeld door afgraven). Daarnaast kan de populatie aan de oostzijde van het fietspad flink in omvang en vitaliteit

worden beperkt door de planten herhaaldelijk tot de grond toe te kappen of te snoeien. Dergelijke maatregelen zullen zowel de verspreidingskansen als de gezondheidsrisico's beperken. Indien de soort niet volledig wordt geëlimineerd in Nederland wordt tevens geadviseerd om onderzoek te doen naar de beperkende en faciliterende factoren voor zaadverspreiding van *T. radicans* en om eventuele verspreiding van de soort in de wijdere omgeving vroegtijdig te signaleren via gerichte monitoring.

Aanbevelingen in verband met gezondheidsrisico's

Het is aan te bevelen lokale beheerders en medische instanties te informeren over de gezondheidsrisico's van *T. radicans*. Op de groeiplekken moet de informatievoorziening over de gezondheidsrisico's worden gecontinueerd, totdat zeker is dat de planten volledig zijn verwijderd.

1. Introductie

1.1 Achtergrond en probleemstelling

De Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) is een inheemse plant in Zuid-Canada, de Verenigde Staten, Mexico, Bermuda, de Westelijke Bahamas, Japan, de Koerilen, Taiwan en West- en Centraal-China. De soort is in Nederland in het begin van de 20^e eeuw aangeplant op de Vangdijk in Friesland, om dijkafslag te voorkomen (Van der Ploeg, 1966). De soort is sterk abundant op deze locatie en veroorzaakt af en toe gezondheidsklachten bij mensen (allergische reacties of contact dermatitis). Deze klachten worden veroorzaakt door de allergene stof urushiol die aanwezig is in de plant.

Bij de start van dit project bestond een gebrek aan kennis over de introductie, vectoren voor verspreiding, sleutelfactoren voor vestiging en invasiviteit, (potentiële) effecten en beheeropties van *T. radicans* in Nederland.

Ter ondersteuning van de besluitvorming over eventuele maatregelen om ongewenste ecologische en maatschappelijke effecten te voorkomen, heeft het Team Invasieve Exoten van de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (Ministerie van Economische Zaken) gevraagd een risicoanalyse uit te voeren voor *T. radicans*. Voor de onderbouwing van deze risicoanalyse is ook een Engelstalig Kennisdocument over de soort opgesteld (Matthews *et al.*, 2015). Het voorliggende rapport analyseert de beschikbare kennis en gegevens voor een risicoanalyse, beoordeelt de risico's en beschrijft kansrijke beheeropties voor deze soort.

1.2 Onderzoekdoelen

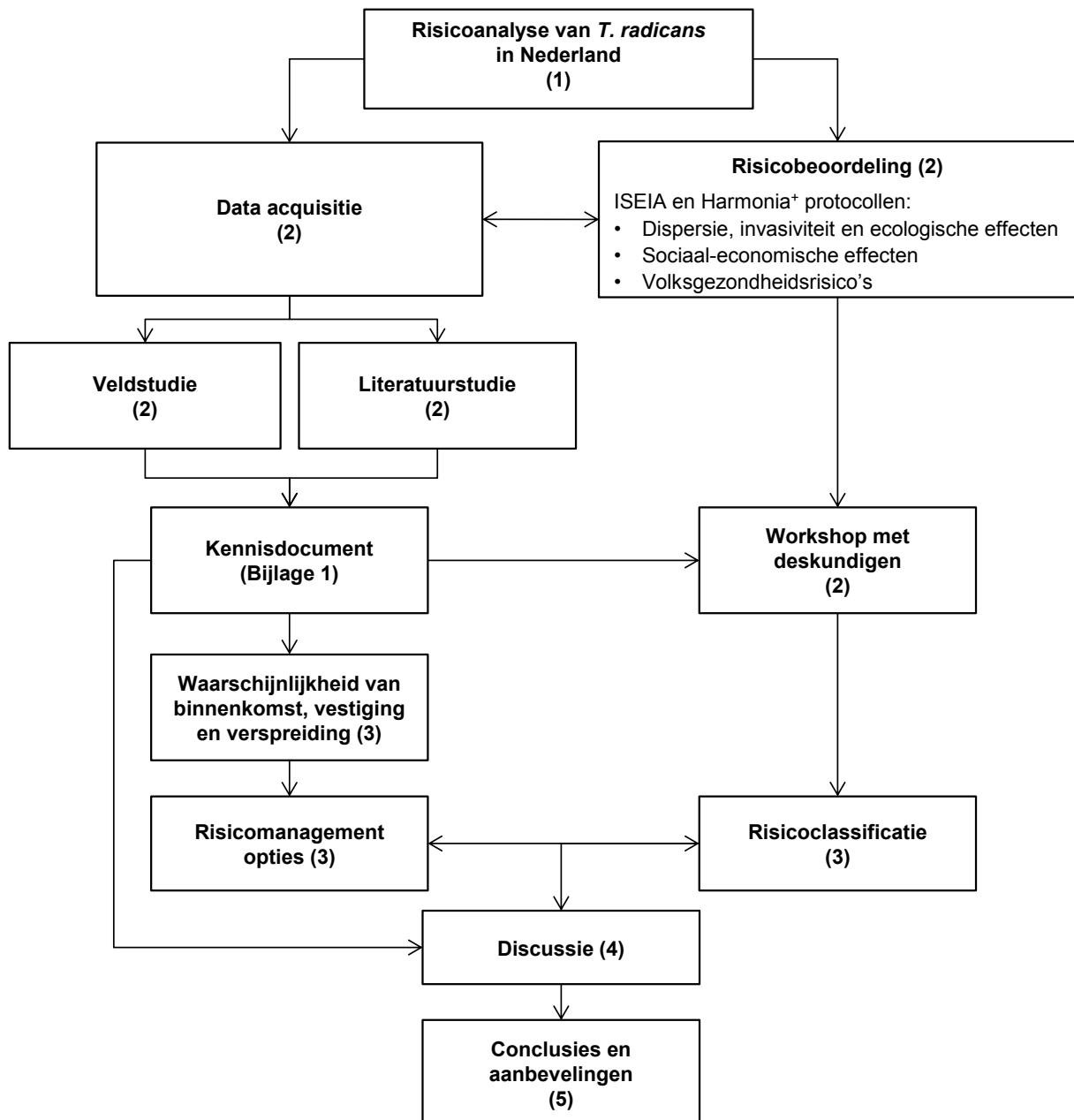
De hoofddoelen van deze studie zijn:

- Een risicoanalyse uitvoeren met betrekking tot de waarschijnlijkheid van binnenkomst, vestiging en verspreiding, kolonisatie van bedreigde natuurgebieden, (potentiële) ecologische en sociaal-economische effecten en gevolgen voor de volksgezondheid van *T. radicans* in Nederland.
- Het beoordelen en classificeren van de (potentiële) risico's voor dispersie, invasiviteit en effecten van *T. radicans* in Nederland met behulp van de '*Invasive Species Environmental Impact Assessment (ISEIA)*' en '*Harmonia*'[†] protocollen.
- Het beschrijven van kansrijke opties voor de preventie van nieuwe introducties en het beheer van de (secundaire) verspreiding, vestiging en negatieve effecten van *T. radicans* in Nederland.

1.3 Overzicht en samenhang van het onderzoek

In het voorliggende hoofdstuk zijn de probleemstelling en doelen van de risicoanalyse voor *T. radicans* in Nederland beschreven. Hoofdstuk 2 beschrijft de methoden van de risicobeoordeling en de risicobeoordelingsprotocollen ISEIA en Harmonia[†]. Daarbij wordt tevens aandacht besteed aan de analyse van kansrijke managementstrategieën voor de

soort in Nederland. Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van de risicobeoordelingen, beoordeelt de waarschijnlijkheid van binnenkomst, vestiging, verspreiding, risicovolle gebieden, sociaal-economische effecten en gevolgen voor volksgezondheid. Hoofdstuk 3 beschrijft ook kansrijke opties voor risicomanagement. Hoofdstuk 4 bespreekt hiaten in de kennis en onzekerheden, en andere beschikbare risicoanalyses. In hoofdstuk 5 worden conclusies getrokken en aanbevelingen gedaan voor verder onderzoek. Een bijlage met achtergrondinformatie in de vorm van een Engelstalig kennisdocument over *T. radicans* maakt dit rapport compleet. De samenhang tussen de verschillende onderzoeksactiviteiten en resultaten worden gevisualiseerd in een stroomdiagram (Figuur 1.1).



Figuur 1.1: Samenhang van verschillende componenten van de risicoanalyse van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*). Tussen haakjes staan de hoofdstuknummers van dit rapport.

2. Methoden

2.1 Risicoanalyse componenten

De risicoanalyse van *Toxicodendron radicans* in Nederland omvat analyses van de waarschijnlijkheid van introductie, vestiging en secundaire verspreiding binnen Nederland. Tevens is de beschikbare literatuur over de ecologische en sociaal-economische effecten, gevolgen voor de volksgezondheid en opties voor risicomanagement geanalyseerd. De achtergrondinformatie en gebruikte data voor de risicoanalyse zijn samengevat in een apart Engelstalig kennisdocument (Zie paragraaf 2.2; tevens opgenomen als bijlage 1).

Vervolgens is een ecologische risicobeoordeling en -classificatie van *T. radicans* voor Nederland uitgevoerd met behulp van het Invasive Species Environmental Impact Assessment (ISEIA) protocol (Branquart, 2007; ISEIA, 2009). Daarnaast is ook een risicobeoordeling uitgevoerd met het nieuwe Harmonia⁺-protocol (D'hondt *et al.*, 2014). Dit protocol bevat naast criteria voor een ecologische risicobeoordeling ook modules voor de beoordeling van (potentiële) gevolgen voor de volksgezondheid en overige effecten.

2.2 Kennisdocument

Voor het samenstellen van een overzicht van de huidige kennis over de taxonomie, habitatvoorkeur, dispersiemechanismen, huidige verspreiding, ecologische effecten, sociaal-economische effecten en gevolgen voor de volksgezondheid van *T. radicans* is een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd. Tevens zijn de mogelijkheden voor (preventief) beheer van de introductie, verspreiding en effecten van *T. radicans* geïnventariseerd en is de informatie aangevuld met beschikbare kennis bij de projectpartners.

Informatie in wetenschappelijke tijdschriften, boeken, rapporten en op academische, (niet) gouvernementele en commerciële websites is systematisch doorzocht met behulp van zoekmachines (ISI Web of Knowledge, Google Scholar en Google.nl). Daarnaast is ook gebruik gemaakt van informatie over de soort in databanken over uitheemse soorten, zoals QBank, Great Britain Non-native Species Secretariat, Invasive Alien Species Belgium, DAISIE, NOBANIS, Global Non-native Species Database en EPPO (2014). Google.nl is gebruikt voor een analyse van de handel in de soort en de internetinformatie die beschikbaar is voor het Nederlandse publiek. Tevens is aanvullend veldonderzoek gedaan voor de beoordeling van de vestiging, milieumomstandigheden en effecten van *T. radicans* op de groeiplaats in Nederland.

De resultaten van het literatuur- en veldonderzoek zijn geanalyseerd en samengevat in een Engelstalig kennisdocument (Bijlage 1; Matthews *et al.*, 2015). Dit kennisdocument is vervolgens gebruikt voor de onderbouwing van de risicoanalyse en risicoclassificaties met het ISEIA- en Harmonia⁺-protocol.

2.3 Risicobeoordeling en -classificatie

De risicobeoordelingen en -classificaties van *T. radicans* met behulp van het ISEIA- en Harmonia⁺-protocol werden uitgevoerd door een team van acht deskundigen (R. Beringen,

F.P.L. Collas, K.R. Koopman, R.S.E.W. Leuven, J. Matthews, B. Odé, G. van der Velde en J.L.C.H. van Valkenburg). Elke deskundige heeft eerst het kennisdocument bestudeerd en vervolgens onafhankelijk van andere deskundigen beoordelingsformulieren ingevuld voor risicoclassificaties van *T. radicans* (Tabel 2.1 en 2.2). Hierbij is aandacht besteed aan zowel de huidige als toekomstige situatie. Na deze individuele risicobeoordelingen is een workshop met alle deskundigen georganiseerd, waarin de argumenten voor de risicoscores zijn toegelicht en verschillen in beoordelingen zijn bediscussieerd. Deze discussies hebben geresulteerd in overeenstemming over de risicoscores voor de criteria van beide protocollen en de (wetenschappelijke) argumentatie daarvoor.

Het ISEIA- en Harmonia⁺-protocol zijn procedures voor risicoscreening. Dergelijke methoden zijn daarom alleen ontwikkeld voor het beoordelen van negatieve effecten van uitheemse soorten en laten eventuele positieve effecten buiten beschouwing. Beschikbare informatie over positieve effecten is wel opgenomen in het kennisdocument (Bijlage 1; Matthews *et al.*, 2015).

2.3.1 ISEIA-protocol

Het ISEIA-protocol bevat tien criteria die overeenkomen met de laatste stappen van het invasieproces (de potentie van verspreiding, vestiging en negatieve effecten op inheemse soorten en ecosystemen). Deze criteria zijn onderverdeeld in de volgende vier risico-secties (Tabel 2.1; Branquart, 2007; ISEIA, 2009):

- 1) dispersie potentieel of invasiviteit;
- 2) kolonisatie van waardevolle en/of beschermde natuurgebieden;
- 3) negatieve effecten op inheemse soorten;
- 4) wijzigen van ecosysteemfuncties.

Sectie 3 omvat vier sub-secties over (i) predatie / herbivorie, (ii) verstoring en competitie, (iii) overdracht van ziektes naar inheemse soorten (parasieten of pathogenen) en (iv) genetische effecten zoals hybridisatie en introgressie met inheemse soorten. Sectie 4 omvat vier sub-secties over (i) modificaties aan nutriëntencycli of andere hulpbronnen, (ii) fysieke habitatmodificatie (veranderingen in hydrologische regimes, toename in de troebelheid van water, lichtonderschepping, verandering van de morfologie van oevers, vernietiging van broed- of kraamgebieden, etc.), (iii) modificatie van natuurlijke successies, en (iv) verstoring van voedselwebben, bijvoorbeeld een verandering op lagere trofische niveaus door begrazing of predatie (top-down regulatie), die resulteert in een onevenwichtig ecosysteem.

Elk criterium van het ISEIA-protocol is beoordeeld met risicoscores op een schaal van drie punten: 1 (laag risico), 2 (matig risico) en 3 (hoog risico). Tabel 2.1 geeft de definities voor laag, matig en hoog risico, volgens de vier secties van het protocol. Bij onvoldoende kennis op basis van de literatuurstudie is de beoordeling gebaseerd op het oordeel en veldobservaties van de deskundigen en uitgedrukt in een score 1 (onwaarschijnlijk) of 2 (waarschijnlijk). Indien beoordeling van bepaalde criteria niet mogelijk is vanwege ontbrekende informatie, is er geen score toegekend (DD: deficiënt data; GD: geen data). Tenslotte is de hoogste score binnen elke sectie gebruikt om de totaalscore voor de soort te berekenen.

Tabel 2.1: Definities van criteria voor risicoclassificaties per sectie van het ecologische risicobeoordelingsprotocol (Branquart, 2007; ISEIA, 2009).

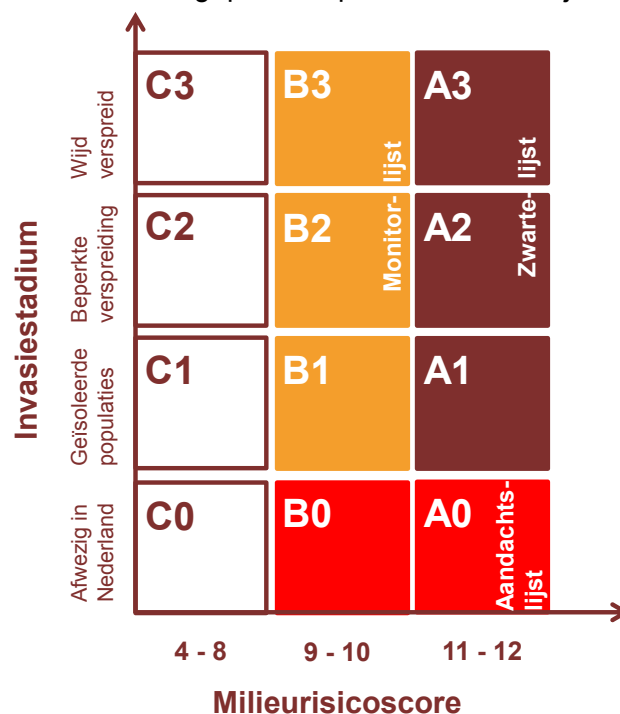
1. Dispersie potentieel of risico invasiviteit	
Laag	De soort verspreidt zich niet in de omgeving door een lage dispersiecapaciteit en een lage potentiële reproductie.
Matig	Behalve wanneer bijgestaan door de mens, is de soort niet in staat afgelegen gebieden te koloniseren. Natuurlijke dispersie bedraagt zelden meer dan 1 km per jaar. De soort kan mogelijk lokaal invasief worden door een sterke reproductie.
Hoog	De soort is zeer vruchtbaar, kan zich makkelijk actief of passief verspreiden over afstanden van meer dan 1 km per jaar en nieuwe populaties vestigen. Hierbij valt te denken aan plantensoorten die gebruik maken van anemochorie, hydrochorie en zoöchorie via insecten of vogelsoorten.
2. Kolonisatierisico van waardevolle en/of beschermde natuurgebieden	
Laag	Populaties van de uitheemse soort zijn beperkt tot door de mens gemaakte habitats (lage natuurwaarde)
Matig	Populaties van de uitheemse soort zijn meestal beperkt tot habitats met een lage of matige natuurwaarde en koloniseren incidenteel waardevolle en/of beschermde habitats.
Hoog	De uitheemse soort koloniseert vaak waardevolle en/of beschermde habitats (bijvoorbeeld, de meeste plekken van een bepaald habitat worden waarschijnlijk gemakkelijk gekoloniseerd door de soort wanneer bronpopulaties in de omgeving aanwezig zijn) en vormt daardoor een mogelijke bedreiging voor rode lijst soorten .
3. Risico op negatieve effecten op inheemse soorten	
Laag	Data over invasiegeschiedenis suggereren dat de negatieve effecten op inheemse populaties verwaarloosbaar zijn.
Matig	Het is bekend dat de uitheemse soort lokale veranderingen (<80%) in populatiegrootte, groei of verspreiding van een of meerdere inheemse soorten teweeg kan brengen. Met name bij algemene en ruderaal soorten. Het effect wordt meestal beschouwd als omkeerbaar.
Hoog	De ontwikkeling van de uitheemse soort veroorzaakt vaak ernstige lokale afnames (>80%) van populaties en vermindert de lokale soortenrijkdom. Op een regionale schaal wordt het beschouwd als een factor die aanzet tot de achteruitgang van (zeldzame) soorten. Die uitheemse soorten vormen langdurige populaties en hun effecten op de inheemse biodiversiteit worden beschouwd als moeilijk omkeerbaar. Voorbeelden zijn een sterke interspecifieke competitie in plantengemeenschappen gemedieerd door allelopathische chemicaliën, intra-gilde predatie wat leidt tot lokale extinctie van inheemse soorten en overdracht van nieuwe dodelijke ziektes op inheemse soorten.
4. Risico op het wijzigen van ecosysteemfuncties	
Laag	Het effect op ecosysteemprocessen en -samenstelling wordt als verwaarloosbaar beschouwd.
Matig	Het effect op ecosysteemprocessen en -samenstelling is matig en wordt als gemakkelijk omkeerbaar beschouwd.
Hoog	Het effect op ecosysteemprocessen en -samenstelling is groot en moeilijk ongedaan te maken. Voorbeelden zijn veranderingen van de fysisch-chemische eigenschappen van water, het faciliteren van rivieroevererosie, het voorkomen van natuurlijk regeneratie van bomen, verstoring van het voedselweb en vernietiging van rivieroever, rietvelden en / of viskraamgebieden.

Bij de beoordeling van de toekomstige situatie is in beschouwing genomen dat de habitatgeschiktheid in Nederland kan veranderen door klimaatverandering. Bij het beoordelen van de risicoscores voor de toekomst is er vanuit gegaan dat geen specifieke

beheersmaatregelen worden getroffen voor de preventie van introductie, verspreiding en vestiging van de soort.

Consensus van de betrokken deskundigen over de risicoscore van elke sectie is bereikt door middel van een hiërarchische methode waarbij prioriteit is gegeven aan wetenschappelijke informatie over de Nederlandse situatie boven wetenschappelijke gegevens over effecten die buiten Nederland plaatsvinden.

Vervolgens is het lijststelsel van het Belgische Forum Invasieve Soorten (BFIS) gebruikt om de betreffende soort te classificeren. (Branquart, 2007, 2014; ISEIA, 2009). Dit lijststelsel is een tweedimensionale ordening van het milieueffect en invasiestadium (Figuur 2.1). Het is gebaseerd op de richtlijnen van de Conventie over Biologische Diversiteit (CBD besluit VI/7) en de strategie van de Europese Unie voor invasieve uitheemse soorten. Het milieueffect van de soort wordt geclassificeerd aan de hand van de totale risicoscore: 4-8 (C: soort komt niet in aanmerking voor Zwarte-, Monitor- of Aandachtslijst), 9-10 (B: Monitorlijst) en 11-12 (A: Zwarte lijst). De lijstletter wordt vervolgens gecombineerd met een nummer 0 tot en met 3 (0: afwezig, 1: geïsoleerde populaties, 2: beperkte verspreiding, en 3: wijd verspreid) dat het invasiestadium weergeeft (Figuur 2.1). Een soort die afwezig is en een totale risicoscore heeft van 9-12 wordt geplaatst op de Aandachtslijst.



Figuur 2.1: BFIS-lijststelsel ter identificatie van soorten die preventieve en mitigerende maatregelen vereisen (Branquart, 2007, 2014; ISEIA, 2009).

Sociaal-economische effecten en gevolgen voor de volksgezondheid maken geen deel uit van een ecologische risicobeoordeling volgens het ISEIA-protocol. Dergelijke risico's zijn wel beoordeeld met het Harmonia⁺-protocol (Paragraaf 2.3.2).

2.3.2 Harmonia⁺-protocol

Voor de risicobeoordeling van *T. radicans* met Harmonia⁺ is gebruik gemaakt van de [online-versie](#) van het protocol (D'hondt *et al.*, 2014). Hiermee zijn ook alle risicoscores berekend (Tabel 2.2). Het Harmonia⁺-protocol bevat procedures voor de risicobeoordeling van

uitheemse planten en dieren (onderdeel A) en pathogenen (onderdeel B). Voor de risicobeoordeling van *T. radicans* is alleen onderdeel A relevant. Dit onderdeel bevat in totaal 30 vragen die zijn geordend in vijf categorieën (A0. Context; A1. Introductie; A2. Vestiging; A3. Verspreiding; A4. Potentiële effecten).

De categorie A4 is opgesplitst in vijf subcategorieën: A4a. Milieueffecten (biodiversiteit en ecosystemen), A4b. Effecten voor planten(teelt), A4c. Effecten voor veeteelt en dierenwelzijn, A4d. Gevolgen voor volksgezondheid en A4e. Overige effecten (aantasting infrastructuur). Iedere (sub)categorie bevat meerdere risicobeoordelingsvragen en geeft voor iedere vraag ook de opties voor risicoscores. Tevens zijn alle vragen voorzien van een toelichting en voorbeelden die dienen als referentie bij het bepalen van de risicoscores.

Tabel 2.2: Concept en definities voor risicobeoordeling en –classificatie van uitheemse soorten met het Harmonia⁺-protocol (D'hondt *et al.*, 2014).

<p><u>Concept</u> Invasie = $f(\text{Introductie}; \text{Vestiging}; \text{Verspreiding}; \text{Effecten}_{a-e})$ Risico = $\text{Blootstelling} \times \text{Kans} \times \text{Effect}$</p> <p><u>Invasie = risico?</u> $\text{Blootstelling} \equiv f_1(\text{Introductie}; \text{Vestiging}; \text{Verspreiding}) = \text{Invasiescore}$ $\text{Kans} \times \text{blootstelling} \equiv f_2(\text{Effect}_a; \text{Effect}_b; \text{Effect}_c; \text{Effect}_d; \text{Effect}_e) = \text{Effectscore}$ met a: milieu (biodiversiteit en ecosystemen); b: plantenteelt; c. veeteelt; d. volksgezondheid; e: overige</p> <p>Risico = $\text{Blootstelling} \times \text{Kans} \times \text{Effect} \equiv f_3(\text{Invasiescore}; \text{Effectscore}) = \text{Invasie}$</p> <p><u>Berekeningsmethodieken</u> f_1 : (gewogen) geometrisch gemiddelde of product f_2 : (gewogen) rekenkundig gemiddelde of maximum f_3 : product</p>

Tabel 2.2 geeft de methoden voor de berekening van verschillende risicoscores. Het protocol biedt de mogelijkheid om aan verschillende typen risico's/effecten weegfactoren toe te kennen, namelijk in en tussen risicocategorieën. Bij de risicobeoordeling en -classificatie van *T. radicans* zijn de default waarden 1 voor alle weegfactoren gebruikt. Dit wil zeggen dat bij de berekeningen van de risicoscore verschillende typen effecten binnen een bepaalde risicocategorie gelijk zijn gewogen. Voor de berekening van een effectscore van een specifieke risicocategorie is altijd de maximale waarde gebruikt, om het uitmiddelen van effecten te voorkomen. Voor de berekening van de invasiescore is het product van de introductie-, vestiging- en verspreidingscore gebruikt. Voor de berekening van de geaggregeerde effectscore is het maximum van de verschillende effectscores gebruikt.

Bij alle beoordelingsvragen bestaat de mogelijkheid om de mate van zekerheid van het antwoord te vermelden. De mate van zekerheid wordt conform het concept van Mastrandrea *et al.* (2010; 2011) op een consistente wijze gerapporteerd met 'laag', 'matig' of 'hoog' voor respectievelijk 0-33%, 33-66% en 66-100% waarschijnlijkheid. In Harmonia⁺ zijn de scores 0, 0.5 en 1 toegekend aan respectievelijk laag, matig en hoog. In de voorliggende risicoanalyse zijn ook de rekenkundige gemiddelden van deze scores per risicocategorie berekend.

3. Risicoanalyse

3.1 Waarschijnlijkheid van binnenkomst

In 1919 is *T. radicans* aangeplant op de Vangdijk, ten noordoosten van Hemelum in Friesland om de dijk te beschermen tegen golfafslag (Van der Ploeg, 1966). In de literatuur zijn meerdere ondersoorten beschreven. Zeer waarschijnlijk is in Nederland alleen de ondersoort *T. radicans* spp. *radicans* geïntroduceerd. De huidige verspreiding van de soort in Nederland wordt gekarakteriseerd als ‘beperkt verspreid met geïsoleerde populaties’ (Figuur 3.2; zie ook Bijlage 1: paragraaf 3.2.1).

Introducties door de mens worden beschouwd als de voornaamste reden van vestiging en verspreiding van *T. radicans* buiten zijn oorspronkelijke verspreidingsgebied (Matthews *et al.*, 2015). De toename van internetverkoop (e-commerce) vergroot het risico op introductie van invasieve plantensoorten omdat internationale verkopers vanuit het buitenland online kunnen adverteren en de zaden of planten per post versturen (Kay & Hoyle, 2001). De kans op geïsoleerde introducties van *T. radicans* blijft aanwezig zolang er handelaren zijn die zaden of planten naar Nederland willen verzenden. Nieuwe introducties door tuinliefhebbers kunnen immers resulteren in secundaire verspreiding van de soort in Nederland.

In de literatuur zijn enkele gevallen beschreven van geïsoleerde introducties van *T. radicans* buiten het oorspronkelijke verspreidingsgebied, door mensen. De soort wordt aangeplant als sierplant of medicinale plant (Francis, 2003). Voorbeelden van het aanplanten van stekken van *T. radicans* in privétuinen zijn bekend uit Nederland, Wales en Duitsland (Schauder *et al.*, 2006; RIVM, 2014; Walker *et al.*, 2003). Deze gevallen zijn gedocumenteerd omdat tuinliefhebbers zich met symptomen van contact dermatitis hebben gemeld bij medische centra (Matthews *et al.*, 2015).

Uit het onderzoek naar de ‘online’ handel van *T. radicans* blijkt dat op vijf van in totaal 300 websites zaden of planten worden aangeboden (Matthews *et al.*, 2015). Op dit moment staat de soort bij één Nederlandse kwekerij op de online verkoopp lijst (Plantago, 2015). Bij navraag is echter gebleken dat *T. radicans* hier sinds 2007 niet meer op voorraad is. Via de zoektermen ‘*Toxicodendron radicans* buy’ en ‘*Rhus radicans* buy’ werd één website gevonden, bedoeld voor uitwisseling tussen plantenliefhebbers in de Verenigde Staten, met diverse advertenties van internationale handelaren. Via de zoekterm ‘Poison ivy buy’ werd één Noord-Amerikaanse website gevonden die verzending van hele planten in afgesloten zakken aanbood. Het is echter niet bekend of deze firma ook buiten Noord-Amerika bezorgd. Deze website suggereerde de aanplant van *T. radicans* om potentiële indringers buiten privéterreinen te houden. Via de zoektermen ‘gifsumak te koop’ en ‘*Rhus radicans* buy’ werden geen ‘online’ handelaren gevonden. De analyse met Google.nl van de Nederlandstalige tuinbouwmarkt via internet toont dat *T. radicans* door tenminste twee handelaren wordt aangeboden. Een handelaar in Slowakije kon zowel zaad als planten leveren. Eén botanische tuin in Nederland had zaad in de collectie. Het zaad was in 2010 geproduceerd, maar nooit verkocht. Waarschijnlijk is dit zaad nu niet meer kiemkrachtig.

Geen enkele handelaar verstrekke informatie over de milieurisico’s van de soort of het belang om introductie in het wild te voorkomen. Het aantal websites van handelaren met *T. radicans*

in het assortiment valt in het niet bij het aantal Engelstalige en Nederlandstalige websites dat de potentiële gezondheidseffecten van contact met de plant beschrijft. Verder werd een groot aantal websites gevonden dat geneeskrachtige extracten van *T. radicans* te koop aanbiedt. Voor de goede orde wordt opgemerkt dat bij resultaten van Google-zoekmachines altijd sprake kan zijn van vertekening door commerciële uitbating van internetprotocoladres-gebonden internetgebruik en zoekgedrag.

Uit een enquête bij beheerders van botanische tuinen in Nederland blijkt dat vijf tuinen *T. radicans* in hun collectie hebben (Tabel 3.1; Matthews *et al.*, 2015). De Botanische Tuin Delft heeft de soort in 2014 tijdens de tentoonstelling Plaagplanten in een kooi getoond, maar na afloop van de expositie verwijderd.

Tabel 3.1: Botanische tuinen in Nederland met Gifsumak (*Toxicodendron radicans*).

Naam	Plaats	Aantal planten	Zaad-productie	Kiem-planten	Opmerking
Botanische Tuin Utrecht	Utrecht	1	Ja	Nee	Met waarschuwbordjes
Botanische Tuin Delft	Delft	0	Nee	Nee	Aanwezig geweest tijdens de tentoonstelling 'Plaagplanten' in 2014 maar planten zijn daarna verwijderd
Botanische Tuin Leiden	Leiden	1	?	?	
Hortus Botanicus Amsterdam	Amsterdam	1	?	?	1 van 2 planten recent verwijderd
Openluchtmuseum Arnhem	Arnhem	2	?	?	1 of 2 planten, worden op dit moment verwijderd
Hortus Alkmaar*	Alkmaar	1	Nee	Nee	Met waarschuwbordjes

*Heeft oude zaden in verkoop, echter nooit verkocht en mogelijk niet meer kiemkrachtig.

Conclusie

De kans op (on)bewuste introducties van *T. radicans* in Nederland wordt beoordeeld als laag tot matig. Regulering van de import en verkoop van zaden en planten door Nederland of de Europese Unie is een mogelijkheid om de kans op introducties te minimaliseren.

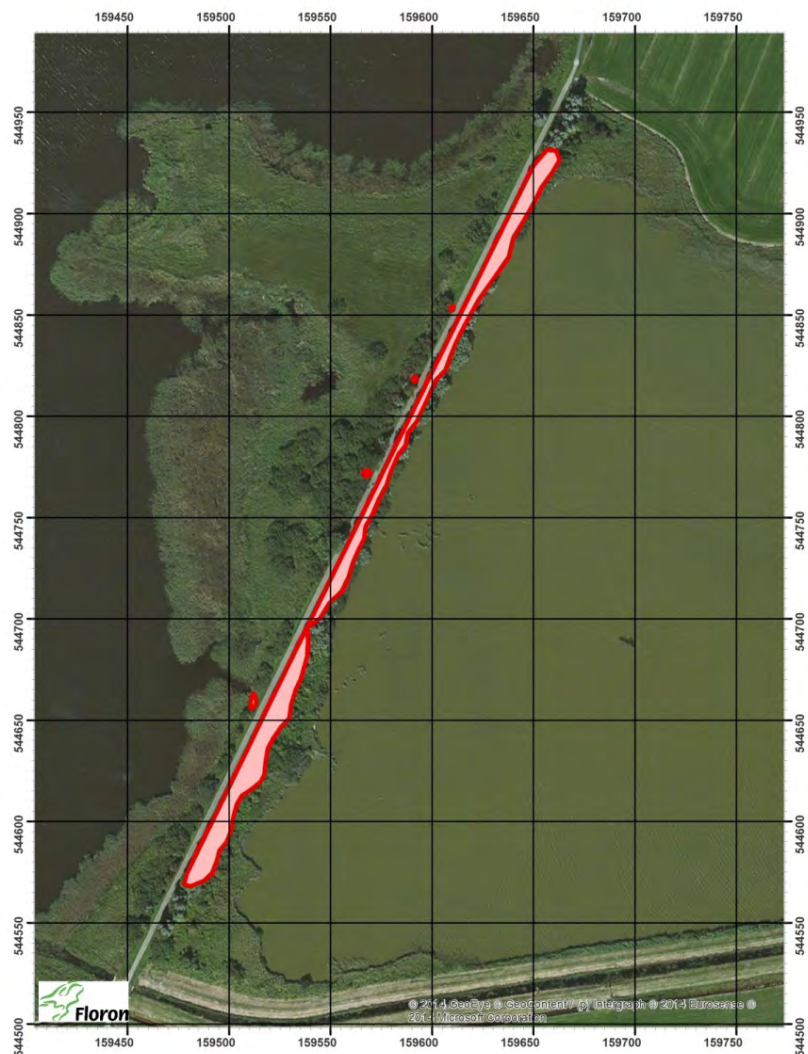
3.2 Waarschijnlijkheid van vestiging

3.2.1 Verspreiding in Nederland

T. radicans is op één plaats in Nederland ingeburgerd, in de Gemeente Sudwest Fryslân in het zuidwesten van de provincie Friesland (Figuur 3.1 en 3.2). Enkele oudere waarnemingen uit de provincie Noord-Brabant blijken foutieve determinaties en zijn daarom niet in beschouwing genomen. Het tijdschrift Nederlands Kruidkundig Archief vermeldt een mogelijke vondst uit 1904 van *T. radicans*, verzameld als '*Rhus toxicodendron*?' nabij Lonneker in de provincie Overijssel (Goethart, 1905). Het vraagteken in de melding geeft aan dat er twijfel bestond over de determinatie. Recente waarnemingen uit deze omgeving ontbreken en omdat de kilometerhokken rondom de locatie recent goed zijn onderzocht is het onwaarschijnlijk dat de soort hier (nog) voorkomt.

De vindplaats in Friesland ligt op de Vangdijk, tussen de meren Morra en Vogelhoek. De soort is in 1919 geplant om de dijk te versterken (Van der Ploeg, 1966). De plant groeide in 1965 overvloedig over de gehele lengte van de oostelijke zijde van de dijk (Van der Ploeg,

1966). Uit een onderzoek in oktober 2009 bleek dat de plant nog steeds abundant was op de oostelijke zijde, maar ook op één plek op de westzijde van de dijk voorkwam (Weijs & van Valkenburg, 2009). Tijdens een bezoek aan deze groeiplaats in oktober 2014 bleek *T. radicans* op vier locaties aan de westzijde van de dijk te groeien. Zowel mannelijke als vrouwelijke planten zijn aanwezig. De dijkhelling en de basis van de dijk zijn begroeid met struweel van vooral meidoorns en wilgen. *T. radicans* groeit over een lengte van meer dan 400 meter over de bodem en klimt lokaal tot meer dan vijf meter in de meidoorn- en wilgenbomen. De totale oppervlakte die is begroeid met *T. radicans* wordt geschat op 0,11 ha (Figuur 3.1). De bermen aan weerszijde van het fietspad worden regelmatig door de gemeente gemaaid en zijn merendeels vrij van *T. radicans*. Aan de westzijde van het fietspad groeit *T. radicans* alleen over de grond. Er zijn geen aanwijzingen voor verdere uitbreiding of groei in de directe omgeving van de Vangdijk.



Figuur 3.1: Verspreiding van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) op en langs de Vangdijk bij Hemelum op 7 oktober 2014 (Grid: 50 x 50 m; begrenzing van groeiplekken in rood).

Conclusie

Het huidige verspreidingspatroon van *T. radicans* wordt gekenmerkt door een beperkte verspreiding van één geïsoleerde populatie (Figuur 3.2).



Figuur 3.2: Verspreiding van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in Nederland (Databronnen: Matthews *et al.*, 2015; bijlage 1).

3.2.2 Habitat en fysiologische toleranties

Op de Vangdijk wortelt de soort niet in de meest vochtige delen op de oever van het meer. Bovenop de dijk wordt de vegetatie gemaaid. In deze relatief droge situatie is *T. radicans* nog steeds aanwezig met zeer korte scheuten (Figuur 3.3).



Figuur 3.3: De Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in de relatief droge, regelmatig gemaaide berm van het fietspad op de Vangdijk, Friesland (Foto: R. Beringen).

In het oorspronkelijke verspreidingsgebied vestigt *T. radicans* zich in bossen en graslanden, op de oevers van poelen en meren, oevergebieden langs rivieren, tijdelijk geïnundeerde gebieden, moerassen, dorre vlakten, hellingen, kliffen, rotsachtige berggruggen en stedelijk gebied, zoals parken, wegbermen, tuinen, spoorbermen en onbeheerde overhoekjes.

(Francis, 2003; NIOSH, 2014; USDA Forest Service, 2014). De soort groeit overvloedig indien dergelijke biotopen laag zijn gelegen. De abundantie is vaak hoog in bosranden en op kapvlakten als gevolg van de hogere temperatuur, een lagere relatieve luchtvochtigheid, een verhoogde windturbulentie en een hogere geschiktheid van de vegetatie voor klimplanten (USDA Forest Service, 2014).

Tabel 3.2 geeft een overzicht van fysiologische toleranties van *T. radicans*.

Tabel 3.2: Fysiologische toleranties van Gifsumak (*Toxicodendron radicans*).

Parameter	Data oorsprong	Waarden	Referenties
pH	Verenigde Staten	3,6 - 6,5	Artigas & Boerner (1989); Gilliam & Christensen (1986); Gillis (1971)
Gemiddelde jaar-temperatuur (°C)	Verenigde Staten	4,0 - 22,0	Abrahamson <i>et al.</i> (1984); Francis (2003); Vincent <i>et al.</i> (1986)
	Nederland ¹	6,1 - 13,8	KNMI (2014a)
	Nabij Vangdijk ²	7,2 - 12,6	KNMI (2014a)
Jaarlijkse regenval (mm)	Noord-Amerika	391 - 1572	Egler (1952); Francis (2003)
	Nederland ³	725 - 975	KNMI (2014a)
	Nederland ¹	805	
	Vangdijk ³	825-850	
Substraat	Noord-Amerika	klei, zavel, leem en zand	Brockway <i>et al.</i> (2009); Francis (2003); Freeman & Dick-Peddie (1970); Gilliam & Christensen (1986); Hamilton & Limbird (1982)

¹: langjarige gemiddelden, tijdvak 1981-2010, 15 meetstations (LH15); ²: Stavoren, langjarige gemiddelden, tijdvak 1981-2010; ³: langjarige gemiddelden, tijdvak 1981-2010, data-interpolatie.

Temperatuur

T. radicans lijkt te groeien bij een grote variatie aan temperatuurregimes, aangezien het oorspronkelijke verspreidingsgebied in Noord-Amerika zich uitstrekt van het zuiden van Canada, via de Verenigde Staten tot Mexico. De plant is in staat om te groeien in semi-aride (Hladek, 1971; Tolstead, 1942), vochtige (Robertson *et al.*, 1978; Weber, 1990), subtropische en tropische regio's van de Verenigde Staten (USDA Forest Service, 2014). Toch is *T. radicans* gevoelig voor extreme kou. In Canada sterven horizontale wortels en opgroeiende stengels vaak in de winter af (Mulligan & Junkins, 1977; USDA Forest Service, 2014). Veel andere houtige, liaanachtige soorten van gematigde streken hebben speciale aanpassingen om bevrozing met als uiteindelijk gevolg schade of het sterven van de plant te voorkomen (Schnitzer, 2005; Sperry *et al.*, 1987). In gematigde bossen vormt *T. radicans* relatief laat in het voorjaar bladeren, terwijl bladval veel eerder in de herfst optreedt dan bij de bomen waar de soort in klimt. Dit heeft vermoedelijk te maken met de gevoeligheid voor bevrozing en resulteert in een relatief kort groeiseizoen, vergeleken met veel andere bomen en struiken (Schnitzer, 2005; Stiles, 1982). *T. radicans* heeft een groeiseizoen van 150 dagen in het noordelijke deel van zijn verspreidingsgebied bij een gemiddelde jaartemperatuur van 5,3 °C (Francis, 2003). De gemiddelde jaartemperatuur van het oorspronkelijke verspreidingsgebied in de Verenigde Staten en het zuiden van Canada ligt tussen 4,0 en 22,0 °C (Abrahamson *et al.*, 1984; Vincent *et al.*, 1986). De langjarige gemiddelde jaartemperatuur (1981-2010) in Stavoren (meest dichtbijgelegen meetstation ten

opzichte van de groeiplaats op de Vangdijk) is 9,9 °C en schommelt tussen 7,2 en 12,6 °C (KNMI, 2014a). De langjarig gemiddelde jaartemperatuur voor Nederland is 10,0 °C en schommelt tussen 6,1 en 13,8 °C (KNMI, 2014a). Deze waarden liggen binnen de minimum en maximum jaargemiddelde temperatuur in het oorspronkelijke verspreidingsgebied. Het gemiddeld aantal vorstdagen in het oorspronkelijke verspreidingsgebied ligt tussen 0 en 111 (Egler, 1952; Ralston, 1960; USDA Forest Service, 2014). Het gemiddeld aantal vorstdagen in Nederland bedraagt 56 dagen per jaar en ligt voor de verschillende meetstations tussen de 20 en 70 dagen (KNMI, 2014a). Voor de Vangdijk in Friesland ligt het gemiddeld aantal vorstdagen tussen de 40 en 45 dagen per jaar (41 voor meest nabij gelegen meetstation in Stavoren). Het gemiddelde aantal vorstdagen in Nederland en op de Vangdijk ligt ruim onder het maximum van het oorspronkelijke verspreidingsgebied.

Substraattyp

T. radicans heeft een voorkeur voor voedselrijke, vochtige, maar goed water doorlatende bodems, hoewel de plant een grote variatie aan voedselrijkdom, vocht en andere milieufactoren tolereert. De plant groeit op klei-, zavel-, leem- en zandbodems (Brockway *et al.*, 2009; Francis, 2003; Freeman & Dick-Peddie, 1970; Gilliam & Christensen, 1986; Hamilton & Limbird, 1982). De soort komt ook voor op plaatsen met overwegend rotsen, stenen of grind (Johnston, 1987; Lauver *et al.*, 1999; USDA Forest Service, 2014).

De bodem van optimale groeiplaatsen op de Vangdijk in Friesland bestaat uit vochtige, zware klei met een humusrijke bovengrond van meer dan 40 cm (Figuur 3.4). Strooisel wordt hier heel goed verteerd, waarschijnlijk als gevolg van het grote aantal aanwezige regenwormen.



Figuur 3.4: Bodemonster van de groeiplaats van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) op de Vangdijk in Nederland (Foto: R. Beringen).

De plant heeft om te klimmen een stabiel oppervlak voor een goede hechting van de klimwortels nodig. Bomen met spleten in de schors bieden optimale mogelijkheden voor hechting van de klimplant (Talley *et al.*, 1996). Boomsoorten met schilferende of verkrumelende schors zijn hiervoor niet geschikt (Stevens, 1987; Talley *et al.*, 1996). Kieming en vestiging van kiemplanten van *T. radicans* wordt onder diverse boomsoorten geremd door allelochemische afweer (Gant & Clebsch, 1975; Talley *et al.*, 1996).

Licht

T. radicans kan in het volle zonlicht groeien, maar is het meest abundant in matig beschaduwde situaties (Francis, 2003; Gillis, 1971; Hayes & Garrison, 1960). Op de

Vangdijk in Friesland is *T. radicans* dominant op niet-beschaduwde plaatsen en minder abundant op sterk beschaduwde plaatsen waar bijvoorbeeld Brede stekelvaren (*Dryopteris dilatata*) en Mannetjesvaren (*Dryopteris filix-mas*) aanwezig zijn (R. Beringen, ongepubliceerde data). Diverse onderzoeken in de Verenigde Staten laten zien dat *T. radicans* een voorkeur heeft voor plaatsen met een niet geheel gesloten kroonlaag, bijvoorbeeld in Minnesota waar de soort maximaal 55% van de oppervlakte bedekt bij een boomkroonbedekking van 22% (USDA Forest Service, 2014). In Zuidwest-Illinois blijkt dat *T. radicans* gevoelig is voor zware beschaduwing (Shotola *et al.*, 1992). *T. radicans* was in een hardhoutbos in Massachusetts meer gebonden aan de bosrand, waarschijnlijk vanwege een grotere beschikbaarheid van licht (Burton *et al.*, 1998). Bovendien werd in de staat New York waargenomen dat *T. radicans* een voorkeur had voor matige (60-85 m²) tot grote (120-190 m²) gaten in de kroonlaag, terwijl in naaldbossen in Missouri een voorkeur voor een kroonlaag met gaten van gemiddeld 210 m² werd gevonden (Anderson & Leopold, 2002; Stambaugh *et al.*, 2002). Aan de andere kant werd een toename van de abundantie van *T. radicans* geregistreerd in een gemengd moerasbos in West-Centraal-Louisiana, terwijl de kroonlaag zich in de loop van 15 jaar sloot. Verder bleek in een gemengd hardhoutbos in New London, Connecticut in 45 jaar geen verandering in de abundantie van *T. radicans* op te treden, terwijl uitval van bomen had geleid tot een toename van licht op de bodem (Allen *et al.*, 2004; Goslee *et al.*, 2005; USDA Forest Service, 2014).

De ondersoort *T. radicans* ssp. *radicans* is beter dan andere ondersoorten in staat om te overleven in bossen met een gesloten kroondak, door groter vermogen om in boomkronen te klimmen en zo het licht op te zoeken (Ladwig & Meiners, 2010; USDA Forest Service, 2014). Houtige klimplanten in noordelijke loofbossen dragen echter kortere tijd blad dan hun gastheerbomen en zijn daarom niet in staat te profiteren van het beschikbare licht in het vroege voorjaar of late najaar, terwijl concurrerende planten mogelijk wel profiteren van fotosynthese in deze perioden (Harrington *et al.*, 1989; Schnitzer *et al.*, 2008).

Nutriënten

T. radicans groeit onder zowel voedselrijke als voedselarme omstandigheden, maar heeft een voorkeur voor voedselrijke omstandigheden (Francis, 2003). In Florida, Verenigde Staten, is *T. radicans* een belangrijke soort in bossen met *Taxodium distichum* var. *distichum* op fosfaatrijke bodems (Nessel & Bayley, 1984). De plant was dominant in de struiklaag van een bosgemeenschap op voedselarme tot matig voedselrijke zandbodems in Wisconsin (Verenigde Staten) (Kotar *et al.*, 1988). *T. radicans* lijkt een voorkeur te hebben voor calciumrijke bodems. In Noord-Centraal-Florida is de abundantie van *T. radicans* hoger in opstanden met *Taxodium ascendens* en een hoog calciumgehalte in de bodem (USDA Forest Service, 2014). In het laboratorium kunnen zaden onder calciumarme omstandigheden wel kiemen, maar gaan de kiemplanten snel dood (Gillis, 1971).

pH

Volgens diverse auteurs komt *T. radicans* voor in zowel (extreem) zure als matig basische bodems, maar groeit de soort het best in bodems met neutrale tot licht zure pH-waarden (Artigas & Boerner, 1989; Francis, 2003; Gilliam & Christensen, 1986; Gillis, 1971). De beschikbare meetgegevens van pH-waarden van de bodem op groeiplaatsen in het oorspronkelijke verspreidingsgebied liggen tussen pH 3.6 en 6.5 (Artigas & Boerner, 1989; Gilliam & Christensen, 1986; Gillis, 1971). Gegevens over de pH van de bodem op Vangdijk

in Friesland ontbreken, maar de kleiige bodem met goede strooiselafbraak is naar alle waarschijnlijkheid goed gebufferd.

Neerslag

In de Verenigde Staten en Canada komt *T. radicans* voor op plaatsen met een gemiddelde jaarlijkse neerslag van 391 tot 1572 mm (Tabel 3.2; Egler, 1952; Francis, 2003). De langjarig gemiddelde neerslag in Nederland over de periode 1981-2010 is 805 mm en deze waarde schommelt voor de verschillende meetstations tussen 725 en 975 mm (Tabel 3.2; KNMI, 2014a). Voor de Vangdijk in Friesland ligt de gemiddelde jaarlijkse neerslag tussen 825 en 850 mm (data-interpolatie; KNMI 2014a). Deze waarden liggen binnen de minimum- en maximumwaarden voor de gemiddelde jaarlijkse neerslag in het oorspronkelijke verspreidingsgebied. De soort is gevoelig voor verdroging (Faulkner *et al.*, 1989; Yurkonis & Meiners, 2006). Na een extreme droogteperiode in Tennessee (VS) was het aantal groeiplaatsen met de helft gereduceerd (Faulkner *et al.*, 1989). In New Jersey is een afname van de bedekking van *T. radicans* waargenomen in voormalige graslanden als gevolg van droogte. Twee jaar na de droogte was de bedekking weer volledig hersteld (Yurkonis & Meiners, 2006).

Inundatie

T. radicans lijkt tolerant voor inundatie. In de moerassen van Florida, bijvoorbeeld, overleeft de soort inundatie en tolereert brak water (Francis, 2003). Bovendien kan inundatie de groei stimuleren nadat het waterpeil is gezakt en nadat eerst een afname van *T. radicans* heeft plaatsgevonden. Twee jaar na inundatie-experimenten in *Acer rubrum-Fraxinus pennsylvanica* moerasboscompartimenten in New York (Verenigde Staten) bleek de abundantie bijvoorbeeld lager te zijn in behandelde locaties dan in onbehandelde locaties. Achttien jaar na inundatie was echter de abundantie van *T. radicans* hoger dan in de onbehandelde locaties (Deller & Baldassare, 1998). Verder bleek dat in hardhoutbos langs de Mississippi in Louisiana (Verenigde Staten) na een inundatie van 105 dagen alle geheel overstromde planten van *T. radicans* stierven, terwijl de planten met bladeren boven water overleefden. De stengels van overlevende planten liepen fors uit na het zakken van het water en 43 dagen na de inundatie was de bedekking van *T. radicans* hoger dan ervoor, ook al waren de verschillen niet statistisch significant (Noble & Murphy, 1975). In Noord-Centraal Florida (Verenigde Staten) nam *T. radicans* af in opstanden met *Taxodium ascendens* met toenemende inundatiediepte (USDA Forest Service, 2014).

Klimaatverandering

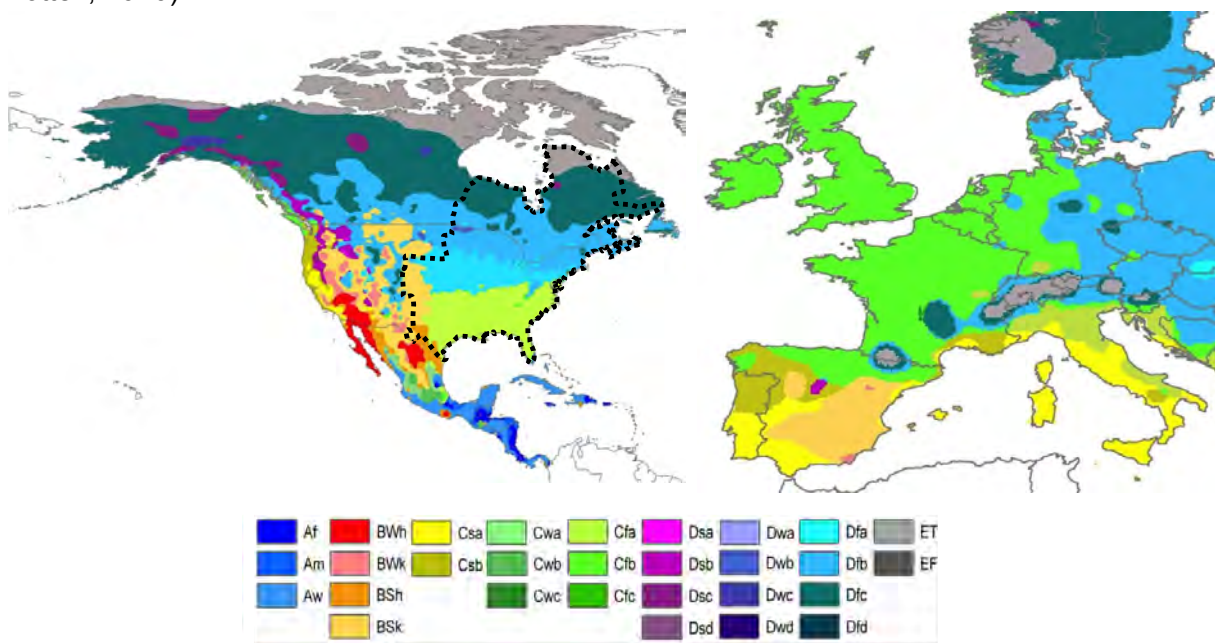
T. radicans zou kunnen profiteren van hogere temperaturen en koolstofdioxidegehalten die samenhangen met klimaatverandering (Londré & Schnitzer, 2006; Schnitzer *et al.*, 2008). Onder experimenteel verhoogde niveaus van koolstofdioxide bleken zelfs kleine veranderingen (100 mmol/mol) te resulteren in een verhoogde fotosynthese, efficiënter watergebruik, meer groei en hogere biomassa van de populatie van *T. radicans*. Dit suggereert dat het verspreidingsvermogen en de capaciteit om te herstellen van begrazing zouden kunnen verbeteren door toename van atmosferische koolstofdioxidegehalten. Bovendien produceren planten onder invloed van een verhoogd koolstofdioxidegehalte ook meer urushiol, hetgeen betekent dat *T. radicans* daardoor giftiger kan worden (Mohan *et al.*, 2006; USDA Forest Service, 2014; Ziska *et al.*, 2007). Veldwaarnemingen suggereren dat klimplanten in vergelijking met bomen waarschijnlijk meer profiteren van een toename van atmosferische koolstofdioxide (Belote *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2002). Klimplanten kunnen

meer energie besteden aan de productie van bladmateriaal dan aan houtige ondersteunende structuren (Sasek & Strain, 1990; Tsugawa *et al.*, 1980), resulterend in een competitief voordeel (Ziska *et al.*, 2007).

Wereldwijd zijn de atmosferische koolstofdioxidegehalten in de laatste 150 jaar met 40% toegenomen, waarbij bijna 60% van deze toename heeft plaatsgevonden na 1958 (Keeling & Whorf, 2005; Schnitzer *et al.*, 2008). Ook de gemiddelde wintertemperatuur is toegenomen met 2,4 °C. Ondanks deze veranderingen is *T. radicans* de enige liaansoort die gedurende de afgelopen 45 jaar significant in abundantie is afgenomen in gemengde hardhoutbossen van Wisconsin (USDA Forest Service, 2014). Bovendien vermelden Forrester *et al.* (2006) dat de grondbedekking van de plant tussen 1967 en 1986 van bijna 10% naar 1% is afgenomen in oerbos aan de kust van New York in de Verenigde Staten (Schnitzer *et al.*, 2008). Het voorgaande suggereert dat *T. radicans* wordt belemmerd door andere factoren dan kooldioxidegehalten, zoals toename van hertenpopulaties, lichtbeschikbaarheid of koude winters.

3.2.3 Klimaat en biogeografische vergelijking

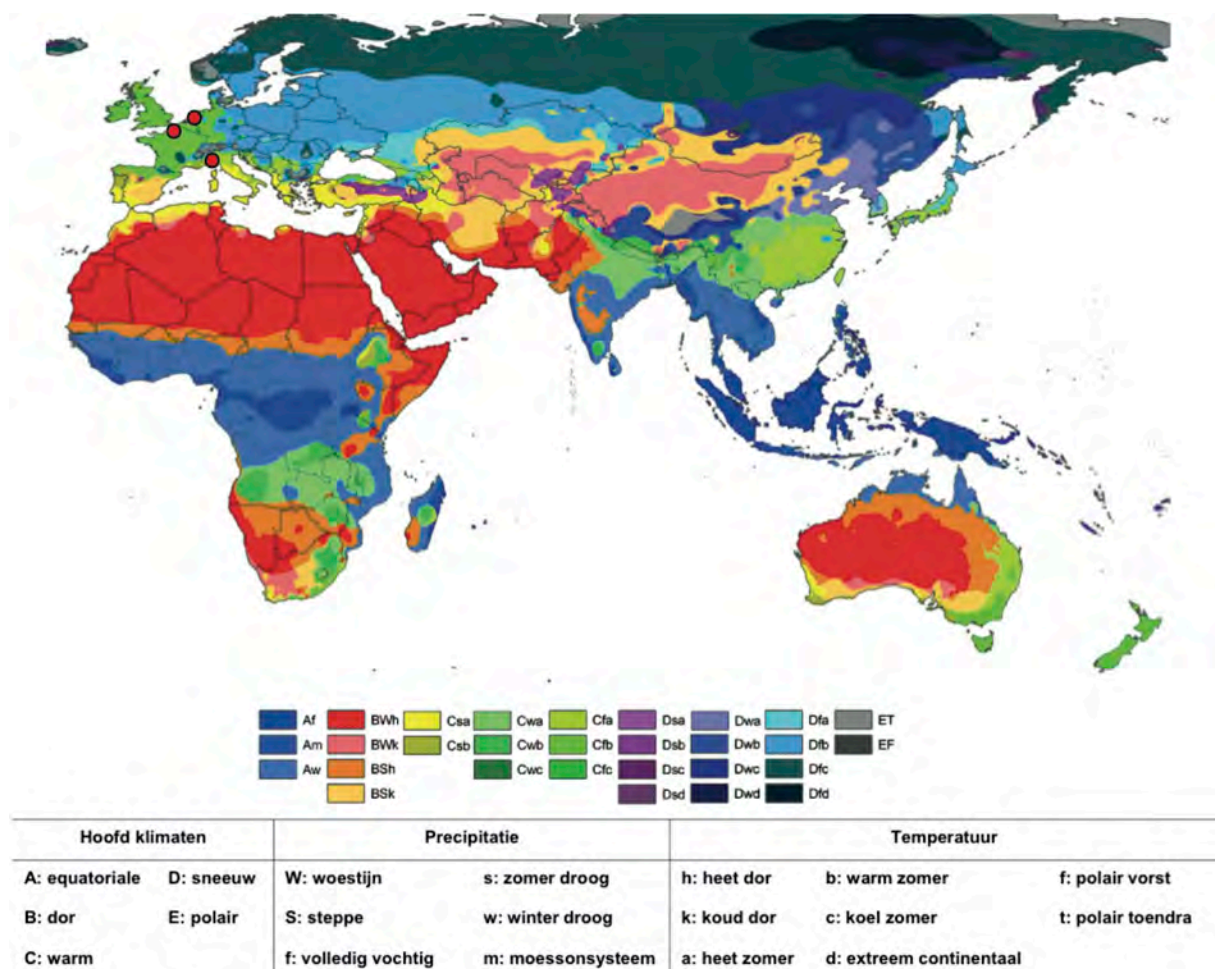
Het klimaat en de biogeografische regio's van Nederland zijn vergeleken met het oorspronkelijke en uitheemse verspreidingsgebied van *T. radicans*. Hiervoor is gebruik gemaakt van kaarten met de Koppen-Geiger klimaatclassificatie die zijn gebaseerd op data van de Duitse weerdienst (Global Precipitation Climatology Centre; GPCC) en de Climatic Research Unit (CRU) van de Universiteit van East Anglia (Verenigd Koninkrijk) (Rubel & Kottek, 2010).



Hoofd klimaten		Precipitatie		Temperatuur		
A: equatoriale	D: sneeuw	W: woestijn	s: zomer droog	h: heet dor	b: warm zomer	f: polair vorst
B: dor	E: polair	S: steppe	w: winter droog	k: koud dor	c: koel zomer	t: polair toendra
C: warm		f: volledig vochtig	m: moessonsysteem	a: heet zomer	d: extreem continentaal	

Figuur 3.5: Het klimaat van het oorspronkelijke verspreidingsgebied (•••••) van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in de Verenigde Staten en Canada in vergelijking met Nederland (Cfb- en Dfb-regio). Gewijzigd naar Peel *et al.* (2007a,b).

De klimaatregio's zijn gebaseerd op drie elementen: hoofdklimaat, neerslag en luchttemperatuur. Nederland ligt grotendeels in de Cfb-regio, die wordt gedefinieerd als warm gematigd, hoge luchtvochtigheid en met een warme zomer. De Cfb-classificatie van Nederland komt overeen met die van twee relatief kleine gebieden in het oorspronkelijke verspreidingsgebied van *T. radicans* in Noord Amerika (Figuur 3.5; de twee gebieden zijn alleen zichtbaar als de figuur sterk wordt vergroot; Rubel & Kottek, 2010; <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>). Een klein gebied in het oosten van Nederland is geclassificeerd als Dfb-regio (sneeuw, hoge luchtvochtigheid en met een warme zomer) en komt wat betreft klimaatomstandigheden overeen met het grote middendeel van het oorspronkelijke verspreidingsgebied. Binnen het oorspronkelijke verspreidingsgebied zijn ook nog meerdere regio's met extremere klimaatomstandigheden te onderscheiden. De regen-, sneeuw-, droogte- en temperaturomstandigheden in Nederland vallen binnen de bandbreedte van de klimaatregio's in het oorspronkelijke verspreidingsgebied.



Figuur 3.6: Ligging van gebieden (Cfb en Dfb regio's) met een vergelijkbaar klimaat als Nederland en gebieden waar de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) met zekerheid is ingeburgerd (rode stippen; Matthews *et al.*, 2015). Gewijzigd naar Peel *et al.* (2007a,b).

T. radicans is ook geïntroduceerd en gevestigd in Frankrijk en Italië (Figuur 3.6). De Franse locatie is klimatologisch vergelijkbaar met Nederland volgens de Köppen-Geiger classificatie.

Het klimaat lijkt een grote invloed te hebben op de groeivorm van *T. radicans*. De groeivorm is bepalend voor het ecologische effect van de soort. In het merendeel van de oostelijke en centraal-westelijke regio's van de Verenigde Staten heeft *T. radicans* de groeivorm van een

grote houtige klimplant. Daarentegen groeit de plant in het noorden van zijn verspreidingsgebied in de Verenigde Staten en in het zuiden van Canada alleen als lage, kruipende slingerplant (Voss, 1985).

Conclusie

De bodem- en klimaatomstandigheden in Nederland komen overeen met de milieuomstandigheden in delen van het oorspronkelijke verspreidingsgebied van *T. radicans*. De verspreiding van de soort in Nederland is beperkt tot één geïsoleerde populatie op de Vangdijk in Friesland, ondanks het feit dat de soort daar al in 1919 is aangeplant. De redenen voor de beperkte verspreiding in Nederland zijn niet duidelijk. Mogelijk is de combinatie van beperkte introductiedruk en een gering verbreidingsvermogen hier debet aan. De waarschijnlijkheid van succesvolle vestiging na introductie in Nederland wordt echter beoordeeld als ‘hoog’.

3.3 Waarschijnlijkheid van verspreiding

In het oorspronkelijke verspreidingsgebied zet *T. radicans* zaad af dat onder de plant kiemt of door dieren wordt verspreid (USDA Forest Service, 2014). Dieren die vruchten en zaden eten zijn van groot belang voor de primaire verspreiding van de zaden (Tabel 3.3).

In het Noord-Amerikaanse verspreidingsgebied eten tenminste 75 vogelsoorten de vruchten en zaden van *T. radicans*. Belangrijke soorten zijn: de Wilde kalkoen (*Meleagris gallopavo*), de Noordelijke boomkwartel (*Colinus virginianus*), het Kraaghoen (*Bonasa umbellus*) en Stekelstaarhoen (*Tympanuchus phasianellus*) (Baird, 1980; Hayes & Garrison, 1960; Hunter, 2000; Krefting & Roe, 1949; Mulligan & Junkins, 1977; USDA Forest Service, 2014). Verspreiding van *T. radicans* door vruchtenetende vogels vindt vooral plaats naar plekken onder takken van bomen in bosranden omdat die vogels daar vaak de vruchten opeten en uitwerpselen met zaad laten vallen (Hardin, 1988; Londré & Schnitzer, 2006). De kieming van zaden afkomstig uit uitwerpselen van *B. umbellus* verschilt niet van zaden die rechtstreeks van de planten afkomen.

Tabel 3.3: Mogelijke vectoren en mechanismen voor de verspreiding van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in Nederland.

Vector / mechanisme	Geografische locatie	Voorbeelden en relevante informatie	Referenties
Vegetatieve vermeerdering	Nederland	De planten lijken zich in Friesland alleen vegetatief te hebben vermeerderd via onder- en bovengrondse uitlopers, maar produceren wel zaden	Weijs & Van Valkenburg (2009)
Vogels	Noord-Amerika	Via wortelvormende uitlopers	Jacobs <i>et al.</i> (2013)
	Noord-Amerika	Zaden hebben na eten en uitpoepen door het Kraaghoen (<i>Bonasa umbellus</i>) dezelfde kiemkracht als zaden die direct van de plant komen	Malmberg & Willson (1988); Schneider & Sharitz (1988); Stiles & White (1986); Vazquez & Givnish (1998)
Zoogdieren	Noord-Amerika	Eekhoorns lijken een belangrijke vector voor zaadverspreiding door het laten vallen van vruchten	Penner <i>et al.</i> (1999); Schneider & Sharitz (1988); Stiles & White (1986); Vazquez & Givnish (1998);
Hydrochorie	Noord-Amerika	Zaadverspreiding door stromend water	Schneider & Sharitz (1988)
Handel	Nederland, Slowakije, Noord-Amerika	Internethandel, planten verzonden via de post, bulk transport	Matthews <i>et al.</i> (2015)
Hobbyisten	Noord-Amerika	Planten ruilen en verkopen	Matthews <i>et al.</i> (2015)

De bladeren, stengels en vruchten worden ook gegeten door zoogdieren zoals beren, herten, elanden, vossen, bosmarmotten, muskusratten, konijnen, eekhoorns, houtratten en muizen (Halls, 1977; Hunter, 2000; Nixon *et al.*, 1970; Penner *et al.*, 1999; Swihart, 1990; Terrel, 1972; USDA Forest Service, 2014). Knaagdieren eten veel vruchten en zaden die andere zoogdieren en vogels laten vallen (Hulme, 1998; Kollmann, 2000). Uit een Canadese studie blijkt dat het Kraaghoen (*Bonasa umbellus*), de Amerikaanse Rode eekhoorn (*Tamiasciurus hudsonicus*) en de Grijze eekhoorn (*Sciurus carolinensis*) zich vaak voeden met vruchten van *T. radicans* (Baird, 1980; Hayes & Garrison, 1960; Hunter, 2000; Krefting & Roe, 1949; Mulligan & Junkins, 1977; USDA Forest Service, 2014). Eekhoorns verwijderden het exo- en mesocarp van vruchten en eten vervolgens de zaden. Eekhoorns zijn belangrijke 'zaadpredatoren' maar worden ook gezien als effectieve vectoren voor zaaddispersie omdat zij vruchten verliezen op weg naar hun eet- of voorraadplekken (Penner *et al.*, 1999).

T. radicans plant zich vegetatief voort door middel van onder- en bovengrondse uitlopers die wortels vormen (Jacobs *et al.*, 2013). De soort domineert in de ondergroei van de vegetatie op de locatie aan de Vangdijk in Friesland en lijkt zich onder het fietspad door vegetatief te hebben verspreid naar een aangrenzende berm (Weijs & Van Valkenburg, 2009; Ongepubliceerde waarneming R. Beringen, 2014). Elk jaar staan over de gehele lengte van de dijk planten in bloei en worden er vruchten gevormd. In Europese gebieden met gematigd klimaat zijn vruchtenetende vogels de belangrijkste dispersievector van plantensoorten met vlezig vruchten (Kollmann, 1994; 2000). Ondanks rijke vruchtproductie blijkt *T. radicans* onaantrekkelijk te zijn voor de lokale vruchtenetende vogels (Weijs & Van Valkenburg, 2009). De vruchten van *T. radicans* zijn niet vlezig. Vogelwaarnemers hebben op de Vangdijk nooit waargenomen dat de vruchten van *T. radicans* worden gegeten door vogels hoewel Merels en andere lijsterachtigen wel vaak in de Meidoorns zitten (persoonlijke communicatie: S. Rintjema, It Fryske Gea). De aanwezigheid van vruchten uit het voorgaande jaar ondersteunt het vermoeden dat de vruchten niet worden gegeten.

Voorts fungeert stromend water als natuurlijke dispersievector van *T. radicans* (Schneider & Sharitz, 1988; Vazquez & Givnish, 1998).

Conclusie

T. radicans heeft zich de afgelopen 100 jaar minimaal verspreid buiten de locatie op de Vangdijk waar hij oorspronkelijk is aangeplant. Recent heeft de soort zich gevestigd op plekken op circa vijf meter afstand van de originele groeiplaats. Deze nieuwe plekken zijn waarschijnlijk bereikt via wortels die onder het fietspad door zijn gegroeid, maar ook vestiging uit zaad is niet uit te sluiten. Zowel mannelijke als vrouwelijke bloemen zijn gezien en kiemkrachtige zaden zijn verzameld op de Vangdijk (Van Valkenburg, ongepubliceerde data). Daarom kan kolonisatie van andere plaatsen via zaadverspreiding niet worden uitgesloten. Ondanks het feit dat de planten veel zaden produceren wordt de waarschijnlijkheid van verspreiding in Nederland beoordeeld als 'laag'. Onbekend is wat de limiterende factoren zijn voor verspreiding van zaad door vogels of zoogdieren.

3.4 Risicovolle gebieden in Nederland

De groeiplaats aan de Vangdijk is geheel gelegen binnen het Natura-2000 gebied 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving', volgens de Europese Habitatrichtlijn en Vogelrichtlijn. De habitats in dit Natura-2000 gebied zijn 'H3150 - Meren met krabbenscheer

en fonteinkruiden' en 'H6430 - Ruigten en zomen'. Moerasmelkdistel (*Sonchus palustris*) is een karakteristieke soort van habitat-type H6430. Enkele individuen van deze soort groeien op de oostelijke zijde van de Vangdijk.

Conclusie

De enige plek waar *T. radicans* in Nederland voorkomt ligt binnen het Natura-2000 gebied 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving'. De soort is hier echter aangeplant.

3.5 Risicobeoordeling en -classificatie met het ISEIA-protocol

3.5.1 Ecologische risicobeoordeling voor huidige situatie in Nederland

Het deskundigenteam heeft voor alle secties van het ISEIA-protocol de risicoscore 'matig' toegekend aan *T. radicans* in de huidige situatie (Tabel 3.3). De totale score voor het milieurisico van de soort bedraagt 8, uit een maximale score van 12. Dit betekent dat *T. radicans* wordt geclassificeerd als een soort voor de **C**-lijst en dus niet in aanmerking komt voor plaatsing op de Aandachts-, Monitor- of Zwarte-lijst. Hieronder wordt de risicobeoordeling nader toegelicht.

Tabel 3.3: Consensus risicoscores en risicobeoordeling voor de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) voor zowel de huidige als toekomstige situatie in Nederland.

ISEIA secties	Consensus score	Risico-beoordeling
Dispersie potentieel of invasiviteit	2	Matig
Kolonisatie van waardevolle en/of beschermde habitats	2	Matig
Negatieve effecten op inheemse soorten	2	Matig
- Predatie / begrazing	n.v.t.	
- Competitie	2	
- Overdracht parasieten en ziekten	n.v.t.	
- Genetische effecten (hybridisatie)	n.v.t.	
Wijzigen van ecosysteemfuncties	2	Matig
- Veranderen nutriëntencycli en hulpbronnen	1	
- Fysische habitatveranderingen	2	
- Veranderen natuurlijke successie	2	
- Verstoring voedselwebben	1	
Milieurisico	8	C - lijst

n.v.t.: niet van toepassing

Dispersie potentieel of invasiviteit

Risicoscore 2: **Matig**. Er is geen informatie beschikbaar waaruit blijkt dat *T. radicans* binnen Nederland zich snel verspreid of invasief is. De huidige verspreiding is beperkt tot één locatie in Nederland, waar de plant in het jaar 1919 is aangeplant. Daarnaast is de soort aanwezig (geweest) in enkele (botanische) tuinen. De soort plant zich in Nederland tot op heden waarschijnlijk alleen vegetatief voort door middel van onder- en bovengrondse uitlopers die

wortels vormen. De soort zet kiemkrachtig zaad. Verspreiding van zaden via vogels of dieren is waarschijnlijk in Nederland niet succesvol. Op basis van de beschikbare informatie achten de deskundigen het daarom niet waarschijnlijk dat de soort zich zonder menselijke activiteiten in afgelegen (natuur)gebieden kan vestigen. De natuurlijke dispersie in Nederland is lager dan 1 km per jaar.

Kolonisatie van waardevolle en/of beschermde habitats

Risicoscore 2: **Matig**. Voor deze risicocategorie is beoordeeld of *T. radicans*, ongeacht zijn dispersiecapaciteit, in staat is om beschermde habitats of waardevolle natuurgebieden te koloniseren. De soort blijkt in Nederland goed in staat zich te handhaven in (botanische) tuinen. De enige plek in het wild die door *T. radicans* is gekoloniseerd (na aanplanting door de mens) ligt binnen het Natura-2000 gebied 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving'. Dit betekent dat de soort niet alleen in staat is om zich te handhaven gebieden met lage natuurwaarden maar zich (in potentie) ook in waardevolle en/of beschermde natuurgebieden kan handhaven. Gelet op het dispersiepotentieel van de soort zal kolonisatie op eigen kracht zeer waarschijnlijk slechts incidenteel of niet optreden. Frequente kolonisatie van beschermde habitats of waardevolle natuurgebieden en bedreiging van beschermde of bedreigde soorten in die gebieden zal waarschijnlijk niet aan de orde zijn.

Negatieve effecten op inheemse soorten

Risicoscore 2: **Matig**. Beoordelingscriteria voor effecten op inheemse soorten zijn: 1) sterke predatie of begrazing, 2) verstoring en competitie, 3) overdracht van ziektes naar inheemse soorten (parasieten of pathogenen), en 4) genetische effecten zoals hybridisatie en introgressie met inheemse soorten. Predatie of begrazing is bij planten niet aan de orde. De literatuurstudie van Matthews *et al.* (2015) heeft geen aanwijzingen opgeleverd voor de introductie en overdracht van parasieten en/of ziektes via *T. radicans* naar inheemse soorten. De criteria gerelateerd aan genetische effecten zijn niet relevant voor Nederland. Hybridisatie of introgressie met inheemse soorten kan niet plaatsvinden omdat er in Nederland geen verwante soorten leven. De score voor deze risicocategorie is daarom alleen gebaseerd op de sub-sectie competitie. In gebieden die klimatologisch niet overeenkomen met Nederland kan *T. radicans* bij optimale milieuomstandigheden sterk competitief zijn (Matthews *et al.*, 2015). Op basis van de groeivorm en relatief hoge abundantie van de soort op de Vangdijk in Friesland concludeert het deskundigenteam dat effecten op inheemse soorten in Nederland niet verwaarloosbaar zijn. Het is echter niet aannemelijk dat de effecten op de abundantie van lokale populaties van één of meer inheemse soorten groter is dan 80 procent. De verwachting is bovendien dat dergelijke effecten reversibel zijn als de populatie wordt verwijderd of beheerd. Daarom is de risicoscore 'matig' van toepassing.

Wijzigen van ecosysteefuncties

Risicoscore 2: **Matig**. De beoordelingscriteria voor effecten op ecosysteefuncties hebben betrekking op 1) modificaties van nutriëntencycli of andere hulpbronnen, 2) fysieke habitatmodificatie, 3) modificatie van natuurlijke successies, en 4) verstoring van voedselwebben. De beschikbare informatie over de effecten van *T. radicans* op ecosysteefuncties heeft vooral betrekking op regio's die klimatologisch gezien niet vergelijkbaar zijn met Nederland (Matthews *et al.*, 2015). Op basis van de waarnemingen op de Vangdijk in Friesland en verwachtingen van de betrokken deskundigen zullen de effecten op hulpbronnen en voedselwebben gering zijn. Door de relatief hoge abundantie en

groeivormen (liaan- en struikvorm) heeft de soort lokaal wel een matig effect op fysieke habitatomstandigheden (lichtonderschepping, lianen in meidoorns en wilgen) en de vegetatiesuccessie (beperken ondergroei en afsterven meidoorn en wilg). Tevens ontstaat door de liaanachtige begroeiing van bomen een grotere kans op windworp.

3.5.2 Ecologische risicobeoordeling voor de toekomstige situatie

Ook voor de toekomstige situatie in Nederland is een risicobeoordeling van *T. radicans* met het ISEIA-protocol uitgevoerd. Daarbij is uitgegaan van de KNMI'14-scenario's voor klimaatverandering (KNMI, 2014b) en ongewijzigd exotenbeleid in Nederland. De betrokken deskundigen verwachten dat klimaatverandering slechts geringe effecten zal hebben op de ecologische risico's van de soort. De risicobeoordeling voor de verschillende secties van het ISEIA-protocol zullen daardoor waarschijnlijk niet veranderen ten opzichte van de huidige situatie (Tabel 3.3.; Totale score milieurisico 8 uit maximaal 12 punten). Dit betekent dat de soort ook voor de toekomstige situatie in Nederland wordt geclassificeerd als een soort voor de **C**-lijst. Hieronder wordt dit oordeel nader toegelicht.

Dispersie potentieel en invasiviteit

Risicoscore 2: **Matig**. De invloed van klimaatveranderingen op het dispersie potentieel en de invasiviteit van *T. radicans* is moeilijk te voorspellen omdat hierbij ook talrijke andere milieufactoren een rol spelen. De deskundigen verwachten niet dat klimaatverandering bij ongewijzigd exotenbeleid significante effecten zal hebben op het dispersie potentieel en de invasiviteit van deze soort in Nederland. Volgens de KNMI'14-klimaatscenario's worden de zomers rond 2050 1,0 tot 2,3 °C warmer (KNMI, 2014b). In de winter kan de gemiddelde neerslag tussen de 3 en 17 procent toenemen. De verwachte omgevingscondities vallen nog binnen de bandbreedte van milieufactoren in het oorspronkelijke verspreidingsgebied. Voorts zijn dergelijke omstandigheden al eerder in extreme klimaatjaren opgetreden en hebben toen niet geresulteerd in een significante toename van de verspreiding van de soort. Er zijn in de literatuur ook geen aanwijzingen gevonden dat toename van het koolstofdioxidegehalte in de lucht invloed heeft op de verspreidingspotentieel. Daarom is het dispersiepotentieel en de invasiviteit van de soort ook voor de toekomstige situatie beoordeeld als 'matig'.

Kolonisatie van waardevolle en/of beschermde habitats

Risicoscore 2: **Matig**. Klimaatverandering heeft waarschijnlijk geen significante invloed op de kolonisatie van waardevolle en/of beschermde habitats door *T. radicans*. Bij ongewijzigd exotenbeleid zal de kans op kolonisatie van deze gebieden in de toekomst vergelijkbaar zijn met de kans in de huidige situatie. Daarom is dit risico ook beoordeeld als 'matig'.

Negatieve effecten op inheemse soorten

Risicoscore 2: **Matig**. Door toename van de temperatuur en het koolstofdioxidegehalte in de lucht zou de productie en competitiekracht van *T. radicans* enigszins kunnen toenemen. Vanwege beperkte verspreidingsmogelijkheden in Nederland verwachten de deskundigen niet dat de soort in staat zal zijn om dominant te worden. Het risico van negatieve effecten op biodiversiteit is ook voor de toekomstige situatie beoordeeld als 'matig'.

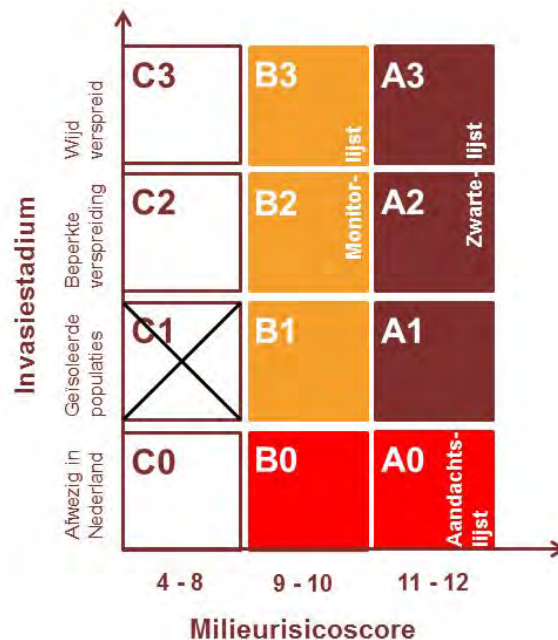
Wijzigen van ecosysteefuncties

Risicoscore 2: **Matig**. Het deskundigenteam verwacht dat klimaatverandering en toename van het koolstofdioxidegehalte in de lucht kunnen resulteren in geringe toenames van de

dichtheid en productie van *T. radicans* in de toekomst. De risico's voor veranderingen in het functioneren van ecosystemen zullen weinig toenemen ten opzichte van de huidige situatie en zijn daarom ook beoordeeld als 'matig'.

3.5.3 Risicoclassificatie voor de huidige en toekomstige situatie

De risicoclassificatie van *T. radicans* voor de huidige en toekomstige situatie in Nederland wordt volgens het ISEIA-protocol bepaald door de (potentiële) milieurisicoscore in combinatie met de verspreiding in Nederland (Tabel 3.3 en Figuur 3.2). De risicoscores voor de afzonderlijke secties van het ISEIA-protocol resulteren voor *T. radicans* in een geaggregeerde milieurisicoscore 8 (uit maximaal 12) voor zowel de huidige als de toekomstige situatie in Nederland (Paragraaf 3.5.1 en 3.5.2). De betrokken deskundigen verwachten dat de toekomstige verspreiding van de soort in Nederland bij ongewijzigd extenbeleid beperkt blijft tot geïsoleerde populaties. De risicoclassificatie van *T. radicans* volgens het BFIS-lijststelsel is dan **C1** (Figuur 3.7). Dit wil zeggen dat het een uitheemse soort betreft die voorkomt in geïsoleerde populaties en niet in aanmerking komt voor plaatsing op de Aandachts-, Monitor- of Zwarte-lijst.



Figuur 3.7: De risicoclassificatie van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) voor zowel de huidige als toekomstige situatie in Nederland volgens het BFIS-lijststelsel.

3.6 Risicobeoordeling en -classificatie met het Harmonia⁺-protocol

Tabel 3.4 geeft een overzicht van de risicobeoordeling van *T. radicans* met behulp van het Harmonia⁺-protocol. Na uitwisseling en discussie over de validiteit van argumenten bereikten de betrokken deskundigen consensus over alle risicoscores. Deze risicoscores zijn van toepassing op zowel de huidige als de toekomstige situatie in Nederland. Conform de risicobeoordeling met het ISEIA-protocol wordt niet verwacht dat de effecten van *T. radicans* significant veranderen door klimaatverandering en bij ongewijzigd extenbeheer in Nederland. Hieronder worden de overwegingen van het deskundigenteam voor de risicoscores voor alle beoordelingscriteria kort toegelicht.

Tabel 3.4: Consensuscores voor de risico's van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in Nederland met het Harmonia⁺-protocol en de mate van zekerheid.

Risicobeoordeling		
Context		
A01. Beoordelaar(s)	Auteurs risicoanalyse voor NWWA	
A02. Soortnaam	Gifsumak (<i>Toxicodendron radicans</i>)	
A03. Gebied	Nederland	
A04. Soortstatus in gebied	Uitheems en gevestigd in het wild	
A05. Risicodomeinen	Milieu en volksgezondheid	
Risicocategorie	Risico	Zekerheid
Introductie		
A06. Waarschijnlijkheid introductie via natuurlijke dispersie	laag	matig
A07. Waarschijnlijkheid onbewuste introducties	laag	matig
A08. Waarschijnlijkheid bewuste introducties	matig*	matig
Vestiging		
A09. Klimaatomstandigheden voor vestiging	optimaal	matig
A10. Habitatomstandigheden voor vestiging	suboptimaal	matig
Verspreiding		
A11. Natuurlijke dispersiecapaciteit voor secundaire verspreiding	laag	matig
A12. Frequentie secundaire verspreiding door mens	laag	matig
Milieu		
A13. Effecten inheemse soorten door predatie, parasitisme of herbivorie	n.v.t.	hoog
A14. Effecten inheemse soorten door competitie	laag	matig
A15. Effecten inheemse soorten door hybridisatie	nee / erg laag	hoog
A16. Effecten inheemse soorten door overdracht parasieten of pathogenen	erg laag	hoog
A17. Effecten integriteit ecosystemen door veranderen abiotiek	matig	matig
A18. Effecten integriteit ecosystemen door veranderen biotiek	laag	matig
Plantenteelt		
A19. Effecten teeltplanten door predatie, parasitisme of herbivorie	n.v.t.	hoog
A20. Effecten teeltplanten door competitie	erg laag	matig
A21. Effecten teeltplanten door hybridisatie	nee / erg laag	matig
A22. Effecten integriteit teeltsystemen	erg laag	matig
A23. Effecten teeltplanten door overdracht parasieten of pathogenen	erg laag	matig
Gedomesticeerde dieren		
A24. Effecten dierenwelzijn of -productie door parasitisme of predatie	n.v.t.	hoog
A25. Effecten dierenwelzijn of -productie door gevaarlijke stoffen	erg laag	hoog
A26. Effecten dierenwelzijn of -productie door overdracht parasieten of pathogenen	n.v.t.	hoog
Volksgezondheid		
A27. Effecten volksgezondheid door parasitisme	n.v.t.	hoog
A28. Effecten volksgezondheid bij contact door gevaarlijke stoffen	hoog	hoog
A29. Effecten volksgezondheid door overdracht parasiten of pathogenen	n.v.t.	hoog
Overige effecten		
A30. Effecten infrastructuur etc.	erg laag	matig

n.v.t.: niet van toepassing; *: potentieel risico is beoordeeld (historische data: < 1 gebeurtenis per decennium = laag)

Introductie in Nederland

De waarschijnlijkheid van natuurlijke introductie van de soort in Nederland vanuit het buitenland (Criterium A06) is beoordeeld als laag. De frequentie daarvan zal veel kleiner zijn dan één keer per 30 jaar omdat de soort niet aanwezig is in grensgebieden en er geen aanwijzingen zijn voor succesvolle zaadverspreiding onder de heersende omstandigheden in Nederland.

De waarschijnlijkheid van onbedoelde introductie van de soort in Nederland door menselijke activiteiten (Criterium A07) is beoordeeld als laag. De kans op introductie door transport vanuit het buitenland waarbij de soort zelf niet het doel is van transport (bijvoorbeeld door meeliften) is lager dan één gebeurtenis per jaar. De gecombineerde kans van bewuste introductie in Nederland en verwildering door (on)bedoelde verspreiding wordt geschat op één tot hooguit enkele gebeurtenissen per decennium, omdat de soort via online shops te koop wordt aangeboden en ook in enkele tuinen aanwezig is. De waarschijnlijkheid van bewuste introductie van de soort in Nederland door menselijke activiteiten (Criterium A08) is daarom beoordeeld als matig. Op basis van de introductiegeschiedenis van de soort in Nederland ligt de gemiddelde introductiedruk over de afgelopen honderd jaar lager dan één gebeurtenis per decennium (Matthews *et al.*, 2015). De waarschijnlijkheid van introductie door bewuste menselijke activiteiten kan derhalve ook worden beoordeeld als laag. De historische gegevens tonen immers aan dat de soort waarschijnlijk meerdere keren bewust is geïntroduceerd in Nederland in (botanische) tuinen, maar slechts in één gedocumenteerd geval van aanplant in het wild is gevonden.

Vestiging

Delen van het oorspronkelijke verspreidingsgebied van de soort komen wat betreft klimaatomstandigheden overeen met Nederland. Daarom wordt het klimaat in Nederland beoordeeld als optimaal (A09). Ook de bodemomstandigheden in Nederland komen overeen met die in het oorspronkelijke verspreidingsgebied. Omdat er zeer waarschijnlijk limiterende factoren zijn voor de succesvolle verspreiding en/of kieming van zaad wordt het beschikbare habitat in Nederland echter beoordeeld als suboptimaal (A10). Voor de goede orde wordt opgemerkt dat dit criterium bij de beoordeling met het ISEIA-protocol is beoordeeld als hoog, omdat planten zich na introductie ook in suboptimaal habitat langdurig kunnen handhaven via vegetatieve vermeerdering.

Verspreiding binnen Nederland

Bij criterium A11 is beoordeeld wat de natuurlijke capaciteit van *T. radicans* is om zich vanuit een gevestigde populatie naar vacante habitatplekken te verspreiden. Hierbij wordt de maximale dispersiesnelheid op basis van jaarlijkse verspreidingsmechanismen beschouwd. Voor de risicobeoordeling mogen verschillende typen data worden gebruikt. In volgorde van preferentie zijn dit A) data over de dispersieafstand, B) data over de uitbreidingssnelheid van het invasiefront, of C) schattingen daarvan op basis van soortkenmerken (zoals grootte en dispersiemechanismen). Ondanks de zetting van kiemkrachtig zaad zijn tot heden geen aanwijzingen of bewijzen gevonden voor succesvolle zaadverspreiding van de soort in Nederland (Matthews *et al.*, 2015). De vegetatieve verspreiding van de soort was de afgelopen decennia gering (hooguit enkele meters). Mogelijk komt dit door de langgerekte groeiplek op de dijk die ligt ingeklemd tussen een meer en een fietspad. Daarnaast vindt hier ook intensief maaibeheer van de bermen langs het fietspad plaats waardoor de vegetatieve verspreiding wordt onderdrukt. De maximale vegetatieve uitbreidingssnelheid van de soort vanuit een fysiek niet begrensde groeiplaats wordt geschat op 10 - 100 m per jaar, hetgeen correspondeert met een laag risico op natuurlijke verspreiding.

Beoordelingscriterium A12 betreft de kans dat een levensvatbaar exemplaar of plantendeel van *T. radicans* vanuit één of meerdere gevestigde populaties in Nederland door de mens bewust of onbedoeld wordt verspreid naar een vacante habitat elders (> 50 km). Deze kans

wordt door het deskundigenteam geschat op minder dan één gebeurtenis per decennium, gelet op de lage tot matige introductiedruk en geringe aanwezigheid van de soort in Nederland en nabij gelegen landen. Conform het protocol is dit risico daarom beoordeeld als laag.

Milieueffecten

Criterium A13 'Effecten inheemse soorten door predatie, parasitisme of begrazing' is niet van toepassing bij de risicobeoordeling van *T. radicans*.

Het effect op inheemse soorten door competitie (criterium A14) is beoordeeld als laag. De concurrentiekracht van de soort is immers beperkt en ook bij wijde verspreiding zal hooguit een beperkte afname in populaties van andere soorten optreden.

De kans dat effecten op inheemse soorten optreden door hybridisatie (criterium A15) is beoordeeld met 'nee / erg laag', omdat in Nederland geen verwante soorten in het wild voorkomen. De beoordelingscategorie 'nee / erg laag' moet in het protocol eigenlijk worden gesplitst.

Er zijn in het literatuuronderzoek geen aanwijzingen gevonden over gezamenlijke parasieten of pathogenen van *T. radicans* en inheemse plantensoorten (Matthews *et al.*, 2015). De kans dat effecten bij inheemse soorten optreden door de overdracht van parasieten en pathogenen (Criterium A16) is daarom beoordeeld als erg laag.

Door de liaanachtige en rechtopstaande groeivormen verandert de vegetatiestructuur en heeft *T. radicans* invloed op abiotische factoren zoals de lichtbeschikbaarheid voor vegetaties. Daardoor kunnen natuurwaarden in het geding komen. Dergelijke effecten worden wel omkeerbaar geacht. Het effect op ecosystemen door veranderen van de abiotiek (Criterium A17) is daarom beoordeeld als matig.

Het effect op ecosystemen door veranderen van de biotiek (Criterium A18) is beoordeeld als laag. Bij de beoordeling van deze effecten moet er vanuit worden gegaan dat de soort wijd verspreid is. Er zullen onder dergelijke omstandigheden altijd veranderingen optreden in de biotiek van groeiplekken, maar deze effecten zijn reversibel. Criterium A18 overlapt enigszins met A14.

Effecten plantenteelt

Het criterium 'Effect op teeltplanten door begrazing of parasitisme' (A19) is niet van toepassing bij de risicobeoordeling van *T. radicans* omdat het een plant betreft die geen parasitaire levenswijze heeft.

Het risico op een effect op teeltplanten door competitie (Criterium A20) is beoordeeld als erg laag. Enerzijds is de concurrentiekracht van *T. radicans* beperkt en anderzijds wordt niet verwacht dat de soort zich op natuurlijke wijze massaal zal kunnen vestigen in teeltsystemen omdat er geen aanwijzingen zijn voor succesvolle verspreiding via zaad.

Het criterium effect op teeltplanten door hybridisatie (A21) is niet relevant. Het protocol biedt in dit geval alleen de mogelijkheid om 'nee / erg laag' in te vullen. Er wordt vanuit gegaan dat geen verwante plantensoorten worden gekweekt in Nederland.

Het effect op teeltplanten door beïnvloeding van de integriteit van teeltsystemen (Criterium A22) is beoordeeld als erg laag. Hierbij spelen dezelfde argumenten als bij criterium A20 een rol.

Het effect op teeltplanten door overdracht van parasieten of pathogenen (Criterium A23) is beoordeeld als erg laag. Er zijn geen aanwijzingen gevonden voor gedeelde pathogenen of parasieten van *T. radicans* en teeltplanten.

Effecten op gedomesticeerde dieren

Criterium A26 'Effect op gezondheid van gedomesticeerde dieren of veeteelt door predatie of parasitisme' is niet van toepassing bij de risicobeoordeling van een plant. De kans op effecten door blootstelling aan gevaarlijke plantenstoffen (A25) wordt door het deskundigenteam erg klein geacht. De meeste zoogdieren zijn immers niet gevoelig voor urushiol (Senchina, 2008a). In de literatuur zijn geen aanwijzingen gevonden voor (potentiële) effecten van *T. radicans* op de gezondheid van individuele dieren of dierproductie door overdracht van pathogenen en parasieten (Matthews *et al.*, 2015). Daarom is criterium A24 niet van toepassing.

Gevolgen volksgezondheid

De bladeren, wortels, bessen en stengels van *T. radicans* bevatten urushiol, een allergeen voor mensen en enkele andere hogere primaten. Urushiol kan als gevolg van verbranding van plantenmateriaal vrijkomen in rook en leidt bij blootstelling daaraan tot longontsteking en gegeneraliseerde dermatitis. Direct contact met de huid leidt bij 80-90% van de bevolking tot allergische contact dermatitis binnen 12 tot 48 uur na blootstelling. Symptomen treden meestal uren tot dagen na blootstelling op en zijn onder meer: zwelling, erytheem (roodheid), vorming van blaasjes en bullae (grote blaren die weefselvocht bevatten). Het wrijven of krabben van de blaren of uitslag kan leiden tot een bacteriële infectie. Op locaties waar de plant wijd verspreid is, behoort *T. radicans* tot de medisch meest problematische planten. In de Verenigde Staten resulteert contact met urushiol jaarlijks tot 350.000 gevallen van contact dermatitis.

Voor Nederland zijn historische gegevens over enkele gevallen van allergische contact dermatitis door blootstelling aan *T. radicans* beschikbaar (Leclercq, 2005; Matthews *et al.*, 2015; RIVM, 2014). Er zijn geen recente meldingen bekend bij de Gezondheidsdienst (GGD) van de provincie Friesland of bij de plaatselijke huisartsenpraktijk nabij de groeilocatie van *T. radicans* (Matthews *et al.*, 2015). De huisartsenpraktijk was echter niet op de hoogte van de aanwezigheid van de soort in de regio, waardoor mogelijk geen verband werd gelegd tussen patiënten met dermatitis symptomen en blootstelling aan plantenmateriaal. Bijna alle ondervraagde botanische tuinen in Nederland, waar *T. radicans* werd gehouden, meldden dat het personeel gezondheidsproblemen ondervond na contact met de plant.

De potentiële risico's voor de volksgezondheid (criterium A28) zijn op basis van de kans-effect matrix in het Harmonia⁺-protocol beoordeeld als hoog. Bij aanraking van plantenmateriaal of inademing van urushiol kunnen immers ernstige gezondheidsklachten optreden. De kans op dergelijke blootstelling is beoordeeld als hoog indien de soort wijd verspreid in Nederland zou voorkomen (bijvoorbeeld tijdens bramenplukken of door aaien van honden die door struiken hebben gelopen). De criteria 'parasitisme op de mens' (A27)

en 'overdracht van pathogenen of parasieten naar de mens' (A29) zijn niet relevant voor de risicobeoordeling van *T. radicans*.

Overige effecten

De consequenties van de soort voor overige beschermingsdoelen zijn beoordeeld als erg laag (Criterium A30). In de literatuur zijn geen aanwijzingen gevonden voor schade aan bijvoorbeeld infrastructuur (Matthews *et al.*, 2015). De kans op dergelijke effecten is daarom beoordeeld als laag en de consequenties zullen waarschijnlijk altijd omkeerbaar zijn.

Soortclassificatie voor de huidige en toekomstige situatie

Tabel 3.5 geeft een overzicht van de risico- en zekerheidsscores die voor *T. radicans* zijn berekend met de online versie van Harmonia⁺. Deze scores hebben waarden tussen 0 en 1. Tabel 3.6 geeft inzicht in de betekenis van de scores in termen van laag, matig of hoog.

Het invasierisico van de soort is geclassificeerd als laag (zekerheid matig), maar de effectscore is hoog (hoge zekerheid). De hoge effectscore is gerelateerd aan de ernstige gezondheidsklachten bij aanraking van plantenmateriaal of inademing van urushiol. Door het lage invasierisico is de geaggregeerde risicoscore van de soort laag (zekerheid is matig).

Tabel 3.5: Risicoscores van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in Nederland en zekerheid daarvan volgens de rekenmethoden van het Harmonia⁺-protocol.

Risicocategorie	Risico	Risicoscore	Zekerheid	Zekerheid ³
Introductie ¹	Matig	0,50	Matig	0,50
Vestiging ¹	Hoog	1,00	Matig	0,50
Verspreiding ¹	Laag	0,25	Matig	0,50
Milieu ¹	Matig	0,50	Hoog	0,75
Plantenteelt ¹	Laag	0,00	Matig	0,60
Veeteelt ¹	Laag	0,00	Hoog	1,00
Volksgesondheid ¹	Hoog	0,75	Hoog	1,00
Overige ¹	Laag	0,00	Matig	0,50
Invasiescore ²	Laag	0,13	Matig	0,50
Effectscore ¹	Hoog	0,75	Hoog	0,77
Risicoscore (Invasie x effect)	Laag	0,09	Matig	0,64

¹: maximum score per categorie; ²: introductie x vestiging x verspreiding; ³: rekenkundig gemiddelde per categorie

Tabel 3.6: Kleurcodes voor risico- en zekerheidsscores voor de risicoclassificatie van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in Nederland volgens de methoden van het Harmonia⁺-protocol.

Kleurcode risico	Risico-classificatie	Risicoscore (RS)	Kleurcode zekerheid	Zekerheid-classificatie	Zekerheid-score (ZS)
	Laag	<0,33		Hoog	>0,66
	Matig	0,33 ≤ RS ≤ 0,66		Matig	0,33 ≤ ZS ≤ 0,66
	Hoog	>0,66		Laag	<0,33

3.7 Opties voor risicomanagement

3.7.1 Preventie van introductie

Bestrijding van de introductie van invasieve plantensoorten bestaat uit een aantal fasen die in de juiste volgorde moeten worden toegepast. De eerste fase richt zich op het voorkomen van de verspreiding van de soort over internationale grenzen. De tweede fase omvat het voorkomen van introductie van planten in de natuur. In de derde fase richt men zich op de preventie van (secundaire) verspreiding vanuit de gekoloniseerde locatie(s) via vectoren.

De belangrijkste route voor introductie van *T. radicans* in Nederland en de verspreiding van de soort is de import en verkoop van planten. Dit kan worden aangepakt door het sluiten van een Convenant (zoals het vigerende Convenant Waterplanten) of een verbod ingevolge de EU Verordening Invasieve Exoten.

Bewustmaking van het publiek is belangrijk met betrekking tot de preventie van verspreiding en het succesvol beheer van een invasieve soort in een gebied. Informatiefolders, persberichten, waarschuwborden en websites met informatie over risico's van uitheemse (invasieve) planten kunnen bijdragen aan het creëren van bewustzijn en draagvlak voor (preventieve) maatregelen bij burgers (Caffrey & O'Callaghan, 2007; Verbrugge *et al.*, 2013, 2014). Instructie en educatie van vrijwillige en professionele waarnemers, zal bijdragen aan vroegtijdige signalering van de soort op nieuwe locaties en meer informatie opleveren over de populatieontwikkelingen. Door het verschaffen van algemene informatie over verspreiding en gevolgen van invasieve exoten en instructies over verspreidingsmogelijkheden kan ook de kans op verspreiding van *T. radicans* en andere invasieve soorten via deze vectoren worden verkleind.

De vroegtijdige opsporing van uitheemse planten, voor ze zich op grote schaal verspreiden, zal bijdragen aan de efficiëntie van uitroeingsmaatregelen (European Commission, 2013). Het beheer in de Verenigde Staten richt zich ook steeds meer op vroegtijdige opsporing en het instrueren van het publiek (Darrin, 2009).

3.7.2 Preventie van gezondheidsrisico's

De risico's voor mensen die beroepsmatig in contact kunnen komen met *T. radicans* (zoals het ontwikkelen van allergische dermatitis en ademhalingsproblemen) kunnen worden beperkt door de onderstaande maatregelen (o.a. Ohio State University, 2006):

- scholing over herkenning van de soort, risico's voor de volksgezondheid en beschermende maatregelen om contact met planten(materiaal) of inademen van urushiol te voorkomen;
- zorg voor geschikte beschermende kleding (zoals lange broek, lange mouwen, handschoenen en gesloten schoenen);
- was kleren en materiaal grondig na een werkdag;
- vermijd kruisbesmetting door werkkleren, materiaal en gereedschap gescheiden te houden;
- neem een douche aan het eind van een werkdag (liever geen bad, omdat urushiol in het badwater komt en de huid daaraan blijft blootgesteld);

- verwijder plantenmateriaal niet door verbranding omdat daarbij urushiol vrijkomt;
- voorkom dat beheermedewerkers en passanten tijdens maai- en snoeiwerkzaamheden geraakt kunnen worden door rondvliegende plantendelen.

Het beheer van de Vangdijk werd in 2014 nog uitgevoerd met een open grasmaaier door plantsoenmedewerkers die geen beschermende kleding dragen. De beherende instanties (It Fryske Gea en de gemeente Súdwest-Fryslân) wordt daarom geadviseerd om bovenstaande maatregelen te treffen.



Figuur 3.9: Waarschuwbord om voorbijgangers en recreanten te attenderen op de aanwezigheid en risico's van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in de berm langs het fietspad op de Vangdijk in Friesland (Foto: R. Beringen; inzet: It Fryske Gea).

Voor de bescherming van mensen tegen blootstelling aan urushiol van *T. radicans* zijn de volgende algemene richtlijnen van belang:

- op groeiplekken in het wild en botanische tuinen informatie geven over herkenning en risico's van de soort, zoals nu al wordt gedaan door It Fryske Gea (Figuur 3.9);
- geef via een duidelijk herkenbare begrenzing (bijvoorbeeld via raster of bordjes) aan waar de planten precies staan;
- adviseer of verplicht het aanlijnen van honden om blootstelling te voorkomen van mensen via honden die met *T. radicans* in aanraking zijn geweest;
- geef advies om bij eventuele besmetting een douche te nemen (liever geen bad, omdat urushiol in het badwater komt en de huid daaraan blijft blootgesteld), secundaire blootstelling vanuit besmette kleren te voorkomen en kleren te wassen;
- geef advies om naar de huisarts te gaan in het geval van huiduitslag na mogelijke besmetting.

Gemeente(n), terreineigenaren en beheerders van botanische tuinen spelen een belangrijke rol spelen bij de uitvoering van deze richtlijnen. Het is van belang dat gezondheidszorgverleners zoals GGD, huisartsen en huisartsenposten op de hoogte zijn van

de aanwezigheid van de soort in hun regio en beschikken over kennis van de medische diagnose en behandelwijze van gezondheidsklachten door blootstelling aan urushiol.

3.7.3 Eliminatie en beheer

Beheer van de Vangdijk in Nederland

De bermen aan beide zijden van het fietspad op de Vangdijk worden ongeveer één keer per maand gemaaid gedurende de periode april tot oktober. Hierdoor blijft de vegetatie op een meter brede strook naast het fietspad op een laag niveau (Figuur 3.10). De gemaaide vegetatie wordt niet weggehaald en blijft achter (J. Koornstra, gemeente Sudwest Fryslân, persoonlijke mededeling). De resultaten tonen dat de bovengrondse groei van *T. radicans* nagenoeg volledig wordt onderdrukt met het huidige beheer.

De strook die verder dan een meter van het fietspad ligt wordt één keer per jaar in juli of augustus gemaaid met een klepelmaaier met een gesloten cabine. Al het gemaaide plantenmateriaal wordt achtergelaten waar het is gemaaid (It Fryske Gea en J. Koornstra, persoonlijke mededeling). In juli 2014 werd een rechtopstaande klepelmaaier gebruikt om de struiken langs het fietspad te snoeien, nadat klachten waren ontvangen over de overhangende vegetatie (waaronder *T. radicans*). Het snoeisel is niet afgevoerd.

Handmatige en mechanische bestrijding

T. radicans heeft lange kruipende, ondergrondse wortelstokken die slechts 10 tot 15 cm diep groeien. De wortels die zich uit de wortelstokken ontwikkelen kunnen tot 3,7 meter diep groeien. De soort kan worden verwijderd door voorzichtig de wortelstokken en wortels uit te graven. Verwijdering met een ploeg of met de hand kan echter leiden tot fragmenten die weer kunnen uitgroeien, waardoor de vegetatie zich weer herstelt. Na het handmatig verwijderen van planten moet de gecreëerde open plek worden gemonitord om eventuele uitgroeitijdig te identificeren. Uitgroeit van fragmenten kan worden voorkomen door het gebied te bedekken met een ondoorzichtig materiaal (geotextiel). Het zaaien of planten van bodembedekkers kan ook helpen om uitgroeit van *T. radicans* te onderdrukken. Herhaaldelijk maaien van de bovengrondse plantendelen tijdens opvolgende jaren zal uiteindelijk het wortelstelsel uitputten waardoor de planten dood gaan.



Figuur 3.10: Maaibeheer onderdrukt bovengrondse groei van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) in de berm langs het fietspad op de Vangdijk in Friesland (Foto: R. Beringen).

Verwijdering van plantenmateriaal door verbranding is gevaarlijk omdat de rook urushiol bevat. Inademing van urushiol kan leiden tot ernstige irritatie van de longen. Composteren is geen alternatief omdat urushiol maar langzaam afbreekt en nog enkele jaren actief kan blijven. Onbekend is hoe lang urushiol aanwezig blijft in compost. Voor houtachtige soorten zoals *T. radicans* is bovendien versnippering nodig voor het composteren. Ook tijdens versnippering kan urushiol worden verspreid. In plaats van een composthoop of verbranding wordt daarom isolatie aanbevolen door het plantenafval bijvoorbeeld diep te begraven om uitgroei te voorkomen of op te slaan in afsluitbare bakken of plastic zakken. Natuurlijke afgevallen bladeren tijdens de herfst bevatten geen urushiol omdat deze stof uit bladeren wordt geresorbeerd en opgeslagen in overwinterende plantendelen (Meister, 2006; Sachs, 2014).

Biologische bestrijding

In het natuurlijke verspreidingsgebied wordt *T. radicans* begraasd door hoefdieren, zoals herten, geiten en runderen (Gillis, 1971; Senchina, 2008a,b; USDA Forest Service, 2014). Zware begrazing door vee kan de lokale dichtheid van *T. radicans* verminderen (USDA Forest Service, 2014). Wilde dieren en vee ondervinden geen nadelige gevolgen van het eten van bladeren of vruchten van *T. radicans* (Coile, 1996; Hayes & Garrison, 1960; USDA Forest Service, 2014). Het merendeel van de zoogdieren is niet gevoelig voor urushiol (Senchina, 2008a,b).

Vooraf geiten lijken een voorkeur te hebben voor *T. radicans* en begrazen deze planten zonder duidelijke nadelige effecten (Eco-goats, 2014). Melk en mest van runderen en geiten die grazen op *T. radicans* bevatten geen urushiol (Kouakou *et al.*, 1992). Geiten eten geen wortels van *T. radicans*. Bestrijding door begrazing met geiten moet daarom een aantal achtereenvolgende jaren worden volgehouden om uitputting van het wortelstelsel te veroorzaken. Geiten kunnen ook worden gebruikt om uitgroei te reguleren nadat *T. radicans* handmatig of mechanisch is verwijderd. Voor effectief beheer van de vegetatie moet het graasgebied van de geiten wel worden beperkt met een (elektrische) afrastering (Haws, 2000). Huidcontact met de geiten moet worden voorkomen omdat urushiol op hun vacht kan komen bij het grazen van *T. radicans*.

Chemische bestrijding

Herbiciden die worden gebruikt voor het beheer van *T. radicans* zijn glyfosaat (N-(fosfonomethyl)glycine), triclopyr (3,5,6-trichloor-2-pyridyloxyazijnzuur) en 2,4-D (2,4-dichloorfenoxyazijnzuur). Triclopyr en 2,4-D zijn effectiever voor de bestrijding van *T. radicans* dan glyfosaat (Wehtje & Gilliam, 2012; Wehtje *et al.*, 2013). Volgens het College voor de Toelating van Gewasbeschermingsmiddelen en Biociden ([ctgb](#)) mogen bepaalde preparaten met glyfosaat, 2,4-D en triclopyr in Nederland worden gebruikt door professionele beheerders.

De plantenresten bevatten na bestrijding met herbiciden wel nog urushiol.

4. Discussie

4.1 Hiaten in kennis en onzekerheden

Vanwege gebrek aan informatie over de (mogelijke) gevolgen van *T. radicans* voor biodiversiteit en ecosystemen in Nederland en klimatologisch vergelijkbare verspreidingsgebieden is bij de risicoanalyse ook gebruik gemaakt van ongepubliceerde veldobservaties, anekdotische kennis en deskundigenoordelen. Hoewel de aangeplante populatie in bijna 100 jaar nauwelijks in omvang is toegenomen is er een kans op verspreiding via de kiemkrachtige zaden. Hierdoor zouden ook plekken op grotere afstand van de groeiplaats kunnen worden bereikt. Het is echter niet bekend of dit al gebeurd is, dan wel in de nabije toekomst staat te gebeuren. Toekomstige veranderingen in milieuocondities, zoals de aanwezigheid van verspreidingsvectoren, kunnen resulteren in een toename van de verspreiding en het milieurisico van *T. radicans* in Nederland. De omgeving van de huidige groeiplaats lijkt daarbij een relatief weinig risicovol gebied. De mogelijkheden voor verspreiding en vestiging en de effecten op biodiversiteit en ecosystemen zijn naar verwachting echter groter zodra de soort meer dynamische ecosystemen weet te bereiken (zoals in het riviergebied). Daarom wordt aanbevolen om de toekomstige verspreiding en invasiviteit van de soort te monitoren en de risico's periodiek te evalueren.

4.2 Risicomanagement

Momenteel komt *T. radicans* in Nederland alleen voor in enkele (botanische) tuinen en één locatie in het wild. Het vrijwillig beëindigen of regulering door de overheid via een convenant of verbod van de verkoop en verspreiding van zaden, stekken of planten door botanische tuinen en de plantenhandel is daarom een zeer effectieve maatregel voor de preventie van nieuwe introducties in Nederland. De nieuwe EU-verordening voor het beheer van invasieve exoten biedt mogelijkheden om introductie en beheer van de soort voor de gehele Europese Unie te reguleren (Europees Parlement & Raad van de Europese Unie, 2014). De Nederlandse overheid kan *T. radicans* voordragen voor de EU-lijst van invasieve soorten. Voor de soorten op deze lijst gaan onder andere de volgende maatregelen gelden voor alle lidstaten van de Europese Unie:

- verbod op import, handel, in bezit hebben, kweken, vervoeren en uitzetten;
- plicht tot eliminatie of effectieve beheersmaatregelen en invoeren van een monitoringssysteem.

In afwachting van dergelijke (inter)nationale maatregelen wordt eliminatie van de populatie op de Vangdijk in Friesland aanbevolen in verband met de zeer hoog scorende risico's voor de volksgezondheid. Dit is echter een heel dure en ingrijpende maatregel, die misschien ook (tijdelijke) schade kan aanrichten in het Natura-2000 gebied. Het verdient daarom aanbeveling om zo mogelijk eliminatie te combineren met natuurontwikkeling.

Het fors beperken van de kans op verspreiding is een mogelijk alternatief. Daarbij zal de soort door snoei sterk in omvang moeten worden teruggedrongen. Verdere verspreiding wordt ook beperkt door het elimineren van planten op de nieuwe kleine groeiplaatsen in de directe omgeving aan de westzijde van het fietspad over de Vangdijk.

In verband met de potentiële risico's voor verdere verspreiding is het tevens aan te bevelen om de soort ook op te nemen in het monitoringprogramma van de aangrenzende Natura-2000 gebieden. Een zes-jaarlijkse gerichte inventarisatie van eventuele vestiging van de soort op andere plekken in de wijde omgeving is daarbij te adviseren als een minimuminspanning. Tevens is nader onderzoek nodig naar beperkende en faciliterende factoren voor zaadverspreiding door vogels of andere vectoren, kieming van zaad en vestiging van kiemplanten in Nederland. Snelle actie en volledige eliminatie zal nodig zijn als uit de monitoring of het nader onderzoek blijkt dat toch verdere verspreiding plaatsvindt of kan optreden.

Voorkomen moet worden dat burgers en beheermedewerkers fysiek met *T. radicans* in aanraking komen. Communicatie over gezondheidsrisico's en preventieve maatregelen blijft nodig zolang als de soort aanwezig is in (botanische) tuinen en de populatie op de Vangdijk niet volledig is geëlimineerd. Om te voorkomen dat fietsers, wandelaars en spelende kinderen in aanraking zouden komen met planten heeft It Fryske Gea op de Vangdijk waarschuwingsborden geplaatst en is de soort hier afgelopen jaar ook bestreden door het klepelen van de berm en verwijderen van over het fietspad hangende plantendelen (It Fryske Gea, 2015). Ook tijdens maai- en snoeiwerkzaamheden moet worden voorkomen dat beheermedewerkers en passanten geraakt kunnen worden door rondvliegende plantendelen. Een meer specifieke aanbeveling is het informeren van de beheerders en zorginstanties zoals de GGD en huisartsenpost in Koudum over de potentiële gezondheidsrisico's van de bestaande populatie en de preventieve maatregelen voor beheermedewerkers en burgers en recreanten.

Daarnaast is het creëren van breed bewustzijn van risico's van exoten bij zowel de bevolking als maatschappelijke actoren van belang om de introductie en (secundaire) verspreiding van invasieve (planten)soorten tegen te gaan. Een evaluatie van een vrijwillige gedragscode in Noord-Amerika toont dat factoren zoals bewustzijn van de risico's van invasieve planten en de betrokkenheid bij brancheverenigingen zorgen voor een toename in deelname aan preventieve maatregelen (Burt *et al.*, 2007). In deze evaluatie zijn ook prikkels (bijvoorbeeld zorg voor menselijke gezondheid) en belemmeringen (bijvoorbeeld gebrek aan informatie) voor preventief gedrag van betrokkenen geïdentificeerd.

5. Conclusies en aanbevelingen

Waarschijnlijkheid van binnenkomst

- De waarschijnlijkheid van binnenkomst van *T. radicans* wordt bepaald door de omvang van de handel in planten en mogelijk incidenteel door hobbyisten die de plant uit zijn oorspronkelijke verspreidingsgebied halen en meebrengen naar Nederland, vanwege de sierwaarde of de kwaliteiten in de kruidengeneeskunde.
- *T. radicans* wordt in Nederland door botanische tuinen gekweekt, meestal in de vorm van één plant van bescheiden omvang. Daarnaast wordt de soort ook via een aantal buitenlandse internetwinkels te koop aangeboden op de Nederlandse markt.
- De waarschijnlijkheid van binnenkomst in Nederland is beoordeeld als laag, omdat *T. radicans* weliswaar vrij verhandeld mag worden, maar nauwelijks bij kwekerijen of internethandelaren verkrijgbaar is.

Waarschijnlijkheid van vestiging

- In de huidige situatie in Nederland komt *T. radicans* alleen voor op de Vangdijk, vlakbij Hemelum in Friesland, alwaar de soort oorspronkelijk is aangeplant. De populatie op de Vangdijk is bijna 100 jaar aanwezig. De planten zijn vitaal en vormen bovendien kiemkrachtig zaad.
- De klimatologische omstandigheden van het oorspronkelijke verspreidingsgebied in Noord-Amerika en van gebieden in Italië en Frankrijk waar *T. radicans* ook is gevestigd zijn deels vergelijkbaar met die in Nederland.
- De waarschijnlijkheid van permanente vestiging in Nederland is daarom bij de huidige klimatologische omstandigheden beoordeeld als 'hoog'.

Waarschijnlijkheid van verspreiding

- De huidige verspreiding van *T. radicans* in Nederland is beperkt tot één locatie. Natuurlijke verspreiding van planten is beperkt tot de directe omgeving. In Nederland plant de soort zich waarschijnlijk alleen vegetatief voort door middel van vertakking en daaropvolgende wortelvorming. Verspreiding via de zaden is niet onomstotelijk aangetoond.
- De waarschijnlijkheid van verspreiding in Nederland is daarom als 'laag' beoordeeld.

Risicovolle gebieden in Nederland

- De enige plek waar *T. radicans* in Nederland voorkomt, de Vangdijk, ligt binnen het Natura-2000 gebied 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving'. In verband met het beperkte verspreidingsvermogen, lijkt het risico beperkt tot de groeiplaats zelf.

Risicobeoordeling en –classificatie volgens het ISEIA-protocol en BFIS-systeem

- De ecologische risico's van *T. radicans* in de huidige en toekomstige situatie zijn als volgt beoordeeld:
 - Dispersie potentieel of invasiviteit. Classificatie: **Matig**.

- Kolonisatie van waardevolle en/of beschermde habitats. Classificatie: **Matig**.
 - Negatieve effecten op inheemse soorten. Classificatie: **Matig**.
 - Wijzigen van ecosysteemfuncties. Classificatie: **Matig**.
- Combinatie van de ecologische risicobeoordeling met de (potentiële) verspreiding van *T. radicans* resulteert in een risicoclassificatie **C1** voor zowel de huidige als toekomstige situatie. De soort komt niet in aanmerking voor plaatsing op de Aandachts-, Monitor- of Zwarte-lijst.

Risicobeoordeling volgens het Harmonia⁺-protocol

- De beoordeling van *T. radicans* door deskundigen op basis van de beschikbare kennis heeft geresulteerd in de volgende risicoscores:
 - Introductierisico: **Matig**
 - Vestigingsrisico: **Hoog**
 - Verspreidingsrisico: **Laag**
 - Risico milieueffecten: **Matig**
 - Risico effecten plantenteelt: **Laag**
 - Risico effecten gedomesticeerde dieren en veeteelt: **Laag**
 - Risico effecten volksgezondheid: **Hoog**
 - Risico overige effecten: **Laag**

Risicoclassificatie volgens het Harmonia⁺-protocol

- Het invasierisico van de soort is geclassificeerd als **laag** (zekerheid matig), maar de geaggregeerde effectscore is **hoog** (hoge zekerheid). De hoge effectscore is gerelateerd aan de ernstige gezondheidsklachten bij aanraking van plantenmateriaal of inademing van urushiol. Door het lage invasierisico is de geaggregeerde risicoscore van de soort **laag** (zekerheid is matig).

Aanbevelingen

- Lokale beheerders en hun beheermedewerkers moeten op korte termijn worden geïnformeerd over de gezondheidsrisico's tijdens het beheer van groeiplaatsen van *T. radicans* op de Vangdijk. Geadviseerd wordt om de werkprocessen voor het vegetatiebeheer zodanig aan te passen dat geen huidcontact met plantenmateriaal kan optreden en geen urushiol wordt ingeademd.
- Informeren van lokale medische instanties over de aanwezigheid van *T. radicans* op de Vangdijk en zorgen dat informatie over de medische diagnose en behandelwijzen beschikbaar is voor het geval dat burgers, recreanten of beheermedewerkers met huid- of longklachten bij de medische zorg aankloppen.
- Om mogelijke ongecontroleerde aanplant te voorkomen wordt aanbevolen de import en handel in de soort in Nederland te voorkomen. Dit kan door het sluiten van een Convenant of een verbod op basis van de EU-verordening invasieve exoten.
- Aangezien *T. radicans* zich aan de westzijde van de dijk relatief kort geleden heeft gevestigd en gezien de grote kans dat de soort ook hier uiteindelijk zal kunnen doorgroeien tot een aaneengesloten groeiplaats, is aan te bevelen deze planten op korte

termijn te bestrijden. Dit kan in eerste instantie door de planten herhaaldelijk tot de grond af te zagen en te maaien. Tevens zou deze bestrijdingsmaatregel kunnen worden gebruikt om op kleine schaal meer rigoureuze maatregelen te testen, zoals het uitgraven van de planten met wortelstok en al. De beheerervaringen kunnen worden gebruikt om te beoordelen of verdergaande maatregelen (zie hieronder) haalbaar zijn.

- In verband met de ernstige gezondheidsrisico's wordt aanbevolen om de soort op de bestaande groeiplaats op de Vangdijk geheel te verwijderen. Dit is een ingrijpende maatregel met hoge kosten. Zo zal het nodig zijn om ook de wortels te verwijderen. Het plantenmateriaal moet in een geïsoleerd depot worden opgeslagen, vanwege de lange levensduur van urushiol. Na de ingreep zal het nodig zijn om eventuele hergroei uit wortelstokken aan te pakken. De ingreep zal bovendien moeten worden afgewogen tegen de te verwachten schade in de beide aangrenzende Natura-2000 gebieden. Dit laatste maakt het naar verwachting moeilijk om met chemische bestrijdingsmiddelen te kunnen werken.
- Als de soort niet wordt verwijderd op de Vangdijk zijn de volgende maatregelen van belang: 1) Onderzoek naar de beperkende factoren voor kieming en vestiging van de soort in de Nederlandse natuur, 2) Monitoring van de ruime omgeving van de groeiplaats om eventuele verspreiding en kieming van zaden en nieuwe vestigingen tijdig te signaleren, 3) Beheer en inrichting gericht op het minimaliseren van gezondheidsrisico's voor zowel burgers, recreanten als beheermedewerkers, en 4) Borging van beheer met als doel de vitaliteit, vruchtbaarheid (en daarmee samenhangende dispersiecapaciteit) van de planten te beperken.

6. Dankwoord

Onze dank gaat uit naar de Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (Team Invasieve Exoten) van het Nederlandse Ministerie van Economische Zaken voor financiering van deze risicoanalyse (NVWA ordernummer: 60002911 d.d. 2 september 2014). Wij bedanken Mw. Ir. J. Leferink van het Team Invasieve Exoten voor haar waardevolle inbreng tijdens de workshop voor de risicobeoordeling en suggesties voor verbetering van de rapportage. It Fryske Gea wordt bedankt voor de begeleiding van een locatiebezoek naar de groeiplaats van de Gifsumak (*Toxicodendron radicans*) op de Vangdijk in Friesland, uitwisseling van nuttige informatie voor de risicoanalyse en prettige samenwerking. Dhr. W. Braam wordt bedankt voor het beschikbaar stellen van zijn foto's van *T. radicans* op de Vangdijk. Tenslotte bedanken wij alle vrijwilligers voor het verzamelen van veldgegevens en aanleveren informatie voor databases van FLORON en andere organisaties.

7. Referenties

- Abrahamson, W.G., Johnson, A.F., Layne, J.N. & Peroni, P. (1984). Vegetation of the Archbold Biological Station, Florida: an example of the southern Lake Wales ridge. *Florida Scientist*, 47, 209-250.
- Allen, C.M., Pate, J., Thames, S., Trichell, S. & Ezell, L. (2004). Changes in baygall vegetation from 1986 to 2001 at Fort Polk in west central Louisiana. *SIDA, Contributions to Botany*, 419-427.
- Anderson, K.L. & Leopold, D.J. (2002). The role of canopy gaps in maintaining vascular plant diversity at a forested wetland in New York State. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 238-250.
- Artigas, F.J. & Boerner, R.E.J. (1989). Advance regeneration and seed banking of woody plants in Ohio pine plantations: Implications for landscape change. *Landscape Ecology*, 2, 139-150.
- Baird, J.W. (1980). The selection and use of fruit by birds in an eastern forest. *The Wilson Bulletin*, 63-73.
- Belote, R.T., Weltzin, J.F. & Norby, R.J. (2004). Response of an understory plant community to elevated [CO₂] depends on differential responses of dominant invasive species and is mediated by soil water availability. *New Phytologist*, 161, 827-835.
- Branquart, E., (ed.) (2007). Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium. Belgian Biodiversity Platform, Belgium.
- Branquart, E. (ed.) (2014). Alert, black and watch lists of invasive species in Belgium. Harmonia version 1.2, Belgian Forum on Invasive species. <http://ias.biodiversity.be/definitions#list>. Laatst bezocht 09-10-2014.
- Brockway, D.G., Outcalt, K.W., Estes, B.L. & Rummer, R.B. (2009). Vegetation response to midstorey mulching and prescribed burning for wildfire hazard reduction and longleaf pine (*Pinus palustris* Mill.) ecosystem restoration. *Forestry*, 82, 299-314.
- Buron, J., Lavigne, D., Grote, K., Takis, R. & Sholes, O. (1998). Association of vines and trees in second-growth forest. *Northeastern Naturalist*, 359-362.
- Burt, J.W., Muir, A.A., Piovita-Scott, J., Veblen, K.E., Chang, A.L., Grossman, J.D. & Weiskel, H.W. (2007). Preventing horticultural introductions of invasive plants: potential efficacy of voluntary initiatives. *Biological Invasions*, 9, 909-923.
- Caffrey, J.M., & O'Callaghan, D. (2007). *A Guide to the Identification of Aquatic Invasive Species in Ireland*. Central Fisheries Board, Swords, Dublin.
- Coile, N.C. (1996). *Poison-ivy (Toxicodendron radicans (L.) Kuntze) and its relatives in Florida*: Fla. Department Agric. & Consumer Services, Division of Plant Industry.
- Darrin, H. (2009). *Invasive Species of the Pacific Northwest: Brazilian Elodea, Egeria densa, Anacharis, Philotria densa, Giant Elodea, Brazilian waterweed*. Washington State Department of Ecology: Aquatic Weeds, United States of America.
- Deller, A.S. & Baldassarre, G.A. (1998). Effects of flooding on the forest community in a greentree reservoir 18 years after flood cessation. *Wetlands*, 18, 90-99.
- D'hondt B., Vanderhoeven S., Roelandt S., Mayer F., Versteirt V., Ducheyne E., San Martin G., Grégoire J-C., Stiers I., Quoilin S. & Branquart E. (2014). Harmonia+ and Pandora+ : risk screening tools for potentially invasive organisms. Belgian Biodiversity Platform, Brussels, 63 pp.
- Eco-goats (2014). Got invasives? Get goats! <http://www.eco-goats.com/>. Laatst bezocht 28-10-2014.
- Egler, F.E. (1952). Southeast saline Everglades vegetation, Florida and its management. *Vegetatio*, 3, 213-265.
- EPPO (2014). <http://www.eppo.int/>. Laatst bezocht 20-10-2014.
- European Commission (2013). Proposal for a Council and European Parliament Regulation on the prevention and management of the introduction and spread of invasive alien species. Impact assessment. Commission Staff Working Document. SWD(2013) 321 final. European Commission, Brussels.
- Europees Parlement & Raad van de Europese Unie (2014). Verordening (EU) Nr. 1143/2014 van het Europees Parlement en de Raad van 22 oktober 2014 betreffende de preventie en beheersing van de introductie en verspreiding van invasieve uitheemse soorten. L 317/35. Publicatieblad van de Europese Unie, Brussel.
- Faulkner, J.L., Clebsch, E.E. & Sanders, W.L. (1989). Use of prescribed burning for managing natural and historic resources in Chickamauga and Chattanooga National Military Park, USA. *Environmental Management*, 13, 603-612.
- Forrester, J.A., Leopold, D.J. & Underwood, H.B. (2006). Isolating the effects of white-tailed deer on the vegetation dynamics of a rare maritime American holly forest. *American Midland*

- Naturalist*, 156, 135-150.
- Francis, J.K. (2003). *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze. <http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Toxicodendron%20radicans.pdf>. Laatst bezocht 20-10-2014.
- Freeman, C. & Dick-Peddie, W. (1970). Woody riparian vegetation in the Black and Sacramento Mountain ranges, southern New Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 145-164.
- Gant, R.E. & Clebsch, E.E. (1975). The allelopathic influences of *Sassafras albidum* in old-field succession in Tennessee. *Ecology*, 604-615.
- Gilliam, F.S. & Christensen, N.L. (1986). Herb-layer response to burning in pine flatwoods of the lower Coastal Plain of South Carolina. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 42-45.
- Gillis, W.T. (1971). The systematics and ecology of poison-ivy and the poison-oaks (*Toxicodendron*, Anacardiaceae). *Rhodora*, 73, 72-159; 161-237; 370-443; 465-540.
- Goethart, J.W.C. (1905). *Aanwinsten van het herbarium over het jaar 1904*. 4^e bijlage tot de vergadering van 26 februari 1905. Nederlandsch Kruidkundig Archief.
- Goslee, S.C., Niering, W.A., Urban, D.L. & Christensen, N.L. (2005). Influence of environment, history and vegetative interactions on stand dynamics in a Connecticut forest 1. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 132, 471-482.
- Halls, L.K. (1977). Southern fruit-producing woody plants used by wildlife. *USDA Forest Service General Technical Report, Southern Forest Experiment Station (SO-16)*.
- Hamilton, E.S. & Limbird, A. (1982). Selective occurrence of arborescent species on soils in a drainage toposequence, Ottawa County, Ohio. *The Ohio Journal of Science*, 82, 282-292.
- Hardin, E.D. (1988). Succession in Buffalo Beats prairie and surrounding forest. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 115, 13-24.
- Harrington, R.A., Brown, B. J. & Reich, P.B. (1989). Ecophysiology of exotic and native shrubs in Southern Wisconsin. *Oecologia*, 80, 356-367.
- Haws, P. (2000). Poison oak and ivy management, alternatives. *Journal of pesticide reform*, 20, 10-11.
- Hayes, D.W. & Garrison, G.A. (1960). Key to important woody plants of Eastern Oregon and Washington. *Key to important woody plants of Eastern Oregon and Washington*.
- Hladek, K.L. (1971). Growth characteristics and utilization of buffaloberry (*Shepherdia argentea* Nutt.) in the Little Missouri River Badlands of southwestern North Dakota.
- Hulme, P.E. (1998). Post-dispersal seed predation: consequences for plant demography and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1, 32-46.
- Hunter, C.G. (2000). *Trees, Shrubs & Vines of Arkansas*: University of Arkansas Press.
- ISEIA (2009). *Guidelines for environmental impact assessment and list classification of non-native organisms in Belgium*. Version 2.6. http://ias.biodiversity.be/documents/ISEIA_protocol.pdf, laatst bezocht 14-01-2015.
- It Fryske Gea (2015). Gifsumak bestreden langs fietspad Fûgelhoeke. It Fryske Gea, Olterterp. <http://www.itfryskegea.nl/Nieuws/gifsumak-bestreden-langs-fietspad-fgelhoeke/>, laatst bezocht 30-01-2015.
- Jacobs, M.S., Melymuka, M. & Burnham, R.J. (2013). Plant diversity website: Censusing lianas in mesic biomes of Eastern Region. *Toxicodendron radicans*. University of Michigan, Ann Arbor. <http://climbers.lsa.umich.edu/?p=167>. Laatst bezocht 16-01-2015.
- Johnston, B.C. (1987). *Plant associations of region two: potential plant communities of Wyoming, South Dakota, Nebraska, Colorado, and Kansas* (Vol. 87): USDA Forest Service, Rocky Mountain Region.
- Kay, S.H. & Hoyle, S.T. (2001). Mail order, the Internet, and invasive aquatic weeds. *Journal of Aquatic Plant Management*, 39, 88-91.
- Keeling, C.D. & Whorf, T.P. (2005). Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO air sampling network. *Trends: a compendium of data on global change, 2009*.
- KNMI (2014a). Klimaatatlas. <http://www.klimaatatlas.nl/klimaatatlas.php?wel=temperatuur&ws=kaart&wom=Gemiddelde%20temperatuur>. Laatst bezocht 14-01-2015.
- KNMI (2014b). KNMI'14-klimaatscenario's voor Nederland; Leidraad voor professionals in klimaatadaptatie, KNMI, De Bilt. <http://www.klimaatscenario's.nl/>. Laatst bezocht 14-01-2015.
- Kollmann, J. (1994). *Ausbreitungsökologie endozochorer Gehölzarten: naturschutzorientierte Untersuchungen über die Rolle von Gehölzen bei der Erhaltung, Entwicklung und Vernetzung von Ökosystemen*: Landesanst. für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Kollmann, J. (2000). Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale? *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 3(1), 29-51. doi: <http://dx.doi.org/10.1078/1433-8319-00003>.

- Kotar, J., Kovach, J. A. & Locey, C.T. (1988). *Field guide to forest habitat types of northern Wisconsin*: Department of Forestry, University of Wisconsin-Madison and Wisconsin Department of Natural Resources.
- Kouakou, B., Rampersad, D., Rodriguez, E. & Brown, D.L. (1992). Initial research indicates dairy goats used to clear poison oak do not transfer toxicant to milk. *California Agriculture*, 46, 4-6.
- Krefting, L.W. & Roe, E.I. (1949). The role of some birds and mammals in seed germination. *Ecological Monographs*, 19, 271-286.
- Ladwig, L.M. & Meiners, S.J. (2010). Spatiotemporal dynamics of lianas during 50 years of succession to temperate forest. *Ecology*, 91, 671-680.
- Lauver, C.L., Kindscher, K., Faber-Langendoen, D. & Schneider, R. (1999). A classification of the natural vegetation of Kansas. *The Southwestern Naturalist*, 44, 421-443.
- Leclercq R.M.F.M. (2005). Ernstige contactallergische dermatitis door de sporadisch in Nederland voorkomende plant gifsumak ('poison ivy'); een familiecasus. *Nederlands Tijdschrift voor Geneeskunde*, 149, 1697-1700.
- Londré, R.A. & Schnitzer, S.A. (2006). The distribution of lianas and their change in abundance in temperate forests over the past 45 years. *Ecology*, 87, 2973-2978.
- Malmberg, P.K. & Willson, M.F. (1988). Foraging ecology of avian frugivores and some consequences for seed dispersal in an Illinois woodlot. *Condor*, 90, 173-186.
- Matthews, J., R. Beringen, R.S.E.W. Leuven, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg & B. Odé, 2015. Knowledge document for risk analysis of the non-native poison ivy (*Toxicodendron radicans*) in the Netherlands. Reports Environmental Science 477. FLORON & Radboud University, Nijmegen. 57 p.
- Mastrandrea, M.D., Field, C.B., Stocker, T.F., Edenhofer, O., Ebi, K.L., Frame, D.J., Held, H., Kriegler, E., Mach, K.J., Matschoss, P.R., Plattner, G-K., Yohe, G.W. & Zwiers, F.W. (2010) Guidance note for lead authors of the IPCC Fifth Assessment Report on consistent treatment of uncertainties. Intergovernmental Panel on Climate Change, Geneva. http://www.ipcc-wg2.gov/meetings/CGCs/Uncertainties-GN_IPCCbrochure_lo.pdf. Laatst bezocht 8-12-2014.
- Mastrandrea, M.D., Mach, K.J., Plattner, G-K., Edenhofer, O., Stocker, T.F., Field, C.B., Ebi, K.L. & Matschoss, P.R. (2011). The IPCC AR5 guidance note on consistent treatment of uncertainties: a common approach across the working groups. *Climatic Change*, 108, 675–691
- Meister, K. (2006). *Poison ivy, extension bulletin E2946*. Michigan State University, Michigan, USA.
- Mohan, J.E., Ziska, L.H., Schlesinger, W.H., Thomas, R.B., Sicher, R.C., George, K. & Clark, J.S. (2006). Biomass and toxicity responses of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) to elevated atmospheric CO₂. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 9086-9089.
- Mulligan, G.A. & Junkins, B.E. (1977). The Biology of Canadian Weeds: 23. *Rhus radicans* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 57, 515-523.
- Nessel, J.K. & Bayley, S.E. (1984). Distribution and dynamics of organic matter and phosphorus in a sewage-enriched cypress swamp. In: Ewel, K.C. & Odum, H.T., eds. *Cypress swamps*. University of Florida Press, Gainesville, Florida, United States of America.
- NIOSH (2014). <http://www.cdc.gov/niosh/topics/plants/>. Laatst bezocht 20-10-2014.
- Nixon, C.M., McClain, M.W. & Russell, K.R. (1970). Deer food habits and range characteristics in Ohio. *The Journal of Wildlife Management*, 34, 870-886.
- Noble, R.E. & Murphy, P.K. (1975). Short term effects of prolonged backwater flooding on understory vegetation. *Castanea*, 40, 228-238.
- Ohio State University (2006). Occupational health prevention and management of poison ivy dermatitis. http://ohioline.osu.edu/aex-fact/192/pdf/0192_2_37.pdf. Laatst bezocht 20-10-2014.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. (2007a). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633-1644.
- Peel, M.C., Finlayson, B.L. & McMahon, T.A. (2007b). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences discussions*, 4, 439-473.
- Penner, R., Moodie, G.E.E. & Staniforth, R.J. (1999). The dispersal of fruits and seeds of Poison-ivy, *Toxicodendron radicans*, by Ruffed Grouse, *Bonasa umbellus*, and squirrels, *Tamiasciurus hudsonicus* and *Sciurus carolinensis*. *Canadian Field-Naturalist*, 113, 616-620.
- Phillips, O.L., Martínez, R.V., Arroyo, L., Baker, T.R., Killeen, T., Lewis, S. L., Malhi, Y., Monteagudo Mendoza, A., Neill, D., Núñez Varga, P., Alexiades, M., Cerón, C., Di Fiore, A., Erwin, T., Jardim, A., Palacios, W., Saldias, M. & Vinceti, B. (2002). Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. *Nature*, 418, 770-774.

- Plantago, 2015. Plantago. Planten zoeken wordt planten vinden. *Toxicodendron radicans*. <http://www.plantago.nl/plantindex/plant/BO/T/1/toxicodendron-radicans/14581.htm>. Laatst bezocht 15-1-2015.
- Ralston, R.D. (1960). *The structure and ecology of the north slope juniper stands of the Little Missouri Badlands*. Department of Botany, University of Utah.
- RIVM (2014). Beoordeling Gifsumak. Front Office voedsel- en productveiligheid, Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven, the Netherlands. <http://www.nvwa.nl/onderwerpen/ongewenste-uitheemse-planten/dossier/invasieve-exoten/risicobeoordelingen-reactieperiode/risicobeoordelingsrapporten>. Laatst bezocht 9-1-2015.
- Robertson, P.A., Weaver, G.T. & Cavanaugh, J.A. (1978). Vegetation and tree species patterns near the northern terminus of the southern floodplain forest. *Ecological Monographs*, 249-267.
- Rubel, F. & Kottek, M. (2010). Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*, 19, 135-141.
- Sachs, J. (2014). Poison ivy. <http://www.poison-ivy.org/html/removal.htm>. Laatst bezocht 28-10-2014.
- Sasek, T.W. & Strain, B.R. (1990). Implications of atmospheric CO₂ enrichment and climatic change for the geographical distribution of two introduced vines in the USA. *Climatic Change*, 16, 31-51.
- Schauder, S., Callauch, R. & Hausen, B.M. (2006). Toxic contact dermatitis from poison ivy in a private garden in Germany. *Hautarzt*, 57, 618-621.
- Schneider, R.L. & Sharitz, R.R. (1988). Hydrochory and regeneration in a bald cypress water tupelo swamp forest. *Ecology*, 69, 1055-1063.
- Schnitzer, S.A. (2005). A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *The American Naturalist*, 166, 262-276.
- Schnitzer, S.A., Londre, R.A., Klironomos, J. & Reich, P.B. (2008). Biomass and toxicity responses of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) to elevated atmospheric CO₂: Comment. *Ecology*, 89, 581-585.
- Senchina, D.S. (2008a). Summer Azure (*Celastrina neglecta* W. H. Edwards, Lycaenidae) nectaring on poison ivy (*Toxicodendron radicans*, Anacardiaceae). *Journal of the Lepidopterists Society*, 62, 52-53.
- Senchina, D.S. (2008b). Fungal and animal associates of *Toxicodendron* spp. (Anacardiaceae) in North America. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 10, 197-216.
- Shotola, S.J., Weaver, G., Robertson, P. & Ashby, W. (1992). Sugar maple invasion of an old-growth oak-hickory forest in south-western Illinois. *American Midland Naturalist*, 127, 125-138.
- Sperry, J.S., Holbrook, N.M., Zimmermann, M.H. & Tyree, M.T. (1987). Spring filling of xylem vessels in wild grapevine. *Plant Physiology*, 83, 414-417.
- Stambaugh, M.C., Muzika, R.-M. & Guyette, R.P. (2002). Disturbance Characteristics and Overstory Composition of an Old-Growth Shortleaf Pine (*Pinus echinata* Mill.) Forest in the Ozark Highlands, Missouri, USA. *Natural Areas Journal*, 22, 108-119.
- Stevens, G.C. (1987). Lianas as structural parasites: the *Bursera simaruba* example. *Ecology*, 68, 77-81.
- Stiles, E.W. (1982). Fruit flags: two hypotheses. *American Naturalist*, 120, 500-509.
- Stiles, E.W. & White, D.W. (1986). Seed deposition patterns: influence of season, nutrients, and vegetation structure. In: Frugivores and Seed Dispersal (Ed. by A. Estrada and T.H. Fleming), pp.45-54. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Swihart, R.K. (1990). Common components of orchard ground cover selected as food by captive woodchucks. *The Journal of Wildlife Management*, 54, 412-417.
- Talley, S.M., Lawton, R.O. & Setzer, W.N. (1996). Host preferences of *Rhus radicans* (Anacardiaceae) in a southern deciduous hardwood forest. *Ecology*, 77, 1271-1276.
- Terrel, T.L. (1972). The swamp rabbit (*Sylvilagus aquaticus*) in Indiana. *American Midland Naturalist*, 87, 283-295.
- Tolstead, W.L. (1942). Vegetation of the northern part of Cherry County, Nebraska. *Ecological Monographs*, 12, 255-292.
- Tsugawa, H., Tange, M. & Otsuji, J. (1980). Observations on branching and number of leaves in seedlings of Kudzu vines (*Pueraria lobata* Ohwi). *Science Reports of the Faculty of Agriculture, Kobe University*, 14, 9-14.
- USDA Forest Service (2014). Germplasm Resources Information Network. <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/shrub/toxsp/all.html#DistributionAndOccurrence>. Laatst bezocht 20-10-2014.
- Van der Ploeg, D.T.E. (1966). *Rhus radicans* L. in Friesland. *Gorteria*, 3, 30-31.

- Vazquez, J.A. & Givnish, T.J. (1998). Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlan. *Journal of Ecology*, *86*, 999-1020.
- Verbrugge, L.N.H., Leuven, R.S.E.W., Van Valkenburg, J.L.C.H. & Van den Born, R.J.G. (2014). Evaluating stakeholder awareness and involvement in risk prevention of aquatic invasive plant species by a national code of conduct. *Aquatic Invasions*, *9*, 369-381.
- Verbrugge, L.N.H., Van den Born, R.J.G. & Leuven, R.S.E.W. (2013). Evaluatie convenant waterplanten 2010-2013. Radboud University, Nijmegen, the Netherlands.
- Vincent, G., Bergeron, Y. & Meilleur, A. (1986). Plant community pattern analysis: a cartographic approach applied in the Lac des Deux-Montagnes area (Quebec). *Canadian Journal of Botany*, *64*, 326-335.
- Voss, E.G. (1985). Michigan flora. II. Dicots. Cranbrook Institute of Science, Ann Arbor, Michigan, USA.
- Walker, S.L., Lear, J.T. & Beck, M.H. (2003). 'The sign of three': poison ivy dermatitis in Wales! *British Journal of Dermatology*, *149*, 99-99.
- Weber, M. (1990). Response of immature aspen ecosystems to cutting and burning in relation to vernal leaf-flush. *Forest Ecology and Management*, *31*, 15-33.
- Wehtje, G. & Gilliam, C.H. (2012). Cost-effectiveness of glyphosate, 2,4-D, and triclopyr, alone and in select mixtures for poison ivy control. *Weed Technology*, *26*, 469-473.
- Wehtje, G., Gilliam, C.H. & McElroy, J.S. (2013). Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) control with triclopyr and metsulfuron, applied alone and in tank mixture. *Weed Technology*, *27*, 725-728.
- Weijs, E. & Van Valkenburg J.L.C.H. (2009). Verslag bezoek aanplant *Rhus radicans* op dijk tussen de meren Morra en De Vogelhoek, Morrapaed, Himmelum, Friesland 8 oktober 2009.
- Yurkonis, K.A. & Meiners, S.J. (2006). Drought impacts and recovery are driven by local variation in species turnover. *Plant Ecology*, *184*, 325-336.
- Ziska, L., Sicher, R., George, K. & Mohan, J. (2007). Rising atmospheric carbon dioxide and potential impacts on the growth and toxicity of poison ivy (*Toxicodendron radicans*). *Weed Science*, *55*, 288-292.

Bijlage 1. Kennisdocument van *Toxicodendron radicans*

2015

Knowledge document for risk analysis of the non-native poison ivy (*Toxicodendron radicans*) in the Netherlands



J. Matthews, R. Beringen, R.S.E.W. Leuven,
G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg &
B. Odé

Knowledge document for risk analysis of the non-native poison ivy (*Toxicodendron radicans*) in the Netherlands

J. Matthews, R. Beringen, R.S.E.W. Leuven, G. van der Velde, J.L.C.H.
van Valkenburg & B. Odé

30th January 2015

FLORON & Radboud University Nijmegen

Commissioned by
Office for Risk Assessment and Research
(Invasive Alien Species Team)
Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority
Ministry of Economic Affairs



Netherlands Food and Consumer
Product Safety Authority
Ministry of Economic Affairs

Radboud University Nijmegen



Series of Reports on Environmental Science

The series of reports on Environmental Science are edited and published by the Department of Environmental Science, Institute for Water and Wetland Research, Radboud University Nijmegen, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen, The Netherlands (tel. secretariat: + 31 (0)24 365 32 81).

Reports Environmental Science 477

Title:	Knowledge document for risk analysis of the non-native poison ivy (<i>Toxicodendron radicans</i>) in the Netherlands
Authors:	J. Matthews, R. Beringen, R.S.E.W. Leuven, G. van der Velde, J.L.C.H. van Valkenburg & B. Odé
Cover photo:	Poison ivy (<i>T. radicans</i>) Autumn colours (Photo: J. van Valkenburg)
Project manager:	Baudewijn Odé (FLORON)
Project number:	FLORON 2014.039
Client:	Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority, P.O. Box 43006, 3540 AA Utrecht
Reference client:	NVWA, order nr. 60002911, d.d. 2 September 2014
Orders:	Secretariat of the Department of Environmental Science, Faculty of Science, Radboud University Nijmegen, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen, the Netherlands, e-mail: secres@science.ru.nl , mentioning Reports Environmental Science 477
Key words:	Dispersal; ecological effects; invasiveness; invasibility; non-indigenous species

© 2015. Department of Environmental Science, Institute for Water and Wetland Research, Faculty of Science, Radboud University Nijmegen, Heyendaalseweg 135, 6525 AJ Nijmegen, The Netherlands

All rights reserved. No part of this report may be translated or reproduced in any form of print, photoprint, microfilm, or any other means without prior written permission of the publisher.

Content

Summary	5
1. Introduction	9
1.1. Background and problem statement	9
1.2. Research goals	9
1.3. Outline and coherence of research	10
2. Materials and methods	11
2.1. Literature review	11
2.2. Data acquisition on current distribution and health impacts	12
2.3. Additional field surveys	12
3. Species description.....	13
3.1. Nomenclature and taxonomical status.....	13
3.2. Species characteristics	14
3.3. Differences with visually similar species	17
3.4. Reproduction	18
3.5. Life cycle	18
4. Habitat characteristics	19
4.1. Habitat description	19
4.2. Associations with other species	23
4.3. Climate match and bio-geographical comparison.....	24
5. Distribution, dispersal and invasiveness	26
5.1. Global distribution	26
5.2. Current distribution in the Netherlands	27
5.3. Pathways and vectors for dispersal	30
5.4. Invasiveness	33
6. Impacts	35
6.1. Ecological effects	35
6.2. Socio-economic effects.....	37
6.3. Public health effects.....	38
7. Available risk classifications	43
7.1 Formal risk assessments	43
7.2 Other risk classifications	43
8. Management options	44
8.1. Prevention.....	44
8.2. Eradication and control measures	44

9. Conclusions and recommendations.....	47
9.1. Conclusions	47
9.2. Effective management options	50
9.3. Recommendations for further research	50
Acknowledgements.....	51
References	52
Appendices	58
Appendix 1: Results of field survey 2014.....	58

Summary

Poison ivy (*Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze) is a species belonging to the Anacardiaceae that is native to southern Canada, North America, Mexico, Bermuda, the western Bahamas, Japan, Korea, Taiwan and west and central China. In order to prevent dike erosion, *T. radicans* was planted at the beginning of the 20th century at the Vangdijk, northeast of the village of Hemelum in Friesland, the Netherlands. The plant remains highly abundant at this location and is the cause of occasional complaints of allergic reactions and contact dermatitis from the public that are related to the allergen urushiol, contained in the plants resin. To support decision making with regard to the design of measures to prevent ecological, socio-economic and public health effects, the Invasive Alien Species Team of the Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (Ministry of Economic Affairs) has asked for a risk analysis of *T. radicans*.

Methodology

A literature study was performed to provide an overview of the current knowledge on the distribution and invasion biology of *T. radicans* and to support a risk assessment within the Dutch context. Literature data were collected on the physiological tolerances, colonization vectors, ecological and socio-economic impacts and potential measures for management of this species. The literature study was largely internet based, supported by the use of a university library. The academic search engines Web of Knowledge and Google Scholar were systematically searched together with searches of non-native species database from [QBank](#), the [GB non-native species secretariat](#), [Invasive alien species Belgium](#), [DAISIE](#), [NOBANIS](#), the [Global non-native species database](#) and the [EPPO](#). Additional searches using Google.nl facilitated an analysis of information on *T. radicans* accessible to the Dutch public.

Habitat requirements

In its native range, *T. radicans* establishes in forests, fields, on the margins of ponds and lakes, riparian areas, seasonally or intermittently flooded areas, marshes, swamps, dry barren flats, slopes, cliffs and rocky ridges. The plant is also found in urban environments such as parks, at roadsides, grass verges, gardens, railway tracks and vacant lots. *T. radicans* prefers moist but well-drained soils, although it tolerates a wide range of fertility, moisture, and other conditions. The plant grows in clay, silty, loamy and sandy soils. It also occurs at locations dominated by rocks, stones, cobbles and gravel. The plant requires a stable surface for root attachment when climbing, as opposed to rapidly exfoliating or crumbling bark. *T. radicans* occurs in soils of all nutrient types but favours nutrient rich conditions with a high calcium content. *T. radicans* is intolerant of extreme cold. In Canada, horizontal root sections and vertical stems are often killed during winter. Intolerance to freezing results in a relatively short growing season compared to many shrubs and trees. In the United States and Canada, *T. radicans* tolerates average annual temperatures ranging from 4 °C to 22 °C. The plant is able to grow in full sunlight but is most abundant in moderately shaded locations such as forest glades and edges. Evidence from a number of surveys in the United States indicate that *T. radicans* prefers locations where the tree canopy is partially closed. *T. radicans* tolerates a wide range of pH, occurring in extremely acidic

to moderately alkaline soils but grows best in circum-neutral soils. In the United States and Canada, *T. radicans* occurs at locations with a mean annual rainfall ranging from 391 mm to 1572 mm. The plant appears to tolerate and growth may even be stimulated by flooding. *T. radicans* appears to be intolerant of drought. In the future, *T. radicans* may benefit from increasing temperatures and carbon dioxide levels associated with climate change due to increased photosynthesis, water-use efficiency, growth and population biomass.

The Netherlands lies mainly within region Cfb of the Koppen-Geiger climate classification which is defined as warm temperate, fully humid, with a warm summer. The location where *T. radicans* grows in the Netherlands lies within this area. The Cfb classification matches two relatively small areas within the native range of *T. radicans* in the United States of America. A relatively small area on the eastern border of the Netherlands with Germany is classified within region Dfb which is defined as snow, fully humid, with a warm summer. Region Dfb covers a broader area in *T. radicans* native range, limited to the northern United States and southern Canada.

Global distribution

T. radicans is widely distributed and abundant with a native range covering the northern, south-central, south-eastern and south-western United States. The plant is also native to Bermuda, Guatemala, the western Bahamas, Mexico, Japan, China, Taiwan, and Russia (Kurile Islands, Sakhalin). *T. radicans* has been introduced to Europe where it is naturalised in Italy, France and possibly Germany. Records from the New Forest in the United Kingdom have been reported however these could not be verified. Reports from outside Europe suggest that the plant has become invasive in Australia and New Zealand and caused reported cases of contact dermatitis. However, other sources suggest that the plant has only been occasionally planted in these countries or do not list it as naturalised in Australia. *T. radicans* may have been introduced to South Africa, however this could not be verified.

Distribution in the Netherlands

The only location where *T. radicans* occurs in nature in the Netherlands lies in the municipality of Sudwest Fryslân in the south west region of the province of Friesland. The location at the Vangdijk is located entirely within the Natura 2000 area 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving' according to the European Habitat Directive and Bird Directive.

A survey of botanical gardens in the Netherlands revealed that five botanical gardens grow *T. radicans* as part of their collection. One grew *T. radicans* in the past, however these plants have recently been removed.

Dispersal vectors

Seeds of *T. radicans* disperse in its native range facilitated by frugivores (mammals and birds) following ingestion of the fleshy fruit, and sometimes by water transport (hydrochory). It is also able to reproduce vegetatively. In the Netherlands, *T. radicans* is most probably limited to vegetative reproduction, as spread is limited to the area where it was introduced in 1919. However, the plants do bear fruit at this location, so the possibility of seed germination cannot be completely ruled out.

A search of Google.nl revealed that five out of a total of 300 websites screened offered *T. radicans* plants or seeds for sale, and only one of these was based in the Netherlands. Two cases of members of the public importing cuttings of *T. radicans* to Europe from North America were found during the literature study, one in Germany and the other in Wales.

Ecological impacts

T. radicans appears to be a dominant species occupying the growing site at the Vangdijk in Friesland, the Netherlands. Here the plant has established a dense ground layer, climbed to the tops of willow and hawthorn trees, and spread vegetatively to an adjoining grass verge. However, there is no information available in literature describing the impact of *T. radicans* on native species at this location. Evidence from climatically dissimilar countries to the Netherlands suggest that *T. radicans* may alter plant species composition. Generally, woody vines may alter succession by increasing tree mortality and limiting tree and herbaceous vegetation regeneration and growth. These impacts occur particularly in the high light conditions that occur at forest edges, in forest glades or at early to mid-successional stages. Woody vines compete below and above ground with trees leading to reduced tree leaf photosynthetic capacity, reduced photosynthetic nitrogen-use efficiency and a lower allocation to leaves compared with stem. It should be noted that climate appears to have a strong influence on *T. radicans* growth form which may in turn influence the level of its ecological impacts. In much of the eastern and mid-western regions of the United States, *T. radicans* grows as a large climbing woody vine. However, at the extreme northern limit of its American and Canadian range, *T. radicans* occurs only as a low-growing, trailing vine.

In general, *T. radicans* is an invader during the early stages of succession in many environments. It tolerates fire, insects and disease, and competes strongly with other plants. In forests it is suggested that *T. radicans* employs a sit and wait strategy in late succession by persisting at low abundance in the tree canopy until natural tree fall or another disturbance leads to an opening in the vegetation.

Human health impacts

T. radicans, like all *Toxicodendron* species contains urushiol, a chemical present in the leaves, roots, berries and stems. Urushiol is an allergen in humans and several higher primates. Additionally, the chemical may be released in smoke as a result of plant burning leading to lung inflammation and generalised dermatitis. Direct skin contact leads to the development of allergic contact dermatitis 12 to 48 hours after exposure in 80-90 % of the human population. Symptoms include swelling, erythema (redness), vesicle formation, and bullae (large blisters containing tissue fluid), typically occurring hours to days after exposure. Rubbing or scratching the blisters or rash may lead to bacterial infection. At locations where the plant is widespread, *T. radicans* ranks among the most medically problematic plants. In the United States, contact with urushiol results in over 350,000 reported cases of contact dermatitis per year. In the Netherlands, there are no reports of dermatitis resulting from exposure to *T. radicans* recorded by the public health service (GGD) or the local GP practice (huisarts) in the Province of Friesland where *T. radicans* appears in nature. However, nearly all

surveyed botanical gardens in the Netherlands reported that personnel had suffered health problems because of contact with *T. radicans* where the plant was kept.

Economic impacts

In North America, people undertaking wilderness, rural, and even suburban recreational activities and outdoor workers are at risk of exposure to *T. radicans* which may result in cases of contact dermatitis which incur significant economic costs resulting from sick leave and medical treatment. Examples of high risk occupations include farmers, foresters, landscapers, groundskeepers, gardeners, painters, roofers, pavers, construction workers, labourers and mechanics. Employees who come into contact with the smoke of burning *T. radicans* such as forestry workers and firefighters suffer an additional risk from lung irritation following inhalation.

Effective management options

T. radicans can be removed by carefully digging out the plant with the rhizomes and roots. However, attempted removal by ploughing or by hand may leave fragments in the soil which will sprout and eventually replace the original plants. To prevent regrowth, the cleared area can be covered with an opaque material. Sowing or planting a ground covering plant may also help to suppress regrowth. Repeatedly cutting the plant down to the ground without removing the roots for many years will exhaust the root system and eventually kill the plant. After removal, the isolation of *T. radicans* plant waste by burying deeply to avoid regrowth or by placement in a sealable bin or plastic bag rather than on a compost pile is recommended. If biological control is preferred, goats seem to favour *T. radicans* particularly and browse on it without apparent adverse effects. However, suppression of *T. radicans* with goats has to be continued over several years until the root system is depleted. Chemical control of *T. radicans* can be achieved using the herbicides triclopyr (3,5,6-Trichloro-2-pyridinyloxyacetic acid) and 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid). According to the Dutch board for the authorization of plant protection products and biocides ([ctgb](#)), certain preparations of glyphosate, 2,4-D and triclopyr may be used in the Netherlands by professionals and non-professionals. After applying herbicides, plant remains will still contain urushiol.

Further research

The reasons for the limited distribution and dispersal capacity of *T. radicans* in the Netherlands i.e. its inability to spread through seed dispersal, are unclear. Further research is required to elucidate the feeding behaviour of frugivores that act as potential vectors of seed spread in the Netherlands. Establishing the specific conditions that could allow the plant to spread from the Vangdijk and botanical gardens in the Netherlands will allow nature managers to better predict the likelihood that *T. radicans* will colonise and become invasive at other locations. Establishing the conditions that allow *T. radicans* to spread will facilitate the design of more effective management measures. Genetic analysis of poison ivy plants present in the Netherlands is recommended to confirm their identity as *T. radicans* spp. *radicans*. Due to the potentially extensive *T. radicans* seed bank present at the Vangdijk and the associated risk of further spread, it is recommended that seeds taken from the seed bank at the Vangdijk are tested for long term viability.

1. Introduction

1.1. Background and problem statement

Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) was planted at the beginning of the 20th century at the Vangdijk in Friesland, the Netherlands in order to prevent dike erosion (Ploeg, 1966). The plant remains highly abundant at this location and is the cause of occasional complaints of allergic reactions and contact dermatitis from the public that are related to the allergen urushiol that is contained in the plants resin.

At the start of this project, there was a lack of knowledge regarding the pathways for introduction, vectors for spread, key factors for establishment and invasiveness, and (potential) effects of *T. radicans* in the Netherlands. To support decision making with regard to the design of measures to prevent ecological, socio-economical and public health effects, the Invasive Alien Species Team of the Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (Ministry of Economic Affairs) requested that a risk assessment of *T. radicans* be undertaken. The present report reviews available knowledge and data in order to perform a risk assessment of the species.

1.2. Research goals

The major goals of this study are:

- To describe the species and habitat characteristics of *T. radicans*.
- To describe the global distribution and to analyse the current spread of *T. radicans* in the Netherlands.
- To identify the key factors for dispersal (pathways, vectors, invasiveness) and successful establishment of *T. radicans*.
- To assess (potential) ecological, socio-economical and public health effects of *T. radicans* in the Netherlands, taking into account the impacts of this species in other geographical areas.
- To summarise available risk classifications of *T. radicans* in other countries.
- To review management options for the control of spread, establishment and negative effects of *T. radicans*.

1.3. Outline and coherence of research

The coherence between various research activities and outcomes of the study are visualised in a flow chart (Figure 1.2). The present chapter describes the problem statement, goals and research questions in order to identify key factors for the dispersal, establishment, effects and management of *T. radicans* in the Netherlands. Chapter 2 gives the methodological framework of the project and describes the literature review, data acquisition and field surveys. Chapter 3 describes the identity, taxonomical status and reproductive biology of the species and briefly mentions differences with similar species. Habitat characteristics of *T. radicans* are summarized in chapter 4. The geographical distribution and trends in distribution in the Netherlands, including relevant pathways and vectors for dispersal are given in chapter 5. Chapter 6 analyses the ecological, economic and public health effects of the species. Formal risk assessments and available risk classifications are summarized in chapter 7. Chapter 8 describes the scope of management options and focuses on prevention, eradication measures and control of the species. Finally, chapter 9 draws conclusions and gives recommendations for management and further research. Appendices with raw data and background information complete this report. The report is used as background information for an expert meeting in order to assess the dispersion, invasiveness, (potential) risks and management options of this species in the Netherlands (Risk analysis).

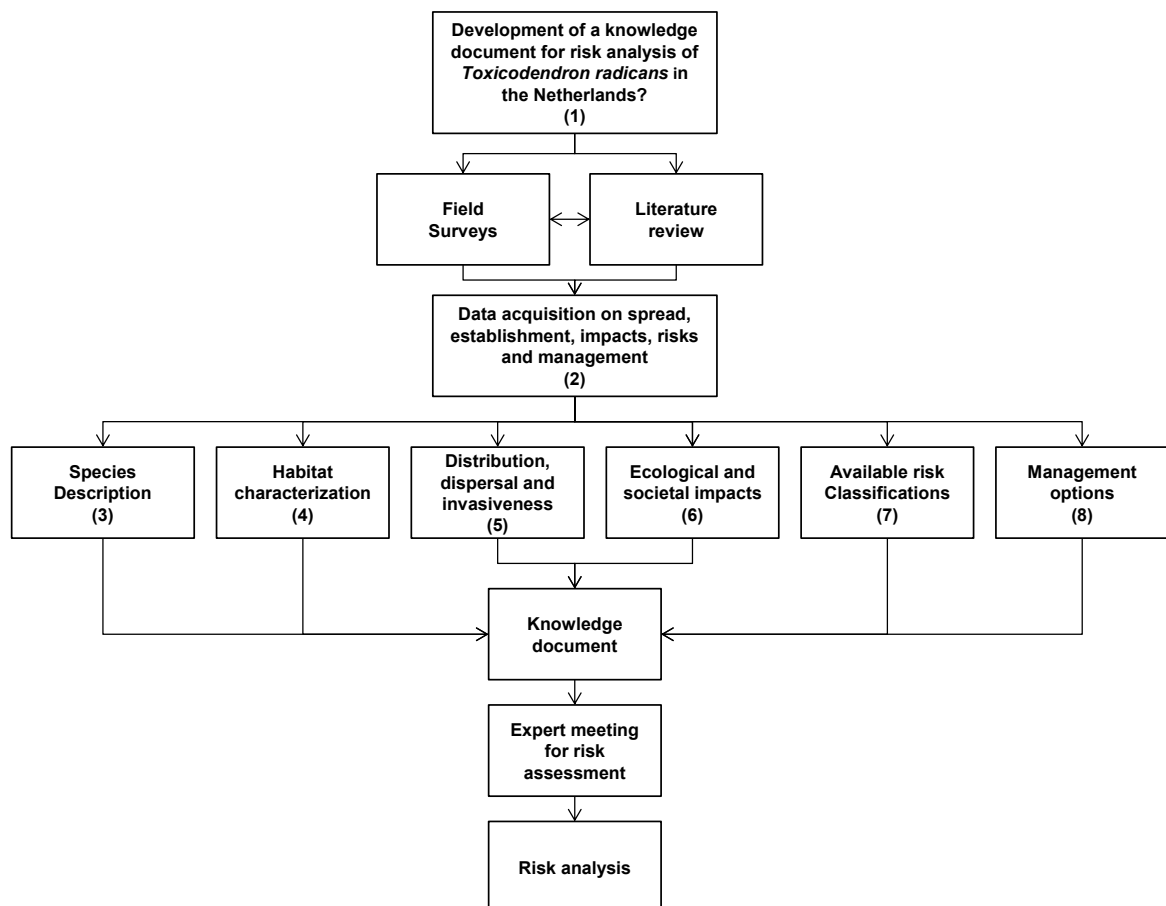


Figure 1.2: Flow chart visualising the coherence of various research activities in order to develop a knowledge document for risk analysis of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) in the Netherlands. Chapter numbers are indicated in brackets.

2. Materials and methods

2.1. Literature review

A literature study was carried out to provide an overview of the current knowledge on the distribution and invasion biology of poison ivy (*Toxicodendron radicans*). Literature data were collected on physiological tolerances, substrate preference, colonization vectors, ecological and socio-economic impacts and potential measures for the management of this species. Our search was largely internet based, supported by the use of a university library. Academic and non-academic search engines and websites were systematically searched using the Web of Knowledge, Google Scholar and Google.nl. Specific searches of invasive species databases were made to identify ecological effects relating to the potential invasive nature of *T. radicans*. Databases were queried from QBank (<http://www.q-bank.eu/Plants/>), the GB non-native species secretariat (<http://www.nonnativespecies.org/home/index.cfm>), Invasive alien species Belgium (<http://ias.biodiversity.be/>), DAISIE (<http://www.europe-aliens.org/>), NOBANIS (<http://www.nobanis.org/>), EPPO (<http://www.eppo.int/>) and the Global non-native species database (<http://www.issg.org/database/welcome/>). All search results from the Web of Knowledge and the invasive species databases were examined, while the first 50 results from Google Scholar and Google.nl were examined due to the decreasing relevance of search results returned using this search engine. Search terms used to carry out the literature study were: the official scientific name *Toxicodendron radicans* and the synonyms *Toxicodendron vulgare*, *Rhus toxicodendron* and *Rhus radicans* and the English common name poison ivy.

An analysis of search engine hits via Google.nl was performed in order to analyse the general public's access to *T. radicans* plants and seeds in the Netherlands from online retailers. The first 50 websites found were categorized according to their content. Google was searched using the terms '*Toxicodendron radicans* te koop', '*Toxicodendron radicans* buy', '*Rhus radicans* te koop', '*Rhus radicans* buy' and using the Dutch common name 'Gifsumak te koop'. Websites that contained names not referring directly to a species e.g. where only the genus *Toxicodendron* was mentioned, were omitted. The retailer's country of origin was noted, as this was assumed to influence the buying behaviour of hobbyists. Also the type of product available was recorded (whole plants, seeds, cuttings). The total number of websites contained within each category was calculated. If the same website was found using two or more different search terms, it was included in the calculations of both or all of these search terms. This gives an impression of the accessibility of the websites using different search terms which reflects the ease with which the public have access to them, and the potential level of impact of the information contained. It should be noted that Google may provide personalised results according to previous search terms entered. The results of this exercise may therefore not be reproducible from different IP addresses.

2.2. Data acquisition on current distribution and health impacts

Distribution data originated from the National Database Flora & Fauna (NDFF). The RIVM (National Institute for Public Health and the Environment) report entitled 'Beoordeling Gifsumak' (RIVM, 2014), formed the basis of section 6.3, that describes the public health impacts of *T. radicans*. A few recordings in the province of Noord-Brabant, present in the original species records, were checked by Mr. J. Spronk and proved to be incorrect. It appeared to be *Rhus typhina* which was written in the margins of the species records and erroneously digitized as *Rhus radicans*. Additionally, a survey of botanical gardens Netherlands was made to determine the number that kept *T. radicans* in their collections. Additional information was collected concerning the number of plants grown and their ability to produce viable seeds and seedlings.

During the course of the project the GP practice (huisarts) responsible for the region where *T. radicans* grows in the Netherlands (Huisartsenpraktijk Koudum) was contacted to determine the health impact of the plant on the local population.

2.3. Additional field survey

On the 7th of October 2014, the only known location of *T. radicans* in the Netherlands was visited, at the Vangdijk near Hemelum. A Tansley survey was made (Appendix 1).

3. Species description

3.1. Nomenclature and taxonomical status

The systematics of the genus *Toxicodendron* is discussed in detail in the monograph of Gillis (1971). The Linnean genus *Rhus* L. used to be the largest and most widely distributed genus within the family Anacardiaceae. In the past century several genera including *Toxicodendron* have been split off from the genus *Rhus*. Due to within-species variation, the taxonomy and nomenclature of North American *Toxicodendron* species have been in constant change during the last century, resulting in an abundance of synonyms and a lot of confusion. Nowadays five species are generally recognized in North America: eastern poison ivy (*Toxicodendron radicans*), western poison ivy (*Toxicodendron rydbergii*), eastern poison oak (*Toxicodendron pubescens*), western poison oak (*Toxicodendron diversilobum*) and poison-sumac (*Toxicodendron vernix*). Table 3.1 gives an overview of the nomenclature and taxonomical status of *T. radicans*.

Table 3.1: Nomenclature and taxonomical status of poison ivy (*Toxicodendron radicans*).

Scientific name: <i>Toxicodendron radicans</i> (L.) Kuntze (Revis. Gen. Pl. 1: 153. 1891)	
Synonyms: <i>Rhus radicans</i> L. (Sp. Pl. 1: 266. 1753) <i>Philostemon radicans</i> (L.) Raf. (Fl. Ludov. 107. 1817) <i>Rhus toxicodendron</i> var. <i>radicans</i> (L.) Torr. (Fl. N. Middle United States 1: 324. 1824)	
Taxonomic tree; APG (van der Meijden 2005)	Species 2000 & ITIS Catalogue of Life 2013
Domain: Eukaryota	Domain: Eukaryota
Kingdom: Plantae	Kingdom: Plantae
Phylum: Tracheophyta	Phylum: Tracheophyta
Class: Spermatopsida	Class: Magnoliopsida
Clade: Malvids	Order: Sapindales
Order: Sapindales	Family: Anacardiaceae
Family: Anacardiaceae	Genus: <i>Toxicodendron</i>
Genus: <i>Rhus</i>	Species: <i>Toxicodendron radicans</i>
Species: <i>Rhus radicans</i>	
Preferred Dutch name: Gifsumak	
Preferred English name: Poison ivy	
Other Dutch names: None	
Other English names: Common poison ivy, eastern poison ivy, markweed, poison-mercury	
Native range: North and Central America, China, Taiwan and Japan.	

Within *T. radicans*, nine to ten subspecies can be distinguished. Each subspecies is distributed in a specific region. The subspecies *orientale* and *hispidum* are confined to Eastern Asia, the other subspecies to Central- and North America. In Central- and North America there are zones of overlap with intermediate forms. Some authors consider *T. rydbergii* as a subspecies of *T. radicans* while others consider the subsp. *orientale* as a separate species (Table 3.2). *T. radicans* spp. *radicans* is considered to be the most likely subspecies present in Dutch nature. However, genetic analysis of plants present in the Netherlands is required to confirm the identity of the subspecies.

Table 3.2: Nomenclature and distribution of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) subspecies (Gillis, 1971; The Plant List, 2014).

Gillis (1971)	The Plant List	Distribution
<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>radicans</i> (L.) Kuntze		United States, states bordering on the Atlantic Ocean, southern Maine southwest, west to Appalachians, Ozarks, and East Texas; Bahama Islands; Bermuda
<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>negundo</i> (Greene) Gillis	<i>Toxicodendron radicans</i> var. <i>negundo</i> (Greene) Reveal	Ontario, Kentucky, Tennessee, Arkansas, Oklahoma, Kansas, Nebraska, Iowa
<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>pubens</i> (Engelm. ex S. Watson) Gillis	<i>Toxicodendron radicans</i> var. <i>pubens</i> (Engelm. ex S. Watson) Reveal	Eastern Texas, Mississippi, Louisiana, Arkansas, Missouri, Texas, Kansas
<i>Toxicodendron rydbergii</i> (Small ex Rvdberg) Greene	<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>rydbergii</i> (Small ex Rydb.) A. Löve & D. Löve	Southern Canada, Oregon, Utah, Arizona Texas, Kansas, Nebraska, Iowa, Wisconsin, Michigan, New York, New England
<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>verrucosum</i> (Scheele) Gillis		Texas and Oklahoma
<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>eximium</i> (Greene) Gillis		South-western Texas, Mexico
<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>divaricatum</i> (Greene) Gillis		Mexico and United States: Sierra Madre Occidental, north to south-eastern corner of Arizona
<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>barkleyi</i> Gillis subsp. nov.		Mexico and Guatemala
<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>orientale</i> (Greene) Gillis comb. nov.	<i>Toxicodendron orientale</i> Greene	Japan, Kurile Islands, Sakhalin
<i>Toxicodendron radicans</i> subsp. <i>hispidum</i> (Engl.) Gillis		Western and central China, Taiwan

3.2. Species characteristics

T. radicans is a deciduous vine or shrub, rarely an epiphyte or tree, with slender, glabrous to puberulent branches and with creeping tillers that grow along the ground (Fig. 3.1). The stems sometimes reach 15 cm in diameter and can ascend 20 m or more into tree crowns. Older stems often form brown aerial roots. The root system produces a woody taproot and long rhizomes; the rhizomes produce vegetative offsets.



Figure 3.1: Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) growing at the Vangdijk in the Netherlands (Photo: W. Braam).

The alternate compound trifoliate leaves have long (2-20 cm) petioles. The leaflets are ovate to elliptic, with smooth, irregularly serrate, or slightly dentate margins. The leaflets are glabrous to puberulent above, often with minute curled hairs on the upper mid-vein near the base. Posteriorly, the leaflets are glabrous to velutinous, often with tufts of hairs on the main vein axils. The lateral leaflets are mostly 2.5-18 cm long, 1.0-10.0 cm wide and truncate to obtuse with petiolules less than 0.1-1.2 cm long. The terminal leaflet blade is 2.5-17.0 cm long, 2-13.0 cm wide, obtuse, subcordate, or truncate at the base, with the widest part generally below the centre and with petiolules 0.5-6.0 cm long. In autumn the leaves colour changes to yellow to orange and occasionally red or bronze (Fig. 3.2).

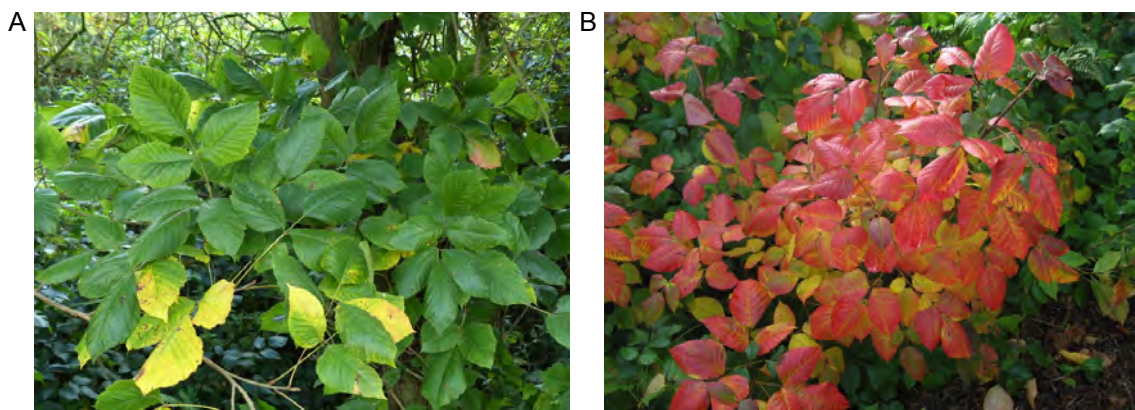


Figure 3.2: Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) A: Summer and B: Autumn colours (Photos: R. Beringen and J. van Valkenburg).

The inflorescence is an axillary up to 1 dm long panicle. The pedicels are pilose and 2-5 mm long. The deciduous bracts are deltoid to lanceolate, 0.7-10 mm long and 0.5-3 mm at the widest point. The five sepals are deltoid-ovate, 1 mm long and 2-4 mm wide. The five cream to yellow-green, dark veined petals are 2-5 mm long and 2-5 mm wide, reflexed in male and recurved in female flowers. The 5 anthers are 1-1.5 mm long and 0.5-1.1 mm wide. The white filaments are 1.3-1.8 mm long. An individual plant may have perfect flowers, staminate flowers only, pistillate flowers only, or both staminate and pistillate flowers (Fig. 3.3).

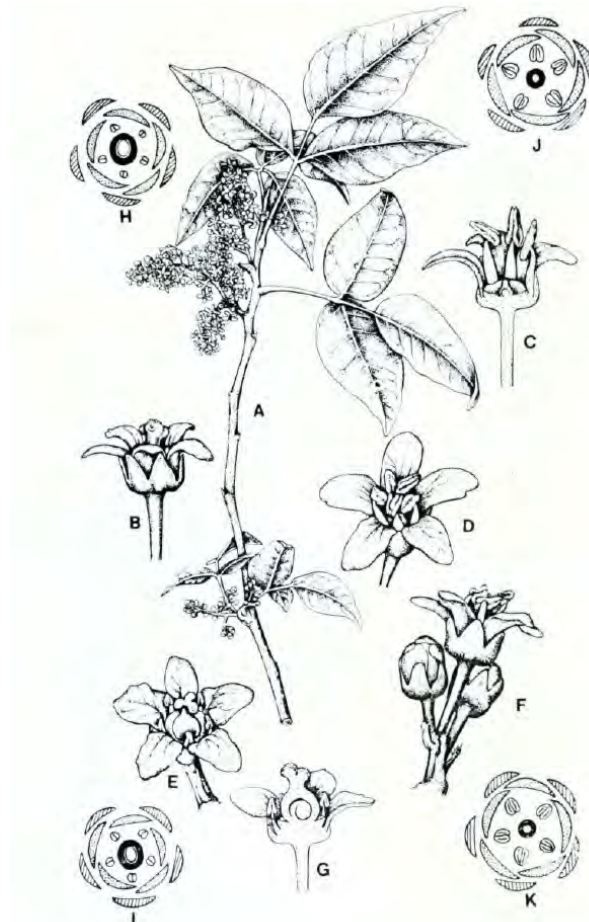


Figure 3.3: Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) flowers. The photo is of male (♂) flowers (Photo: W. Braam; drawing by Priscilla Fawcett, from Gillis (1971), accessed from <http://www.biodiversitylibrary.org/>).

A: habitus flowering branch, B & E: female flower, C & D: male flower, F: ultimate branch of inflorescence, G: long section of female flower, H & I: floral diagrams of female flowers, J & K: floral diagrams of male flowers.

The fruit is a hard, cream, yellow or tan coloured drupe, globose to globose-reniform, sometimes laterally flattened, 0.25-0.7 cm across and 0.15-0.65 cm wide (Fig. 3.4). The exocarp is glabrous to bristly, becoming papery upon ripening, readily separating from the mesocarp, later deciduous. The mesocarp shows black striae in a white, waxy matrix. The endocarp is dun-coloured and bony.



Figure 3.4: Fruits of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) (Photo: J. van Valkenburg; drawing by Priscilla Fawcett, from Gillis (1971), accessed from <http://www.biodiversitylibrary.org/>).

A: habitus, B: intact fruits, C: fruit with portion of exocarp removed, D: fruit with exocarp removed, showing striated endocarp, the form of the usual propagule.

3.3. Differences with visually similar species

In North America eastern poison ivy (*T. radicans*) may be confused with other *Toxicodendron* species such as western poison ivy (*T. rydbergii*), eastern poison oak (*T. pubescens*) and western poison oak (*T. diversilobum*). All these species release the human allergen urushiol when the leaf or other plant parts are bruised, damaged, or burnt. The latter three species can be differentiated from other non-poisonous species by their alternate, deciduous, compound leaves, consisting of three leaflets. This arrangement has often been used in campaigns to assist the public in identifying allergenic plants ("Leaves of three, Let them be!"). The petiole of the top-leaflet is usually much longer than the petioles of both lateral leaflets in all species. When the leaves are bruised the resin seeps to the leaf surface, turns black and forms black spots. The leaflet margins of both poison oak species are usually deeply lobed and resemble oak leaves; The leaflet margins of both poison ivy species are flat, toothed, or only slightly lobed.

In North America, *T. radicans* is often mistaken for Virginia creeper (*Parthenocissus quinquefolia*). This is a common, nontoxic, native vine which has a similar growth habit to *T. radicans* but typically has five leaflets instead of three. The aerial roots of Virginia creeper terminate in flat adhesive discs whereas these are absent in *T. radicans* (Baker, 2012; Guin, 1980). Box elder saplings (*Acer negundo*) also resemble *T. radicans*. These plants also feature three leaflets, however the leaves are not alternate but opposed in *A. negundo*. Both *A. negundo* and *P. quinquefolia* are naturalised in the Netherlands.

3.4. Reproduction

T. radicans spreads extensively by means of scandent stems that root along their whole lengths and below-ground rhizomes that send up shoots frequently (Fig. 3.5).



Figure 3.5: Rooting tiller displaying vegetative reproduction of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) at the Vangdijk, Friesland, the Netherlands (Photo: R. Beringen).

There are different opinions about the distribution of male and female flowers. Most authors state that *T. radicans* is dioecious (e.g. Gillis, 1971). Others state that an individual plant may have perfect flowers, staminate flowers only, pistillate flowers only, or both staminate and pistillate flowers (e.g. Hilty, 2014). The flowers are not specialized for any particular pollinator type and are visited by ants, bees, beetles, butterflies, flies, true bugs, and wasps. Bees (*Apis* spp., *Andrena* spp.), wasps and ants appear to be the most important pollinators (Senchina, 2008a). The fruits are eaten and dispersed by numerous birds and mammals during fall, winter, and spring, and occasionally dispersed by water flow (USDA Forest Service, 2014; Vazquez & Givnish, 1998; Schneider & Sharitz, 1988).

3.5. Life cycle

T. radicans is a deciduous vine with leaves that emerge in early May in the Netherlands. At first the leaves are tinged with red, but turn green by the end of May. Flowering occurs in late May or early July in the Netherlands, and lasts for approximately two to three weeks. Each flower is replaced by a drupe that contains a single seed. The drupes are green when young, subsequently maturing during the Autumn and can persist through the winter. The leaves develop their Autumn colours in October and shed in late October or early November. Young plants firstly produce seeds at the age of three years (Gillis, 1971). Seeds of *T. radicans* must be scarified and / or cold-stratified for long periods (three to four months) for germination to occur. Germination tests from soils indicate that *T. radicans* forms a persistent seed bank (USDA Forest Service, 2014).

4. Habitat characteristics

4.1. Habitat description

At the Vangdijk, Friesland, the Netherlands poison ivy (*Toxicodendron radicans*) grows abundantly along a stretch of more than 400 metres. *T. radicans* doesn't root in the most water saturated zone near the bank of the lake. The vegetation on the top of the dike is mowed. In this relatively dry location *T. radicans* is still present with very short shoots (Fig. 4.1).



Figure 4.1: Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) growing at a relatively dry, regularly mowed location at the Vangdijk, Friesland, the Netherlands. (Photo: R. Beringen).

In its native range, *T. radicans* establishes in forests, fields, on the margins of ponds and lakes, riparian areas, seasonally or intermittently flooded areas, marshes, swamps, dry barren flats, slopes, cliffs, rocky ridges and urban environments such as parks, road sides, gardens, railway tracks, vacant lots and is found abundantly at low elevations (NIOSH, 2014; USDA Forest Service, 2014; Francis, 2003). The abundance of *T. radicans* is often higher on forest margins and clearings due to increased temperature, decreased relative humidity, increased wind turbulence, and the availability of suitable supporting vegetation near forest edges (USDA Forest Service, 2014). Table 4.1 gives an overview of the physiological tolerances of poison ivy (*T. radicans*).

Table 4.1: Physiological conditions tolerated by poison ivy (*Toxicodendron radicans*).

Parameter	Data origin	Occurrence	References
pH	United States	3.6-6.5	Artigas & Boerner, 1989; Gilliam & Christensen, 1986; Gillis, 1971
Average temperature (°C)	United States	4-22	Francis, 2003; Vincent <i>et al.</i> , 1986; Abrahamson <i>et al.</i> , 1984
	The Netherlands	9.3-11.1	KNMI, 2014
Rainfall (mm)	North America	391 - 1572	Egler, 1952; Francis, 2003
Substrate		clay, silty, loamy and sandy soils	Francis, 2003; Brockway <i>et al.</i> , 2009; Freeman & Dick-Peddie, 1970; Gilliam & Christensen, 1986; Hamilton & Limbird, 1982

Temperature

T. radicans appears to grow in a wide range of temperature conditions reflected in its North American native range which extends from Canada through the United States to

Mexico. The plant is able to grow in semiarid (Hladek, 1971; Tolstead, 1942) humid (Robertson *et al.*, 1978; Weber, 1990), subtropical, and tropical regions of the United States (USDA Forest Service, 2014). However, *T. radicans* is intolerant of extreme cold. In Canada, horizontal root sections and vertical stems are often killed during winter (Mulligan & Junkins, 1977; USDA Forest Service, 2014). Many other temperate, woody, tree climbing vines (lianas) have special adaptations to avoid freezing which will damage and ultimately kill the plant (Sperry *et al.*, 1987; Schnitzer, 2005). In temperate forests, *T. radicans* produces leaves relatively late in spring, and drops its leaves much earlier in autumn than its host trees. This is probably due to its vulnerability to freezing and results in a relatively short growing season compared to many shrubs and trees (Stiles, 1982; Schnitzer, 2005). *T. radicans* grows for 150 days in the northern extent of its range at a mean annual temperature of 5.3 °C (Francis, 2003). In the United States and Canada, *T. radicans* tolerates average annual temperatures ranging from 4 °C to 22 °C (Vincent *et al.*, 1986; Abrahamson *et al.*, 1984). In these regions, the average number of frost days ranges from 0 to 111 (Egler, 1952; Ralston, 1960; USDA Forest Service, 2014). Where *T. radicans* grows at the Vangdijk, the Netherlands, average year temperature ranges between 9.3 and 11.1 °C and long term average year temperatures are about 9.6 °C (KNMI, 2014).

Light

T. radicans grows in full sunlight but is most abundant in moderately shaded locations (Gillis, 1971; Hayes & Garrison, 1960; Francis, 2003). At the Vangdijk, the Netherlands *T. radicans* is dominant in non-shaded spots. The plant is less abundant at the most shaded spots where some specimens of *Dryopteris dilatata* and *Dryopteris filix-mas* are present (R. Beringen, personal observation). Evidence from a number of surveys in the United States indicate that *T. radicans* prefers locations where the tree canopy is partially closed e.g. in Minnesota, the frequency of poison ivies peaked at 55% coverage when the canopy was 22% closed (USDA Forest Service, 2014). In south-western Illinois, researchers concluded that *T. radicans* was intolerant of heavy shade (Shotola *et al.*, 1992). In a Massachusetts hardwood forest, *T. radicans* was more present at the forest edges presumably due to greater light availability (Buron *et al.*, 1998). Moreover, in New York State, *T. radicans* was observed to prefer medium (60-85 m²) to large (120-190 m²) canopy gaps while in Missouri coniferous forests, *T. radicans* was observed to prefer canopy gaps averaging 210 m² over a closed canopy (Anderson & Leopold, 2002; Stambaugh *et al.*, 2002). On the other hand, in a mixed pine-hardwood baygall in west-central Louisiana, *T. radicans* abundance increased as the canopy closed over a 15 year period, while in a mixed hardwood forest in New London, Connecticut, *T. radicans* coverage did not change substantially over 45 years, despite tree mortality that led to an increase in light penetration (Allen *et al.*, 2004; Goslee *et al.*, 2005; USDA Forest Service, 2014).

T. radicans spp. *radicans* may be better able to persist in closed-canopy forests than other sub-species due to its ability to access light by climbing into the forest canopy (Ladwig & Meiners, 2010; USDA Forest Service, 2014). However, in northern deciduous forests woody vines remain in leaf for a shorter duration than their host trees and are unable to take advantage of increased light in early spring or late autumn, whereas competing plants may benefit from photosynthesis occurring during these periods (Harrington *et al.*, 1989; Schnitzer *et al.*, 2008).

Substrate

T. radicans prefers high nutrient, moist but well-drained soils, although the plant tolerates a wide range of fertility, moisture, and other conditions. *T. radicans*, grows in clay, silty, loamy and sandy soils (Francis, 2003; Brockway *et al.*, 2009; Freeman & Dick-Peddie, 1970; Gilliam & Christensen, 1986; Hamilton & Limbird, 1982). The soil at the location where *T. radicans* thrives best at the Vangdijk in the Netherlands consists of moist, rather heavy clay with an organically enriched top layer of over 40 cm (Fig. 4.2). Litter is decomposed very well, probably due to the high numbers of earthworms. It also occurs at locations dominated by rocks, stones, cobbles and gravel (Johnston, 1987; Lauver *et al.*, 1999; USDA Forest Service, 2014).



Figure 4.2: Soil taken from an area of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) growth at the Vangdijk, the Netherlands. (Photo: R. Beringen).

T. radicans requires a stable surface for root attachment when climbing, as opposed to rapidly exfoliating or crumbling bark (Stevens, 1987; Talley *et al.*, 1996). In a survey by Talley *et al.* (1996) of a southern deciduous hardwood forest in Alabama, USA, shagbark hickory (*Carya ovata*) was found to be the most favoured host of *T. radicans*. This tree has exfoliating bark, however the large, thick plates have a hard surface and are strongly attached to the trunk, persisting for many years. The authors suggested that the crevices in the bark provided favourable attachment points for the vine (Talley *et al.*, 1996). Inhibition of germination and seedling growth may occur due to allelochemical interactions between vine species and their hosts. For example, extracts of the barks of the North American tree species' eastern black walnut (*Juglans nigra*) and the common sassafras (*Sassafras albidum*), inhibited germination and seedling growth in *T. radicans*, relative to bark extract of *C. ovata* (Talley *et al.*, 1996). *S. albidum* bark contains safrole, ox-pinene, ox-phellandrene, camphor, and eugenol, that are phytotoxic (Gant & Clebsch, 1975; Talley *et al.*, 1996).

Nutrients

T. radicans occurs in soils of all nutrient types but favours nutrient rich conditions (Francis, 2003). In Florida, USA, *T. radicans* was an important species in baldcypress

(*Taxodium distichum* var. *distichum*) stands growing on soils with high phosphorus levels (Nessel & Bayley, 1984). Poison ivies were dominant in the understory of a forest community in Wisconsin, USA, featuring sandy soils with poor to medium nutrient content (Kotar *et al.*, 1988). Poison-ivies seem to prefer soils rich in calcium. In the laboratory, poison-ivy seeds germinated in a calcium-poor solution but died soon after (Gillis, 1971). Moreover, *T. radicans* abundance increased with increased soil calcium content in north-central Florida pondcypress (*Taxodium ascendens*) stands (USDA Forest Service, 2014).

pH

T. radicans tolerates a wide range of pH, occurring in extremely acidic to moderately alkaline soils but grows best in circum-neutral soils (Francis, 2003). However, it has been reported from soils with pH ranging from 3.6 to 6.5 (Artigas & Boerner, 1989; Gilliam & Christensen, 1986; Gillis, 1971), suggesting an acidic tolerance.

Rainfall

In the United States and Canada, *T. radicans* occurs at locations with a mean annual rainfall ranging from 391 mm to 1572 mm (Egler, 1952; Francis, 2003). However, the plant appears to be intolerant of drought. In the 1980s, following a severe drought in Tennessee, USA, the number *T. radicans* growing sites was reduced by half (Faulkner *et al.*, 1989). In New Jersey, *T. radicans* cover suffered an overall reduction among six old fields in response to drought, returning to pre-drought levels after two years. The authors defined *T. radicans* as a drought susceptible species (Yurkonis & Meiners, 2006).

Flooding

T. radicans appears to tolerate flooding. For example, in Florida swamps, *T. radicans* survives flooding and tolerates oligohaline water (Francis, 2003). Moreover, flooding may stimulate *T. radicans* growth after flood waters have receded following an initial decline. For example, *T. radicans* abundance was lower than that of control sites two years after controlled flooding experiments in red maple-green ash (*Acer rubrum-Fraxinus pennsylvanica*) wetland reservoirs in New York, USA. However, eighteen years after flooding, *T. radicans* density exceeded that of the control sites (Deller & Balddassare, 1998). Moreover, following a 105 day flood in a hardwood forest along the Mississippi River in Louisiana, USA, submerged *T. radicans* plants were killed, whereas those with leaves above water survived. The stems of surviving plants sprouted vigorously after the flood water receded and forty-three days following the flood, *T. radicans* coverage was greater than coverage before the flood, although the difference was not statistically significant (Noble & Murphy, 1975). On the other hand, *T. radicans* in north-central Florida *T. ascendens* stands decreased in importance with increased flood depth (USDA Forest Service, 2014).

Climate change

T. radicans, may benefit from increasing temperatures and carbon dioxide levels associated with climate change (Londré & Schnitzer, 2006; Schnitzer *et al.*, 2008). Under experimentally elevated levels of atmospheric carbon dioxide, even small (100 mmol mol) changes resulted in increased photosynthesis, water-use efficiency, growth,

and population biomass in *T. radicans*. This suggests that rate of spread and ability to recover from herbivory may be enhanced as a result of increased atmospheric carbon dioxide. Moreover, plants exposed to elevated carbon dioxide also produced more urushiol, suggesting that *T. radicans* may also become more noxious (Mohan *et al.*, 2006; USDA Forest Service, 2014; Ziska *et al.*, 2007). In situ observations have indicated that vines are likely to benefit relative to trees as a result of atmospheric CO₂ increase (Belote *et al.*, 2004; Phillips *et al.*, 2002). Vines may allocate more energy to additional leaf area rather than to support structures (Sasek & Strain, 1990; Tsugawa *et al.*, 1980), resulting in a competitive advantage (Ziska *et al.*, 2007).

Global atmospheric CO₂ levels have increased by 40% over the last 150 years, with nearly 60% of this rise taking place after 1958 (Keeling & Whorf, 2005; Schnitzer *et al.*, 2008). Mean winter temperatures have increased by 2.4 °C. Despite this, poison ivy was the only liana species to decrease in abundance significantly during 45 years in mixed-hardwood forests in Wisconsin (USDA Forest Service, 2014). Moreover, Forrester *et al.* (2006) reported that poison ivy ground cover decreased from nearly 10% to 1% between 1967 and 1986 in an old growth maritime forest in New York, USA (Schnitzer *et al.*, 2008). This suggested that *T. radicans* was limited by factors other than carbon dioxide levels such as increases in the deer population, light availability, freezing winters and that CO₂ concentrations may not yet have reached levels for liana species to overcome such limiting factors (Schnitzer *et al.*, 2008). Growth increase in relation to increased CO₂ concentration may be outweighed by changes in other more influential natural microhabitat variables such as in light or soil nutrients. Moreover, the large step change in CO₂ concentration associated with experimental studies may lead to results that differ from what would occur following a relatively gradual increase in atmospheric CO₂ concentration (Schnitzer *et al.*, 2008).

4.2. Associations with other species

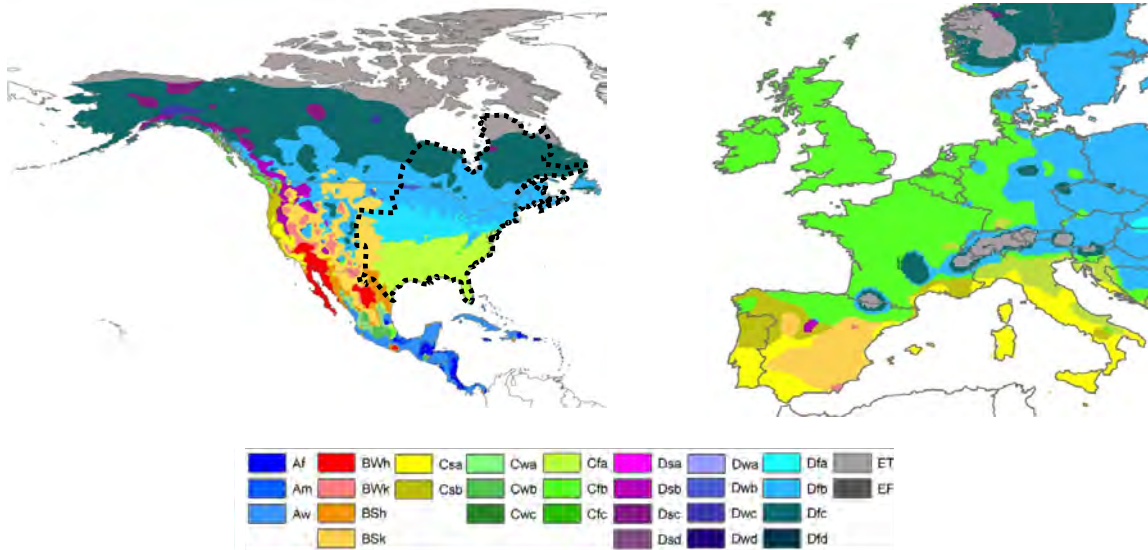
Poison-ivies are mostly found in riparian, floodplain and wetland communities but also occur in woodlands, conifer forests, mixed hardwood-conifer forests and upland hardwood forests (Gillis, 1971; Natureserve, 2004; Taft, 2003; NIOSH, 2014). They may also occur in grassland environments (Adams *et al.*, 1982; Becker, 1989; Heisler *et al.*, 2003; Heslinga & Grese, 2010).

At the Vangdijk, the Netherlands, the vegetation consists of woody species comprising mainly Willow (*Salix alba*) and Hawthorn (*Crataegus monogyna*). *Quercus robur*, *Sambucus nigra*, *Ilex europaea* and *Sorbus aucuparia* are also present in small numbers. *T. radicans* ascends up to more than five metres into the *S. alba* and *C. monogyna* canopies. *T. radicans* forms a mat in understory at this location, in which only some tall herbs such as *Phragmites australis*, *Urtica dioica*, *Carex acutiformis*, *Iris pseudacorus*, *Angelica sylvestris* and *Eupatorium cannabinum*, some shrubs such as *Rubus fruticosus*, *Ribes rubrum*, *Rosa canina* and *Salix cinerea* and climbing species like *Galium aparine*, *Convolvulus sepium*, *Hedera helix*, *Solanum dulcamara* and *Lonicera periclymenum* can survive. At the mowed zone near the bicycle path *T. radicans* is accompanied by grassland species such as *Glechoma hederacea*, *Anthriscus sylvestris*, *Poa trivialis*, *Lolium perenne*, *Rumex acetosa*, *Ranunculus repens*, *Plantago lanceolata*, *Dactylis glomerata*, *Holcus lanatus* and *Ranunculus acris*.

4.3. Climate match and bio-geographical comparison

A comparison of climate and biogeography was made between *T. radicans*'s U.S. and Canadian native range and the Netherlands.

Koppen-Geiger climate classification

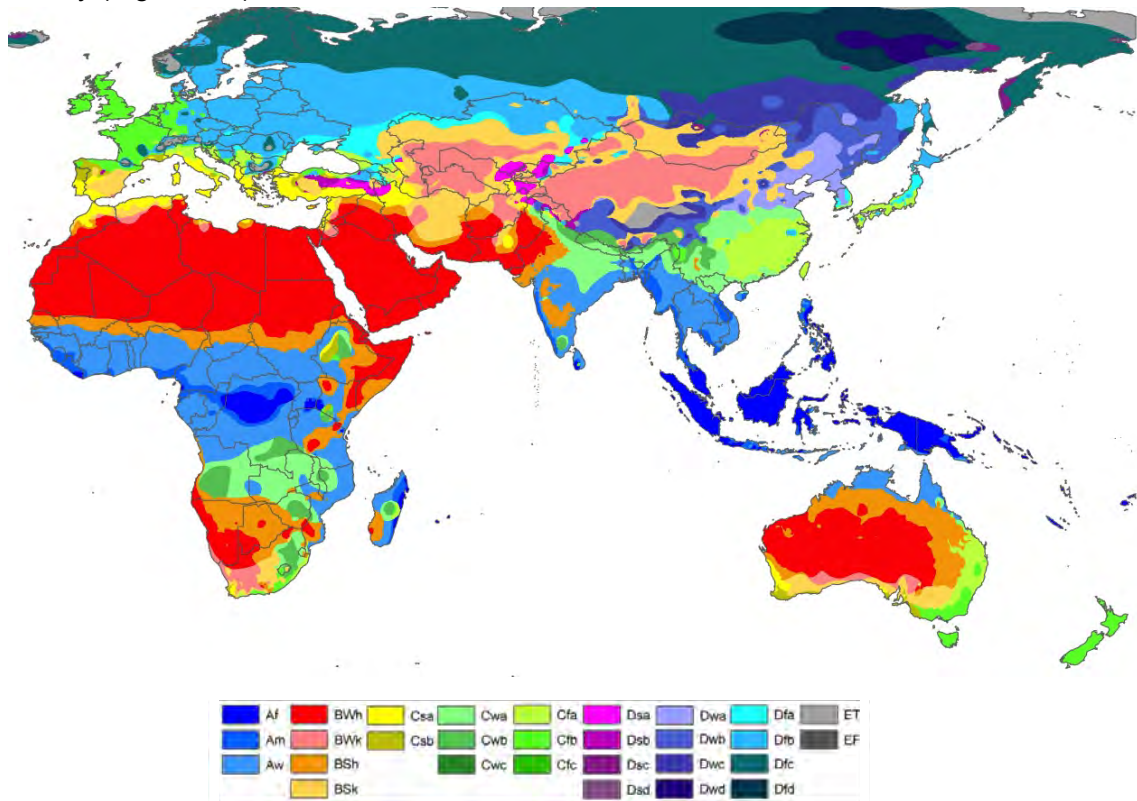


Main climates		Precipitation		Temperature		
A: equatorial	D: snow	W: desert	s: summer dry	h: hot arid	b: warm summer	f: polar frost
B: arid	E: polar	S: steppe	w: winter dry	k: cold arid	c: cool summer	t: polar tundra
C: warm		f: fully humid	m: monsoonal	a: hot summer	d: extremely continental	

Figure 4.3: Poison ivy's (*Toxicodendron radicans*'s) native U.S. and Canadian range (·) climate matched to the Netherlands (region Cfb and Dfb). Adapted from Peel *et al.* (2007a,b).

The Koppen-Geiger climate classification bases its climate maps on recent data sets from the Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) at the German Weather Service and the Climatic Research Unit (CRU) of the University of East Anglia in the United Kingdom (Peel *et al.*, 2007a,b; Rubel & Kottek, 2010). Climate regions are based on three elements: main climate, precipitation and air temperature. The Netherlands lies mainly within region Cfb which is defined as warm temperate, fully humid, with a warm summer. The location where *T. radicans* grows in the Netherlands lies within this area. The Cfb classification matches two relatively small areas within the native range of *T. radicans* in the United States of America. A relatively small area on the eastern border of the Netherlands with Germany is classified within region Dfb which is defined as snow, fully humid, with a warm summer. Region Dfb covers a broader area in *T. radicans* native range, limited to the northern United States and southern Canada (Peel *et al.*, 2007a,b; Rubel & Kottek, 2010; <http://koeppen-geiger.vu-wien.ac.at/>, figure 4.3). It should be noted that climate appears to have a strong influence on *T. radicans* growth form, which may in turn influence the level of its ecological impacts. In much of the eastern and mid-western regions of the United States, *T. radicans* grows as a large climbing woody vine. However, at the extreme northern limit of its American and Canadian range, *T. radicans* occurs only as a low-growing, trailing vine (Voss, 1985).

T. radicans is naturalised in Italy and possibly Northern France (Dep. Seine-Maritime) (EPPO, 2014; [Tela Botanica, 2014](#)). According to the Koppen-Geiger climate classification, the Netherlands is climate matched with the northern half of France and partially climate matched with the southern half of France and the northernmost regions of Italy (Figure 4.4).



Main climates		Precipitation		Temperature		
A: equatorial	D: snow	W: desert	s: summer dry	h: hot arid	b: warm summer	f: polar frost
B: arid	E: polar	S: steppe	w: winter dry	k: cold arid	c: cool summer	t: polar tundra
C: warm		f: fully humid	m: monsoonal	a: hot summer	d: extremely continental	

Figure 4.4: The Netherlands (region Cfb and Dfb) and countries where poison ivy (*Toxicodendron radicans*) has become naturalised and invasive. Adapted from Peel *et al.* (2007a,b).

5. Distribution, dispersal and invasiveness

5.1. Global distribution

Figure 5.1 gives an overview of its current world distribution in nature. It should be noted that a single record of *T. radicans* in free nature was enough to categorise a country as colonised. Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) is widely distributed and abundant with a native range covering the northern United States (Connecticut, Indiana, Maine, Massachusetts, Michigan, New Jersey, New York, Ohio, Pennsylvania, Rhode Island, Vermont, West Virginia, Illinois, Iowa, Kansas, Minnesota, Missouri, Nebraska, Oklahoma, Wisconsin); south-eastern United States (Alabama, Arkansas, District of Columbia, Florida, Georgia, Kentucky, Louisiana, Maryland, Mississippi, North Carolina, South Carolina, Tennessee, Virginia), south-central United States (Texas) and south-western United States (Arizona) (Francis, 2003; Mohan *et al.*, 2006; USDA Forest Service, 2014). *T. radicans* is also native to Canada, Bermuda, Guatemala, the western Bahamas, Mexico, Japan, China, Taiwan, and Russia (Kurile Islands, Sakhalin) (Shishkin, 1949; Cronquist *et al.*, 1997; Gillis, 1971; Godfrey, 1988;; USDA Forest Service, 2014; Mohan *et al.*, 2006). A second Russian source does not list *T. radicans* as part of the Russian flora (Cezerpanov, 2007). This maybe because Shishkin (1949) lists *T. radicans* spp. *orientale* as *T. orientale*. However, Shishkin (1949) does state that *T. radicans* was planted in many botanical gardens in southern Russia.

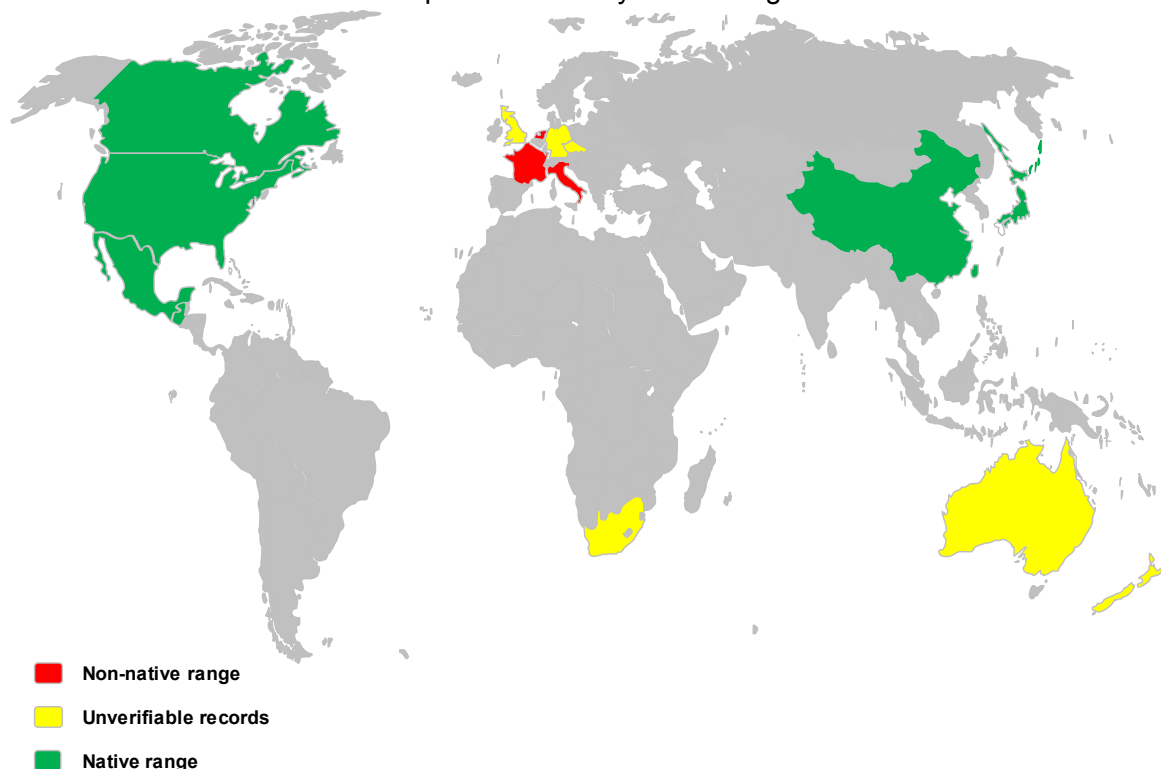


Figure 5.1: International distribution of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) based on published sources.

T. radicans has been introduced to Europe where it is naturalised in Italy, France, and possibly Germany and western regions of the Czech Republic (Linskens, 1982; Celesti-Grapow *et al.*, 2009; EPPO, 2014; [Tela Botanica, 2014](#)). In Italy, *T. radicans* occurs on

the Ligurian coast where climbers are reported to have suffered from contact dermatitis associated with the plant and possibly south Tyrol (Linskens, 1982; Suimonti.it, 2014). In Germany, the plant is mostly found in botanical gardens, however there is one report from 2009 of *T. radicans* growing in a communal garden in Dachau, Bavaria (Pflanzenschutz, 2014). There are also examples of isolated introductions of *T. radicans* to private gardens in Germany and Wales. In these cases plants were imported by the public following holidays in North America (Walker *et al.*, 2003; Schauder *et al.*, 2006). In Wales the plant grew but never flowered. Records from the New Forest in the United Kingdom have been reported however these are potentially unreliable and could not be verified (M. Rand, botanical recorder for south Hampshire, UK, pers. comm.).

Reports from outside Europe suggest that the plant has become invasive in Australia and New Zealand and caused reported cases of contact dermatitis (Apted, 1978; Mohan *et al.*, 2006). However, other sources suggest that the plant has only been occasionally planted in these countries or do not list it as naturalised in Australia (J. van Valkenburg, pers. comm.; Randall, 2007; Richardson *et al.*, 2011). *T. radicans* may have been introduced to South Africa (Ross, 1959; Mohan *et al.*, 2006), however this could not be verified (J. van Valkenburg, pers. comm.).

5.2. Current distribution in the Netherlands

5.2.1 Geographical distribution and trends in range extension



Figure 5.2: Distribution of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) in the Netherlands (Data source: see chapter 2.2).

Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) is naturalised at a single location in the Netherlands in the municipality of Sudwest Fryslân in the southwest of the province of Friesland (Fig. 5.2). A few old records from the province of Brabant resulted from errors in plant identification and are therefore invalid. The Dutch herbalists archive (Nederlands Kruidkundig Archief) mentions a possible specimen record from 1904 of *T. radicans* recorded as '*Rhus toxicodendron?*' collected by Blijdenstein from the Lonneker area in the province of Overijssel (Goethart, 1905). However, the question mark suggests that there was some doubt over its correct identification. More recent records from this area do not exist and, as the kilometre squares covering this location have been recently well surveyed, it is unlikely that *T. radicans* is still present here.

Table 5.1: Botanical gardens in the Netherlands that grow poison ivy (*Toxicodendron radicans*).

Name	Location	Number of plants	Produce seeds?	Produce seedlings?	Comment
Botanische tuin Utrecht	Utrecht	1	Yes	No	Clearly marked with warnings
Botanische tuin Delft	Delft	0	No	?	Recently removed
Botanische tuin Leiden	Leiden	1	?	?	
Hortus Botanicus Amsterdam	Amsterdam	1	?	?	1 of 2 plants recently removed
Openluchtmuseum Arnhem	Arnhem	2	?	?	1 of 2 plants in the process of being removed
Hortus Alkmaar*	Alkmaar	1	No	No	Clearly marked with warnings

*Has a store of seeds, however, due to age these may not be fertile.

A survey of botanical gardens in the Netherlands revealed that five botanical gardens grow *T. radicans* as part of their collection (Table 5.1). One grew *T. radicans* recently in a container as part of an exhibition (Fig. 5.3), however in their garden the plant has recently been removed.



Figure 5.3: Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) at an exhibition of invasive plants (“Plaagplanten”) in the Botanical garden at Delft University (Photo: R. Leuven).

The record in Friesland lies on the Vangdijk between the lakes Morra and Vogelhoek. The species was planted in 1919 to strengthen the dike (van der Ploeg, 1966; RIVM, 2014). The plant grew abundantly and was present along the entire length of the east side of the dike in 1965 (van der Ploeg, 1966). A survey in October 2009 revealed that the plant remained abundant on the east side and the plant was discovered growing at one location on the west side of the dike (Weijts & van Valkenburg, unpublished). When the location was revisited in October 2014, a total of four locations of *T. radicans* growth were observed on the west side of the dike. Both male and female plants were present. The slopes and the base of the dike are overgrown with a thicket of mostly hawthorns and willows. *T. radicans* was growing abundantly over a length of over 400 metres along the surface and was observed locally to have climbed to more than five metres into hawthorn and willow trees. The total area on which the plant grows is estimated to be over a quarter (0.27) acre (Fig. 5.4). Growth is centered over the dike and a cycle path. The verges of the cycle path are regularly mowed by the municipality and are, for the most part, free of *T. radicans*. To the west of the bike path, *T. radicans* grows only across the ground and has not yet climbed into bushes. No evidence of further dispersal and growth was observed in the immediate vicinity of the Vangdijk.

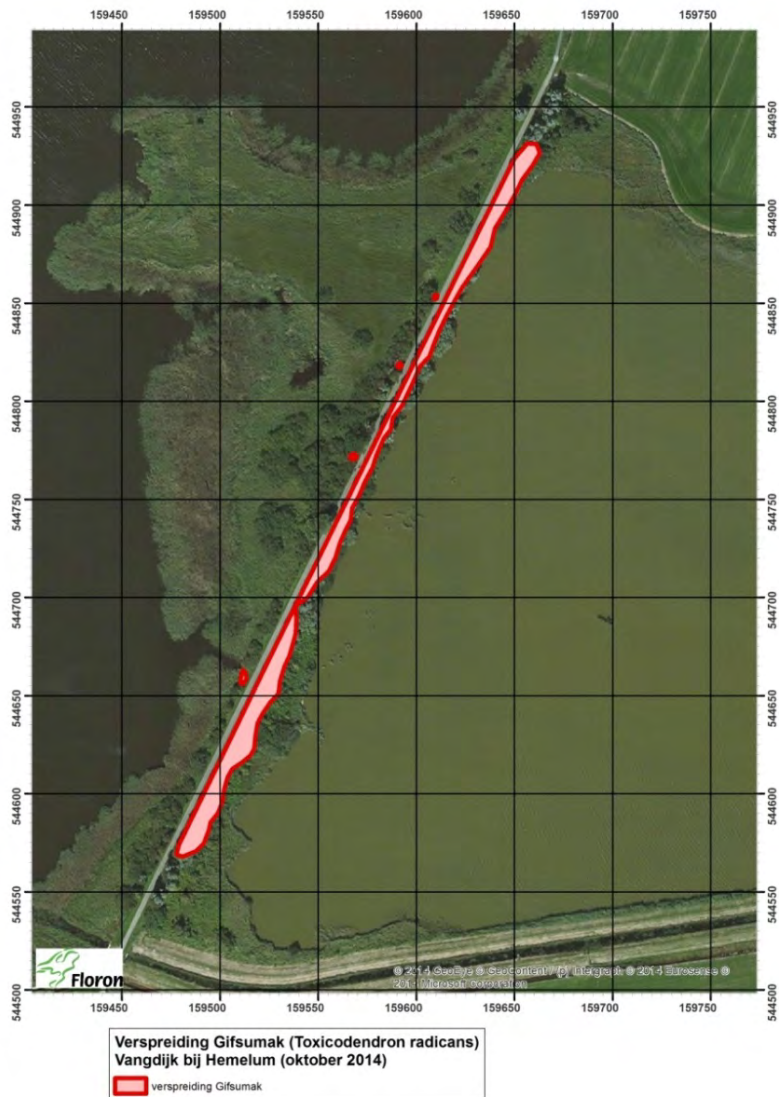


Figure 5.4: Distribution of poison ivy along the Vangdijk, October 2014 (grid squares 50x50 metres).

It can be concluded that the plant in the past, almost 100 years, has spread minimally beyond the location where it was originally planted. In recent years, *T. radicans* has established at a few locations lying about five metres away from the original habitat. It is not clear whether the new growth sites have developed as a result of roots that have grown under the bicycle path or through seed dispersal. Both male and female flowers were observed and seeds obtained from the plants on the Vangdijk are able to germinate (J.L.C.H. van Valkenburg, pers. comm.). Therefore, colonisation of other locations by *T. radicans* as a result of seed dispersal cannot be ruled out.

5.2.2. Colonisation of high conservation value habitats

The location at the Vangdijk is located entirely within the Natura 2000 area 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving' according to the European Habitat Directive and Bird Directive. The habitats in this Natura 2000 area are 'H3150 - Natural eutrophic lakes with Magnopotamion or Hydrocharition-type vegetation' and 'H6430 - Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels'. Marsh sow thistle (*Sonchus palustris*) is a characteristic species of habitat-type H6430. A few individuals of this species grow on the eastern side of the Vangdijk.

5.3. Pathways and vectors for dispersal

An overview of the potential vectors and dispersal mechanisms of *T. radicans* is given in table 5.2.

5.3.1. Dispersal potential by natural means

In its native range, *T. radicans* is dispersed naturally by mammals and birds either following ingestion of the fleshy fruit or when dropped. Senchina (2008b) reports that people, deer, cows, goats, muskrats play a role in the dispersal of *T. radicans* seeds in North America. These species are also present in the Netherlands. Rabbits may also play a role in dispersal, however, it is unlikely that rabbits will act as dispersal vectors from the location at the Vangdijk. In its North American range, at least 75 species of birds, such as wild turkeys (*Meleagris gallopavo*), northern bobwhites (*Colinus virginianus*), ruffed grouse (*Bonasa umbellus*), and sharp-tailed grouse (*Tympanuchus phasianellus*), eat the fruits and seeds of *T. radicans* (e.g. Baird, 1980; Hayes & Garrison, 1960; Hunter, 2000; Krefling & Roe, 1949; Mulligan & Junkins, 1977; USDA Forest Service, 2014). Senchina (2008b) names a large number of bird species as potential dispersal vectors for *T. radicans* in North America, including the European starling (*Sturnus vulgaris*). Mammals including bears, mule deer, white-tailed deer, moose, foxes, woodchucks, muskrats, rabbits, squirrels, woodrats, and mice consume the leaves, stems, and fruits (e.g. Halls, 1977; Hunter, 2000; Nixon *et al.*, 1970; Penner *et al.*, 1999; Swihart, 1990; Terrel, 1972, USDA Forest Service, 2014). A Canadian study concluded that ruffed grouse (*Bonasa umbellus*), red squirrels (*Tamiasciurus hudsonicus*) and grey squirrels (*Sciurus carolinensis*) were most commonly observed to feed on the fruits of *T. radicans*. Germination of seeds derived from *B. umbellus* faeces germinated similarly to seeds obtained directly from *T. radicans* plants. Squirrels behaved as seed predators by removing the exocarps and mesocarps of fruits and

eating the seeds. However, squirrels also dispersed viable seeds by dropping individual fruits or entire infructescences during transfer to dining or caching sites and therefore can be viewed as effective dispersal agents (Penner *et al.*, 1999). Dispersal occurs more frequently under the branches of trees and forest edges as frugivorous birds are more likely to feed at these locations (Londré & Schnitzer, 2006; Hardin, 1988). Moreover, rodents may predate on seeds dropped by other mammals and birds, particularly under dense vegetation (Hulme, 1998; Kollmann, 2000). Heavy browsing by livestock may occur and sometimes reduces the local abundance of poison ivies (USDA Forest Service, 2014). Wildlife and livestock do not suffer ill effects from eating *T. radicans* vegetation or fruit (Coile, 1996; Hayes & Garrison, 1960; USDA Forest Service, 2014). Fruits that remain untouched may deposit beneath the plant in spring (USDA Forest Service, 2014). Occasionally flowing water may act as a dispersal vector (Vazquez & Givnish, 1998; Schneider & Sharitz, 1988).

T. radicans has been present at a single location at the Vangdijk in Friesland where it has flourished since 1966, covering the entire length of the dike. In general, *T. radicans* is able to reproduce in two ways, vegetatively through branching, fragmentation and subsequent root production, and through seed dispersal (predominantly zoochory). Frugivorous birds are the most important dispersers of fleshy-fruited species in temperate Europe (Kollmann, 1994; Kollmann, 2000). However, despite prolific fruit production, *T. radicans* appears unattractive to local frugivorous birds (Weijs & van Valkenburg, unpublished). At the Vangdijk, birdwatchers have never noticed the fruit of *T. radicans* being consumed by birds, however blackbirds and other members of the thrush family visit hawthorns frequently (personal communication Sietske Rintjema It Fryske Gea). Fruit from the previous year seems to be still present suggesting that fruit remains untouched. Instead *T. radicans* dominates the local flora and appears to have spread vegetatively to an adjoining grass verge (Weijs & van Valkenburg, unpublished) (Figure 5.5). The limited spread of the species since its introduction in 1919 suggests that zoochory is irrelevant to the dispersal of *T. radicans* at the Vangdijk. It is not known why seed spread by birds, such as the *S. vulgaris*, and other animals does not appear to play a role.



Figure 5.5: Possible vegetative spread of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) to a grass verge in Friesland, the Netherlands (Photo: J. van Valkenburg).

5.3.2. Dispersal potential with human assistance

An overview of the potential dispersal vectors and mechanism available to *T. radicans* is given in table 5.2. There are a few examples in literature that describe isolated introductions of *T. radicans* outside of its native range by members of the public. Isolated examples of human mediated transport of cuttings of *T. radicans* to private gardens have occurred in the Netherlands, Wales and Germany (Walker *et al.*, 2003; Schauder *et al.*, 2006; RIVM, 2014). These cases emerged after the garden owners presented at medical centres with symptoms of contact dermatitis. The species may be planted as an ornamental or medicinal plant (Francis, 2003).

Table 5.2: Potential dispersal vectors / mechanisms of poison ivy (*Toxicodendron radicans*).

Vector / mechanism	Source of observation	Examples and relevant information	References
Vegetative reproduction	The Netherlands	Plants appear to have reproduced only vegetatively in Friesland, the Netherlands but does produce seeds.	Weijs & van Valkenburg, unpublished
Birds	North America	Seeds have similar germination potential once excreted by puffed grouse (<i>B. umbellus</i>) as those taken directly from the <i>T. radicans</i> plant.	Malmborg & Willson, 1988; Stiles & White, 1986; Vazquez & Givnish, 1998; Schneider & Sharitz, 1988
Mammals	North America	Red and grey squirrels appear to be a major vector of seed dispersal by dropping fruits.	Stiles & White, 1986; Vazquez & Givnish, 1998; Schneider & Sharitz, 1988; Penner <i>et al.</i> , 1999
Hydrochory	North America	Seed dispersal via flowing water.	Schneider & Sharitz, 1988
Trade	The Netherlands, Slovakia, North America	E-commerce, plants transported in the post.	This study
Hobbyists	North America	Plant swapping, informal buying / selling.	This study

The increase in e-commerce has exacerbated the problem of invasive plant sales, giving retailers the ability to advertise online and send plants in the post (Kay & Hoyle, 2001). E-commerce has allowed importers direct access to customers and increasing access to plants sourced from other countries. Once bought, there is a risk that unwanted plants may be disposed of to the environment. Internet sales and national advertising campaigns result in small quantities of plants being sent by mail to many tens of thousands of hobbyists distributed over wide areas. Moreover, the existence of dedicated websites results in the sharing and swapping of plants nationally and across international borders (Giltrap & Reed, 2009). National and international sales or sharing of plants between individual consumers results in quarantine and regulation problems as small consignments sent by post are difficult to monitor and intercept (Giltrap *et al.*, 2009).

A search of Google.nl using the search term '*Toxicodendron radicans* te koop' returned two retailers who were prepared to supply *T. radicans*, a botanical garden based in the Netherlands that was prepared to supply seeds, and a supplier based in Slovakia who was prepared to supply plants and seeds. It was revealed following email contact with the Dutch retailer that no information was supplied with the seeds and that *T. radicans* is grown in the retailer's botanical garden in the presence of warning signs. However, the seeds were from a supply produced in 2010 and their potential for germination was therefore brought into question. The search terms '*Toxicodendron radicans* buy' and

'*Rhus radicans* buy' both returned a single website aimed at trading between plant hobbyists based in the United States but featuring advertisements from international sellers. The search term 'poison ivy buy' returned one North American website that sold whole plants shipped in sealed bags, however, there were no details available concerning shipment outside of North America. The website recommended *T. radicans* as a deterrent against trespassing on private property. The search terms 'gifsumak te koop' and '*Rhus radicans* buy' returned no results featuring online retailers willing to supply *T. radicans* in any form. None of the retailer's websites visited gave information regarding the invasive nature of *T. radicans* or the importance of avoiding introductions of this species to nature on the retail page of any of the sites visited. The Google.nl search demonstrated the low availability of *T. radicans* from online retailers. Only five out of a total of 300 websites screened from all searches offered plants or seeds for sale, and only one of these was based in the Netherlands. However, the presence of a single online retailer willing to ship examples of *T. radicans* to the Netherlands could facilitate isolated introductions of the species. It should be noted that the number of retail websites advertising *T. radicans* for sale was dwarfed by the number of websites in English and Dutch describing the potential health effects of coming into contact with the plant. Additionally, there were a high number of websites listed that offered extracts of *T. radicans* as a herbal remedy.

Currently, *T. radicans* is listed by only one nursery in the Netherlands ([Plantago](#)), however, it has not been stocked since 2007.

5.4. Invasiveness

T. radicans was planted at the beginning of the 20th century at the Vangdijk in Friesland, the Netherlands, in order to prevent dike erosion (van der Ploeg, 1966). In 1966, the plant was still growing along the entire length of the dike (500 metres), and plants had grown to the tops of willow and hawthorn trees (van der Ploeg, 1966). In 2009, representatives from FLORON concluded that no further records of *T. radicans* existed in the Netherlands. Recent observations show that the plant remains very dominant at the location in Friesland and has spread to an adjacent grass verge through vegetative reproduction. However, there is no evidence to suggest that *T. radicans* has been able to employ other dispersal modes such as zoochory at this location despite a plentiful supply of fruit (Weijs & van Valkenburg, unpublished).

Although its non-native range is extensive, there is little available information regarding *T. radicans*'s ability to colonise countries neighbouring the Netherlands. To 2003, in the United Kingdom only one report of poison ivy dermatitis acquired from *T. radicans* existed. This case was caused by a garden plant that had been collected as a cutting from Pennsylvania (Walker *et al.*, 2003). The plant appears to be naturalised in France (EPPO, 2014). There is no evidence to suggest that isolated introductions to private gardens in Wales and Germany have led to secondary spread. The best evidence of *T. radicans* invasiveness in western Europe may come from the Netherlands itself where a single large population with male and female specimens thrives.

In general, *T. radicans* is an invader during the early stages of succession in many environments. It tolerates fire, insects and disease, and competes strongly with other

plants (Francis, 2003). Although resistant to herbivores, browsing will restrict the size and survivorship of plants. In its native range *T. radicans* is browsed regularly by muskrat (*Ondatra zibethicus*) and other herbivores. *O. zibethicus* is a non-native species that is well established in the Netherlands (Pederson & Wallis, 2004; Ziska *et al.*, 2007; Naturalis Biodiversity Center, 2014). It is suggested that *T. radicans* employs a sit and wait strategy in late succession in forests by persisting at low abundance in the tree canopy until natural tree fall or another disturbance leads to an opening in the vegetation (Ladwig & Meiners, 2010; USDA Forest Service, 2014).

6. Impacts

6.1. Ecological effects

6.1.1 Impacts on native species

Adverse effects

There is limited information available describing the impacts of *T. radicans* on native species in the Netherlands or climatically similar countries. *T. radicans* appears to be a dominant species occupying the site where it was introduced in at the beginning of the 20th century. Here the plant has established a dense ground layer, climbed to the tops of willow and hawthorn trees, and spread vegetatively to an adjoining grass verge (Weijs & van Valkenburg, unpublished) (Fig. 6.1). The *T. radicans* growth form present at the Vangdijk features thick climbing stems suggesting that the Dutch climate may not impact the plant to the degree seen in the northern most reaches of its native range in North America where the plant appears as a low-growing trailing vine (Fig. 6.2) (Voss, 1985; Section 4.3). However, there is no information available in literature describing the impact of *T. radicans* on native species at this location.



Figure 6.1: Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) climbing A: hawthorn (*Crataegus* sp.) and B) willow (*Salix* sp.) at the Vangdijk, Friesland, the Netherlands (Photos: R. Beringen).

Evidence from countries climatically dissimilar to the Netherlands suggest that *T. radicans* may alter plant species composition. For example, a North American study demonstrated that *T. radicans* had a negative association with wrinkle-leaved goldenrod (*Solidago rugosa*) a plant native to North America (Myster & Pickett, 1992). In the same study, the native North American species' fine-leaved goldenrod (*Solidago graminifolia*), early goldenrod (*Solidago juncea*) and eastern red cedar (*Juniperus virginiana*) were positively associated with *T. radicans*. In a study of abandoned hay fields in New Jersey, the United States of America, succession in years 14 to 22 following the commencement of the study was characterised by the variation in abundance of *T. radicans* and *Rosa multiflora* (*Rosa multiflora*) (Myster & Pickett, 1990).



Figure 6.2: Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) thick stemmed, climbing growth form present at the Vangdijk, Friesland, the Netherlands (Photo: J. van Valkenburg).

Woody vines may alter succession by increasing tree mortality and limiting tree and herbaceous vegetation regeneration and growth, particularly in high light conditions that occur at forest edges, in forest glades or at early to mid-successional stages (Dillenburg *et al.*, 1995; Mohan *et al.*, 2006). A number of North American studies have demonstrated that tree mortality increases and tree regeneration reduces with increasing abundance of woody vines (Myster & Pickett, 1992; Dillenburg *et al.*, 1995; Laurance *et al.*, 2001; Phillips *et al.*, 2002; Mohan *et al.*, 2006). Moreover, woody vines exert indirect negative impacts through changes in the competitive balance between trees by colonising certain taxa disproportionately and limiting the regeneration and growth of non-pioneers (Schitzer & Bongers, 2002). Woody vines may also increase fragmentation by entangling neighbouring tree canopies and causing multiple tree falls (Laurance *et al.*, 2001). It should be noted that climate appears to have a strong influence on *T. radicans* growth form which may in turn influence the level of its ecological impacts. In much of the eastern and mid-western regions of the United States, *T. radicans* grows as a large climbing woody vine. However, at the extreme

northern limit of its American and Canadian range, *T. radicans* occurs only as a low-growing, trailing vine (Voss, 1985).

Woody vines respond strongly to increased atmospheric carbon dioxide (CO₂) concentrations and recent studies suggest that increases in atmospheric CO₂ concentration, associated with climate change, may increase the abundance of woody vines relative to their hosts (Phillips *et al.*, 2002). Experimental work by Mohan *et al.* (2006) demonstrated that increased atmospheric CO₂ in an intact forest ecosystem increased photosynthesis, growth, water use efficiency and biomass of *T. radicans*. The authors suggested that elevated atmospheric CO₂ may be partly responsible for the increase in vine abundance in forest ecosystems observed by Schitzer & Bongers (2002) and Phillips *et al.* (2002).

Positive effects

T. radicans is an important species for herbivores in its native range. Fruits are an important food source over the winter period for upland game birds and song bird species (Francis, 2003). The plant is one of the most important food sources for white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) in Indiana, the United States (Francis, 2003). Goats have been observed to favour *T. radicans* as a food source and have been used in management interventions (Francis, 2003).

6.1.2. Alterations to ecosystem functioning

Adverse effects

By increasing tree mortality and preventing regeneration in its native range, *T. radicans* establishment may lead to changes in species composition that in turn may effect carbon cycling and biodiversity in forests (Phillips *et al.*, 2002; Mohan *et al.*, 2006). Observations in an experimental garden in Maryland, USA demonstrated that woody vines competed below and above ground with trees leading to reduced tree leaf photosynthetic capacity, reduced photosynthetic nitrogen-use efficiency and a lower allocation to leaves compared with stem (Dillenburg *et al.*, 1995). Moreover, a study located in a South American tropical rain forest demonstrated that woody vines were especially abundant in disturbed areas and at forest edges, and that the physical stress on trees and competition for light and nutrients resulting from heavy infestations appeared partly responsible for the high rates of tree mortality and damage at these locations (Laurance *et al.*, 2001).

Positive effects

No information regarding positive effects of *T. radicans* on ecosystem functioning was found in the literature.

6.2. Socio-economic effects

Adverse effects

In North America, people undertaking wilderness, rural, suburban recreational activities and outdoor workers are at risk of exposure to *T. radicans* leading to cases of contact dermatitis and significant economic costs resulting from sick leave and medical treatment (NIOSH, 2014). Examples of high risk occupations include farmers, foresters,

landscapers, groundskeepers, gardeners, painters, roofers, pavers, construction workers, labourers and mechanics. Employees who come into contact with the smoke of burning *T. radicans* such as forestry workers and firefighters suffer an additional risk from lung irritation following inhalation (Gladman, 2006). In the Netherlands, there is some evidence of severe contact dermatitis resulting from exposure to urushiol leading to hospital admissions (van der Ploeg, 1966).

Positive effects

The attractive dark green summer foliage of *T. radicans*, which becomes brightly coloured in Autumn, adds to the beauty of forests and shrub-lands. The plant has been used as an ornamental plant and for conservation plantings to a limited extent (Francis, 2003).

6.3. Public health effects

Adverse effects

The toxicology, health effects and treatment are summarized in RIVM (2014). *T. radicans*, like all *Toxicodendron* plants, contains the chemical urushiol that is present in the leaves, roots, berries and stems (Boelman, 2010). Urushiol, is an allergen in humans and several higher primates (Figure 6.3).

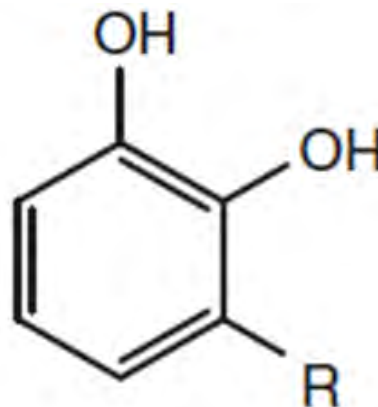


Figure 6.3: Chemical structure of urushiol. R = side chains that vary in length with different numbers of unsaturated compounds (Ma *et al.*, 2012).

It is only released if part of the plant is damaged, therefore slight contact may not result in an allergic reaction. However, urushiol can be released in smoke as a result of burning leading to lung inflammation and generalised dermatitis and may be passed on indirectly to humans via pet fur (Gladman, 2006; NIOSH, 2014; RIVM, 2014). Anecdotal examples of recreational activities that lead to urushiol exposure in the Netherlands are the picking of wild fruit and children playing. *T. radicans* remains allergenic throughout the year, however, in Autumn, the leaves turn red and become enriched with urushiol. Before leaf fall, urushiol and other important nutrients are reabsorbed by the plant making dead leaves non-allergenic (Gartner *et al.*, 1993; Gladman, 2006). However, the naked stems remain allergenic and difficulties with identifying the plant in winter may result in un-intentional contact resulting in severe contact dermatitis (Gladman, 2006). Direct skin contact leads to allergic contact dermatitis 12 to 48 hours after exposure in

80-90 % of the human population (Fisher, 1996; Gladman, 2006; RIVM, 2014; Ohio State University, 2006). The level of exposure to urushiol required to precipitate an allergic reaction following skin contact in humans varies in literature from 50 µg to 2 mg (NIOSH, 2014; Gladman, 2006). Symptoms include swelling, erythema (redness), vesicle formation, and bullae (large blisters containing tissue fluid) that typically occur hours to days after exposure (Figure 6.4; Miller *et al.*, 1996).



Figure 6.4: Severe oozing and blistering on the limbs occurring in the days following contact with urushiol (Photos: Etereve, Joelloughead, Wikimedia commons).

Oozing blisters are not contagious because they do not contain urushiol and the fluid cannot spread the rash to other parts of the body (Ohio State University, 2006). However, rubbing or scratching the blisters or rash may lead to bacterial infection, most commonly by *Staphylococcus aureus* and group A *betahaemolytic streptococci* (Brook *et al.*, 2000; Ohio State University, 2006). Without treatment, the dermatitis resolves within approximately three to six weeks depending on the susceptibility of the individual (Gladman, 2006). Some individuals initially develop asymptomatic black lesions on the skin that cannot be washed off, with symptoms of dermatitis appearing later (black spot poison ivy). Black marks may also appear on virtually any surface where there is a sufficient concentration of resin, for example on clothing (Miller *et al.*, 1996). Washing or boiling will not prevent subsequent reactions and affected clothing causes dermatitis indefinitely (Kurlan & Lucky, 2001; Schram *et al.*, 2008). Care should be taken during the removal of protective clothing. Figure 6.5 is an example of contact dermatitis resulting from indirect exposure of the skin while removing urushiol contaminated gloves following a field assessment of *T. radicans* in the Netherlands.

Repeated exposure may strengthen sensitization, resulting in stronger allergic reactions in subsequent cases of exposure (RIVM, 2014).



Figure 6.5: Symptoms of allergic contact dermatitis following indirect exposure to urushiol from contaminated gloves (Photo: J. van Valkenburg).

Allergic cross-reactions have been reported for other plants within the Anacardiaceae family such as the mango. Patch tests in patients who had been sensitized to urushiol, also showed positive responses to the mango allergens and vice versa (Oka *et al.*, 2004; RIVM, 2014). Sensitization to poison ivy is also described as one of the major factors for the development of reactions to mango (Herschko *et al.*, 2005; RIVM, 2014).

Table 6.1 gives an overview of reported cases of contact dermatitis resulting from urushiol exposure in the Netherlands. An article from 1966 reports that several children and adults developed severe skin irritations that led to long hospital stays following contact with *T. radicans* at the Vangdijk (van der Ploeg, 1966).

Table 6.1: Records of contact dermatitis resulting from exposure to urushiol originating from poison ivy (*Toxicodendron radicans*) in the Netherlands.

Date of exposure	Associated activity	Number of cases	Exposure location	Evidence type	Additional information	Reference
1966 or before	Swimming, picking wild fruit	Several children and adults	The Vangdijk, near Hemelum, Friesland	Scientific article	Occurrences of skin irritation confirmed by local doctors	Van der Ploeg, 1966
in the Summer and Autumn of 1997 to 2005	Gardening	Family of three	Private garden	Scientific article	Repeated exposure occurred to plants imported from North America by family members and then planted	Leclercq, 2005; RIVM, 2014
2004	Unknown	One?	Province of Zeeland	Anecdotal	Exposure occurred after the purchase of a plant in the Netherlands	dr.C.J.W.van Ginkel, pers. comm. cited in Leclercq, 2005
2008 or before	Pruning work	One	Unknown	Photo (Fig. 6.6)		Bmvdam, 2008, Wikimedia commons
October, 2009	Field assessment	One	The Vangdijk, near Hemelum, Friesland	Photo (Fig. 6.5)	Indirect exposure to contaminated gloves	J. van Valkenburg (pers. comm.)

A further case was reported in the Dutch Journal of Medicine of a family (husband, wife and son), who suffered from serious skin reactions in consecutive years in the spring

and summer, characterized by severe itching, erythema, blisters and localised swelling (Leclercq, 2005; RIVM, 2014). Treatment with prednisone and oral antihistamines was necessary to curb the symptoms. No connection was made between the symptoms suffered and contact with *T. radicans* during medical consultations in the Netherlands. The plant was implicated as the cause of the skin reactions during consultation by a doctor in America during which it was revealed that the grandparents had brought the plant to the Netherlands from America. After total removal of *T. radicans* from the families garden where it had been planted, no further skin reactions occurred. It is possible that *T. radicans* is present in more gardens in the Netherlands, leading to contact dermatitis where the connection with *T. radicans* has not been identified (RIVM, 2014). Leclercq (2005) also report anecdotal information about a case of contact dermatitis that occurred following exposure to *T. radicans* bought in 2004 in the Province of Zeeland, the Netherlands (dr.C.J.W.van Ginkel, pers. comm. cited in Leclercq, 2005). A photo obtained from [Wikimedia commons](#) shows erythema that is reported to have occurred following exposure to *T. radicans*, however, this could not be verified (Fig 6.6).



Figure 6.6: Erythema following possible exposure to poison ivy (*Toxicodendron radicans*) during pruning work in the Netherlands (Photo: Bmvdam, Wikimedia commons).

Other isolated reports of contact dermatitis have occurred in Germany and Wales after members of the public imported plants from North America for planting in their own gardens (Walker *et al.*, 2003). At locations where the plant is widespread, *T. radicans* ranks among the most medically problematic plants. For example, in the United States contact with urushiol results in over 350,000 reported cases of contact dermatitis per year (Mabberly, 1993; Mohan *et al.*, 2006). If *T. radicans* becomes more abundant and irritating to sensitive individuals as a result of future increases in atmospheric CO₂ concentration, greater health problems are likely to result (See section 6.1.1; Mohan *et al.*, 2006).

Virtually all the botanical gardens surveyed in the Netherlands reported that personnel had suffered health problems because of the *T. radicans* where the plant was kept. However, communication with the GP practice in Koudum that is responsible for the region including the Vangdijk revealed that medical staff were unaware that *T. radicans*

grew in their region and that no link had been made between potential skin problems and allergic dermatitis caused by contact with *T. radicans* (R. Beringen, pers. comm.). Furthermore, there are no reports of dermatitis resulting from exposure to *T. radicans* recorded by the public health service (GGD) in the Province of Friesland where the Vangdijk is located (RIVM, 2014).

Further information on the implications of *T. radicans* for human health in the Netherlands can be found in RIVM (2014).

Positive effects

T. radicans leaf extract is used in herbal medicine to treat palsy (paralysis and involuntary tremors), rheumatism and herpetic eruptions (skin conditions caused by the herpes virus). Small oral doses have a sedating effect, however, dosages have to be calculated with care (Francis, 2003).

7. Available risk classifications

7.1 Formal risk assessments

No formal ecological risk assessments were found during the literature study.

7.2 Other risk classifications

According to the EPPO's plant quarantine data retrieval system, *T. radicans* was classified as a quarantine pest species by Israel in 2009 (EPPO, 2014).

8. Management options

8.1. Prevention

The main vector of dispersal over long distance for poison ivy (*Toxicodendron radicans*) is the trade in garden plants. *T. radicans* is not commonly sold, however, the prevention of the selling of seeds and plants will help reduce the risk of introductions of the plant in the Netherlands.

The risk of environmental workers developing allergic dermatitis and respiratory symptoms from contact with *T. radicans* can be reduced by applying the following policies and guidelines (Ohio State University, 2006):

- Education in the recognition and avoidance of *T. radicans*.
- Provision of appropriate protective clothing i.e. long trousers, long sleeved tops, gloves and closed footwear).
- Wash clothes and equipment thoroughly at the end of the working day.
- Avoid cross contamination by keeping work clothing separate.
- Avoid cross contamination by keeping equipment separate.
- Shower rather than bathing at the end of the working day as urushiol will remain in bath water.
- Avoid the disposal of *T. radicans* through burning.

8.2. Eradication and control measures

8.2.1. Management at the Vangdijk location, the Netherlands

The verges on both sides of the bike path on the Vangdijk are mowed approximately once per month from April until October, maintaining the vegetation at a low level within metre wide strips (Figure 8.1). The strip either side of this mowed area is mulched once per year to discourage weed growth. The mower operator sits on an open lawnmower and does not wear protective clothing. All vegetation is left lying where it was cut (J. Koornstra, gemeente Sudwest Fryslân, pers. comm.).



Figure 8.1: Management of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) at the Vangdijk, Friesland, the Netherlands. (Photo: R. Beringen).

Informal observations from this site suggest that mowing once a month from April until October totally suppress the above ground growth of *T. radicans*. The strip further away from the bike path is mowed with a flail mower once a year in July or August. Cutting is carried out by a mower equipped with a closed cabin. Any clippings and pruned branches are left where they are cut (It Fryske Gea and J. Koornstra, pers. comm.). After complaints about overhanging vegetation that included *T. radicans* received in July 2014, an upright flail mower was used to trim the shrubs along the bike path.

8.2.2. Manual and mechanical control

T. radicans features long creeping, underground rhizomes. These grow shallowly, extending only to 10 to 15 cm deep approximately. The roots that develop from the rhizomes may grow to 3.7 m deep. *T. radicans* can be removed by carefully digging out the rhizomes and roots. However, attempted removal by ploughing or by hand may leave fragments in the soil which will sprout and eventually replace the original plants. Following manual removal the cleared area must be monitored to identify possible regrowth. To prevent daylight encouraging regrowth, the cleared area can be covered with an opaque material (geotextile). Sowing or planting a ground covering plant may also help to suppress regrowth. Repeatedly cutting the plant down to the ground for many years will exhaust the root system and eventually kill the plant.

The disposal of *T. radicans* cuttings is problematic. The smoke of burning *T. radicans* cuttings contains urushiol. Inhaling can cause severe irritation of the lungs. It is not clear how long urushiol persists in compost. However, it probably remains active for several years. For woody plants like *T. radicans*, shredding is necessary prior to composting. However, urushiol can be spread during the shredding process. Isolation of *T. radicans* plant waste by burying deeply to avoid regrowth or by placement in a sealable bin or plastic bag rather than on a compost pile is recommended. Leaves that are shed naturally in autumn do not contain urushiol (Haws, 2000; Meister, 2006; Sachs, 2014).

8.2.3. Biological control

Ungulates such as deer (*Odocoileus* spp.), goats (*Capra* spp.) and cattle (*Bos* spp.) browse on *T. radicans* (Gillis, 1971; Senchina, 2008a; USDA Forest Service, 2014). The majority of mammal species are not sensitive to urushiol (Senchina, 2008a). Particularly goats seem to prefer *T. radicans* and browse on it without apparent adverse effects (Eco-goats, 2014). Cattle and goats do not transfer the urushiol to their milk or to their manure (Kouakou *et al.*, 1992). Goats do not eat *T. radicans* roots, therefore suppression of *T. radicans* with goats has to be continued over several years until the root system is depleted. Goats can also be used to control regrowth after manual or mechanical digging or pulling. An electric fence or other enclosure will be needed to confine goats to locations infested with *T. radicans* (Haws, 2000). Caution should be taken not to come into contact with goats that have browsed *T. radicans* as their coats may be contaminated with urushiol.

8.2.4. Chemical control

T. radicans is very resistant to conventional herbicides. Herbicides that are used in *T. radicans* control are Glyphosate (N-(phosphonomethyl)glycine), triclopyr (3,5,6-Trichloro-2-pyridinyloxyacetic acid) and 2,4-D (2,4-Dichlorophenoxyacetic acid). Triclopyr and 2,4-D have proven to be more effective than Glyphosate in the control of *T. radicans* (Wehtje & Gilliam, 2012; Wehtje *et al.*, 2013). According to the Dutch board for the authorization of plant protection products and biocides ([ctgb](#)), certain preparations of glyphosate, 2,4-D and triclopyr may be used in the Netherlands by professionals and non-professionals. It should be noted that after applying herbicides, the plant remains will still contain urushiol.

9. Conclusions and recommendations

9.1. Conclusions

Poison ivy (*Toxicodendron radicans*) was planted at the beginning of the 20th century in Friesland, the Netherlands in order to prevent dike erosion. *T. radicans* remains highly abundant at this location and is the cause of occasional complaints from the public of allergic reactions and contact dermatitis relating to the allergen urushiol that is contained in the plants resin.

Habitat description

- In its native range, *T. radicans* establishes in forests, fields, on the margins of ponds and lakes, riparian areas, seasonally or intermittently flooded areas, marshes, swamps, dry barren flats, slopes, cliffs, rocky ridges. Additionally, the plant occurs in urban environments such as parks, roadsides, gardens, railway tracks and vacant lots.
- *T. radicans* prefers moist but well-drained soils, although the plant tolerates a wide range of conditions. The plant occurs in soils of all nutrient types but favours nutrient rich conditions and soils with a high calcium content. *T. radicans* grows in clay, silty, loamy and sandy soils featuring a wide range of moisture content. It also occurs at locations dominated by rocks, stones, cobbles and gravel. The plant requires a stable surface for root attachment when climbing, as opposed to rapidly exfoliating or crumbling bark.
- *T. radicans* is intolerant of extreme cold. In Canada, horizontal root sections and vertical stems are often killed during winter. In temperate forest, intolerance to freezing results in a relatively short growing season compared to many shrubs and trees. In the United States and Canada, *T. radicans* tolerates average annual temperatures ranging from 4 °C to 22 °C.
- *T. radicans* grows in full sunlight but is most abundant in moderately shaded locations such as forest glades and edges. At the Vangdijk, the Netherlands, the plant is most abundant at unshaded locations. Evidence from a number of surveys in the United States indicate that *T. radicans* prefers locations where the tree canopy is partially closed.
- *T. radicans* tolerates a wide range of pH, occurring in extremely acidic to moderately alkaline soils, but grows best in circum-neutral soils.
- In the United States and Canada, *T. radicans* occurs at locations with a mean annual rainfall ranging from 391 mm to 1572 mm. The plant appears to tolerate and may even be stimulated by flooding. *T. radicans* appears to be intolerant of drought.
- *T. radicans* may benefit from increasing temperatures and carbon dioxide levels associated with climate change as a result of increased photosynthesis, water-use efficiency, growth and population biomass.

Climate match

- The Netherlands is climate matched with *T. radicans*'s North American native range according to the Koppen-Geiger climate classification.
- *T. radicans* is naturalised in Italy and France (Dep. Seine-Maritime). According to the Koppen-Geiger climate classification, the Netherlands is climate matched with

the northern half of France and partially climate matched with the southern half of France and the northernmost regions of Italy.

Distribution, dispersal and invasiveness

- *T. radicans* is widely distributed and abundant with a native range covering the northern, south-central, south-eastern and south-western United States. The plant is also native to Canada, Bermuda, Guatemala, the western Bahamas, Mexico, Japan, China, Taiwan, and Russia (Kurile Islands, Sakhalin).
- *T. radicans* has been introduced to Europe where it is naturalised in Italy, France and possibly Germany and the Czech Republic. Records from the United Kingdom could not be verified.
- *T. radicans* is reported to have been introduced in South Africa, New Zealand and Australia, although those records could not be verified.
- The main vector of dispersal over long distance for *T. radicans* is the trade in garden plants. Currently *T. radicans* is listed by only one nursery in the Netherlands ([Plantago](#)), however, it has not been stocked since 2007.
- The only location where *T. radicans* exists in the Netherlands occurs in the municipality of Sudwest Fryslân in south west region of the Province of Friesland. The location at the Vangdijk is located entirely within the Natura 2000 area 'Oudegaasterbrekken, Fluessen en omgeving' according to the European Habitat Directive and Bird Directive.
- In its native range, *T. radicans* is dispersed naturally by mammals and birds following ingestion of the fleshy fruit, and sometimes by water flow. The plant is also able to reproduce vegetatively, and this appears to be the most probable mode of dispersal available to it at the growing site in the Netherlands, in spite of producing seeds.
- The results of a number of searches using Google.nl revealed that five out of a total of 300 websites screened offered *T. radicans* plants or seeds for sale, and only one of these was based in the Netherlands. Three cases of members of the public importing cuttings of *T. radicans* to Europe from North America were found during the literature study, from Netherlands, Germany and Wales.
- *T. radicans* is an invader during the early stages of succession in many environments. It tolerates fire, insects and diseases, and competes strongly with other plants. In forests it is suggested that *T. radicans* employs a sit and wait strategy in late succession by persisting at low abundance in the tree canopy until natural tree fall or another disturbance leads to an opening in the vegetation.

Ecological impacts

- *T. radicans* appears to be the dominant species occupying the plant's growing site in Friesland, the Netherlands. Here the plant has established a dense ground layer, climbed to the tops of willow and hawthorn trees, and spread vegetatively to an adjoining grass verge. However, there is no information available in literature describing the impact of *T. radicans* on native species at this location.
- Evidence from climatically dissimilar countries to the Netherlands suggest that *T. radicans* may alter plant species composition. Generally, woody vines may alter succession by increasing tree mortality and limiting tree and herbaceous vegetation

regeneration and growth, particularly in high light conditions that occur at forest edges, in forest glades or at early to mid-successional stages.

- Woody vines compete below and above ground with trees leading to reduced tree leaf photosynthetic capacity, reduced photosynthetic nitrogen-use efficiency and a lower allocation to leaves compared with stem.
- It should be noted that climate appears to have a strong influence on *T. radicans* growth form which may in turn influence the level of its ecological impacts. In much of the eastern and mid-western regions of the United States, *T. radicans* grows as a large climbing woody vine. However, at the extreme northern limit of its American and Canadian range, *T. radicans* occurs only as a low-growing, trailing vine.

Health impacts

- *T. radicans*, like all *Toxicodendron* plants, contains urushiol in the leaves, roots, berries and stems. Urushiol, is an allergen in humans and several other higher primates.
- Urushiol can be released in smoke as a result of burning leading to lung inflammation and generalised dermatitis. Burning is not being advised as a measure to destroy plant materials.
- Direct skin contact leads to allergic contact dermatitis 12 to 48 hours after exposure in 80-90 % of the human population. Symptoms include swelling, erythema (redness), vesicle formation, and bullae (large blisters containing tissue fluid) typically occur hours to days after exposure. Rubbing or scratching the blisters or rash may lead to bacterial infection.
- At locations where the plant is widespread, *T. radicans* ranks among the most medically problematic plants. In the United States contact with urushiol results in over 350,000 reported cases of contact dermatitis per year.
- There are no reports of dermatitis resulting from exposure to *T. radicans* recorded by the public health service (GGD) in the Province of Friesland or the local GP practice closest to the location where *T. radicans* appears in nature. However, the GP practice was not aware that *T. radicans* is present in their region and therefore may not have made the link between *T. radicans* and patients suffering with dermatitis symptoms. Nearly all surveyed botanical gardens in the Netherlands reported that personnel had suffered health problems because of contact with *T. radicans* where the plant was kept.

Economic impacts

- In North America, people undertaking wilderness, rural and suburban recreational activities, and outdoor workers are at risk of exposure to *T. radicans* leading to cases of contact dermatitis which incur significant economic costs resulting from sick leave and medical treatment.
- Examples of high risk occupations include farmers, foresters, landscapers, groundskeepers, gardeners, painters, roofers, pavers, construction workers, labourers and mechanics. Employees who come into contact with the smoke of burning *T. radicans*, such as forestry workers and firefighters, suffer an additional risk from lung irritation following inhalation.

Available risk classifications

- No formal ecological risk assessments were found during the literature study.

9.2. Effective management options

- *T. radicans* can be removed by carefully digging out the complete plant with rhizomes and roots. However, attempted removal by ploughing or by hand may leave fragments in the soil which will sprout and eventually replace the original plants.
- To prevent regrowth, the cleared area can be covered with an opaque material. Sowing or planting a ground covering plant may also help to suppress regrowth.
- Repeatedly cutting the plant down to the ground for many years will exhaust the root system and eventually kill the plant.
- Isolation of *T. radicans* plant waste by burying deeply to avoid regrowth or by placement in a sealable bin or plastic bag rather than on a compost pile is recommended.
- Particularly goats seem to prefer *T. radicans* and browse on it without apparent adverse effects. Suppression of *T. radicans* with goats has to be continued over several years until the root system is depleted.
- The herbicides triclopyr and 2,4-D have proven to be more effective than Glyphosate in control of *T. radicans*. Glyphosate and 2,4-D may be used in the Netherlands. After applying herbicides, the plant remains will still contain urushiol.

9.3. Recommendations for further research

Genetic analysis of poison ivy plants present in the Netherlands is recommended to confirm their identity as *T. radicans* spp. *radicans*. The reasons given for the limited distribution and dispersal capacity of *T. radicans* in the Netherlands i.e. its inability to spread through seed dispersal remain unclear. Further research is required to elucidate the feeding behaviour of frugivores that act as potential vectors of seed spread in the Netherlands. Establishing the specific conditions that could allow the plant to spread from the location at the Vangdijk and from botanical gardens in the Netherlands will allow nature managers to better predict the likelihood that *T. radicans* will colonise and become invasive at other locations. Establishing the conditions that allow *T. radicans* to spread will facilitate the design of more effective management measures. Due to the potentially extensive *T. radicans* seed bank expected at the Vangdijk and the associated risk of further spread, it is recommended that seeds taken from the seed bank at the Vangdijk are tested for long term viability.

Acknowledgements

We thank the Netherlands Food and Consumer Product Safety Authority (Invasive Alien Species Team) of the Dutch Ministry of Economic Affairs for financially supporting this study (order number: 60002911, d.d. 2 september 2014). Mw. Ir. J. Leferink of the Invasive Alien Species Team delivered constructive comments on an earlier draft of this report. We are grateful for the cooperation of It Fryske Gea, who attended a field visit to the only recorded location of *T. radicans* in the Netherlands. The authors would also like to thank all volunteers that delivered their data to FLORON and other national databases and particularly Willem Braam for allowing us to use his photos of *T. radicans* at the Vangdijk.

References

- Abrahamson, W. G., Johnson, A. F., Layne, J. N. & Peroni, P. (1984). Vegetation of the Archbold Biological Station, Florida: an example of the southern Lake Wales ridge. *Florida Scientist*, 47, 209-250.
- Adams, D. E., Anderson, R. C. & Collins, S. L. (1982). Differential response of woody and herbaceous species to summer and winter burning in an Oklahoma grassland. *The Southwestern Naturalist*, 55-61.
- Allen, C. M., Pate, J., Thames, S., Trichell, S. & Ezell, L. (2004). Changes in baygall vegetation from 1986 to 2001 at Fort Polk in west central Louisiana. *SIDA, Contributions to Botany*, 419-427.
- Anderson, K. L. & Leopold, D. J. (2002). The role of canopy gaps in maintaining vascular plant diversity at a forested wetland in New York State. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 238-250.
- Apted, J. (1978). Poison ivy dermatitis in Victoria. *The Australasian journal of dermatology*, 19, 35.
- Artigas, F. J. & Boerner, R. E. J. (1989). Advance regeneration and seed banking of woody plants in Ohio pine plantations: Implications for landscape change. *Landscape Ecology*, 2, 139-150.
- Baird, J. W. (1980). The selection and use of fruit by birds in an eastern forest. *The Wilson Bulletin*, 63-73.
- Baker, S. J. (2012). *The sure-fire poison oak & poison ivy identification system*. Coleman Creek Press, USA.
- Becker, D. A. (1989). *Prairie pioneers: ecology, history and culture*. Proceedings of the Eleventh North American Prairie Conference, August 7-11, 1988, Lincoln, Nebraska, U.S.A.
- Belote, R. T., Weltzin, J. F. & Norby, R. J. (2004). Response of an understory plant community to elevated [CO₂] depends on differential responses of dominant invasive species and is mediated by soil water availability. *New Phytologist*, 161, 827-835.
- Boelman, D. J. (2010). Emergency treating poison ivy, oak, and sumac. *American Journal of Nursing*, 110, 49-52.
- [Bmvdam, 2008, Wikimedia commons](#)
- Brockway, D. G., Outcalt, K. W., Estes, B. L. & Rummer, R. B. (2009). Vegetation response to midstorey mulching and prescribed burning for wildfire hazard reduction and longleaf pine (*Pinus palustris* Mill.) ecosystem restoration. *Forestry*, 82, 299-314.
- Brook, I., Frazier, E. H. & Yeager, J. K. (2000). Microbiology of infected poison ivy dermatitis. *British Journal of Dermatology*, 142, 943-946.
- Buron, J., Lavigne, D., Grote, K., Takis, R. & Sholes, O. (1998). Association of vines and trees in second-growth forest. *Northeastern Naturalist*, 359-362.
- Celesti-Grapow, L., Alessandrini, A., Arrigoni, P. V., Banfi, E., Bernardo, L., Bovio, M., Brundu, G., Cagiotti, M. R., Camarda, I., Carli, E., Conti, F., Fascetti, S., Galasso, G., Gubellini, L., La Valva, V., Lucchese, F., Marchiori, S., Mazzola, P., Peccenini, S., Poldini, L., Pretto, F., Prosser, F., Siniscalco, C., Villani, M. C., Viegi, L., Wilhalm, T. & Blasi, C. (2009). Inventory of the non-native flora of Italy. *Plant Biosystems*, 143, 386-430.
- Cezerpanov, S. K. (2007). *Vascular Plants of Russia and Adjacent States*. Cambridge University Press, UK.
- Coile, N. C. (1996). *Poison-ivy (Toxicodendron radicans (L.) Kuntze) and its relatives in Florida*: Fla. Department Agric. & Consumer Services, Division of Plant Industry.
- Cronquist, A., Holmgren, N. & Holmgren, P. (1997). *Intermountain flora: Vascular plants of the intermountain west, USA Volume three, part A, subclass Rosidae (except Fabales)*. New York Botanical Garden, New York.
- Deller, A. S. & Baldassarre, G. A. (1998). Effects of flooding on the forest community in a greentree reservoir 18 years after flood cessation. *Wetlands*, 18, 90-99.
- Dillenburg, L. R., Teramura, A. H., Forseth, I. N. & Whigham, D. F. (1995). Photosynthetic and biomass allocation responses of *Liquidambar styraciflua* (Hamamelidaceae) to vine competition. *American Journal of Botany*, 82, 454-461.
- Eco-goats (2014). Got invasives? Get goats! <http://www.eco-goats.com/>. Last accessed 28-10-2014.
- Egler, F. E. (1952). Southeast saline Everglades vegetation, Florida and its management. *Vegetatio*, 3, 213-265.
- EPPO (2014). <http://www.eppo.int/>. Last accessed 20-10-2014.
- Faulkner, J. L., Clebsch, E. E. & Sanders, W. L. (1989). Use of prescribed burning for managing natural and historic resources in Chickamauga and Chattanooga National Military Park, USA. *Environmental Management*, 13, 603-612.

- Fisher, A. A. (1996). Poison ivy/oak dermatitis .1. Prevention - Soap and water, topical barriers, hyposensitization. *Cutis*, 57, 384-386.
- Forrester, J. A., Leopold, D. J. & Underwood, H. B. (2006). Isolating the effects of white-tailed deer on the vegetation dynamics of a rare maritime American holly forest. *American Midland Naturalist*, 156, 135-150.
- Francis, J. K. (2003). *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze. <http://www.fs.fed.us/global/iitf/pdf/shrubs/Toxicodendron%20radicans.pdf>. Last accessed 20-10-2014.
- Freeman, C. & Dick-Peddie, W. (1970). Woody riparian vegetation in the Black and Sacramento Mountain ranges, southern New Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 145-164.
- Gant, R. E. & Clebsch, E. E. (1975). The allelopathic influences of *Sassafras albidum* in old-field succession in Tennessee. *Ecology*, 604-615.
- Gartner, B. L., Wasser, C., Rodriguez, E. & Epstein, W. L. (1993). Seasonal variation of urushiol content in poison oak leaves. *Dermatitis*, 4, 33-36.
- Gilliam, F. S. & Christensen, N. L. (1986). Herb-layer response to burning in pine flatwoods of the lower Coastal Plain of South Carolina. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 42-45.
- Gillis, W. T. (1971). The systematics and ecology of poison-ivy and the poison-oaks (*Toxicodendron*, Anacardiaceae). *Rhodora*, 73, 72-159; 161-237; 370-443; 465-540.
- Giltrap, N., Eyre, D. & Reed P. (2009). Internet sales of plants for planting – an increasing trend and threat? *OEPP/EPPO Bulletin* 39, 168-170.
- Gladman, A. C. (2006). Toxicodendron dermatitis: Poison ivy, oak, and Sumac. *Wilderness & Environmental Medicine*, 17, 120-128.
- Godfrey, R. K. (1988). *Trees, shrubs, and woody vines of northern Florida and adjacent Georgia and Alabama*: University of Georgia Press, United States of America.
- Goethart, J. W. C. (1905). *Aanwinsten van het herbarium over het jaar 1904*. 4^e bijlage tot de vergadering van 26 februari 1905. *Nederlandsch Kruidkundig Archief*.
- Goslee, S. C., Niering, W. A., Urban, D. L. & Christensen, N. L. (2005). Influence of environment, history and vegetative interactions on stand dynamics in a Connecticut forest 1. *The Journal of the Torrey Botanical Society*, 132, 471-482.
- Guin, J. D. (1980). Reaction-Time in Experimental Poison Ivy Dermatitis. *Contact Dermatitis*, 6, 289-290.
- Halls, L. K. (1977). Southern fruit-producing woody plants used by wildlife. *USDA Forest Service General Technical Report, Southern Forest Experiment Station* (SO-16).
- Hamilton, E. S. & Limbird, A. (1982). Selective occurrence of arborescent species on soils in a drainage toposequence, Ottawa County, Ohio. *The Ohio Journal of Science*, 82, 282-292.
- Hardin, E. D. (1988). Succession in Buffalo Beats prairie and surrounding forest. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 115, 13-24.
- Harrington, R. A., Brown, B. J. & Reich, P. B. (1989). Ecophysiology of exotic and native shrubs in Southern Wisconsin. *Oecologia*, 80, 356-367.
- Haws, P. (2000). Poison oak and ivy management, alternatives. *Journal of pesticide reform*, 20, 10-11.
- Hayes, D. W. & Garrison, G. A. (1960). Key to important woody plants of Eastern Oregon and Washington. *Key to important woody plants of Eastern Oregon and Washington*.
- Heisler, J. L., Briggs, J. M. & Knapp, A. K. (2003). Long-term patterns of shrub expansion in a C4-dominated grassland: fire frequency and the dynamics of shrub cover and abundance. *American Journal of Botany*, 90, 423-428.
- Hershko, K., Weinberg, I. & Ingber, A. (2005). Exploring the mango–poison ivy connection: the riddle of discriminative plant dermatitis. *Contact Dermatitis*, 52, 3-5.
- Heslinga, J. L. & Grese, R. E. (2010). Assessing plant community changes over sixteen years of restoration in a remnant Michigan tallgrass prairie. *The American Midland Naturalist*, 164, 322-336.
- Hilty, J. (2014). Illinois Flowers. <http://www.illinoiswildflowers.info/>. Last accessed 28-10-2014.
- Hladek, K. L. (1971). Growth characteristics and utilization of buffaloberry (*Shepherdia argentea* Nutt.) in the Little Missouri River Badlands of southwestern North Dakota.
- Hulme, P. E. (1998). Post-dispersal seed predation: consequences for plant demography and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1, 32-46.
- Hunter, C. G. (2000). *Trees, Shrubs & Vines of Arkansas*: University of Arkansas Press.
- Johnston, B. C. (1987). *Plant associations of region two: potential plant communities of Wyoming, South Dakota, Nebraska, Colorado, and Kansas* (Vol. 87): USDA Forest Service, Rocky

- Mountain Region.
- Kay, S. H. & Hoyle, S. T. (2001). Mail order, the Internet, and invasive aquatic weeds. *Journal of Aquatic Plant Management*, 39, 88-91.
- Keeling, C. D. & Whorf, T. P. (2005). Atmospheric CO₂ records from sites in the SIO air sampling network. *Trends: a compendium of data on global change, 2009*.
- KNMI (2014). Klimaatatlas.
<http://www.klimaatatlas.nl/klimaatatlas.php?wel=temperatuur&ws=kaart&wom=Gemiddelde%20temperatuur>. Last accessed 24-11-2014.
- Kollmann, J. (1994). *Ausbreitungsökologie endozochorer Gehölzarten: naturschutzorientierte Untersuchungen über die Rolle von Gehölzen bei der Erhaltung, Entwicklung und Vernetzung von Ökosystemen*: Landesanst. für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Kollmann, J. (2000). Dispersal of fleshy-fruited species: a matter of spatial scale? *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 3(1), 29-51. doi: <http://dx.doi.org/10.1078/1433-8319-00003>
- Kotar, J., Kovach, J. A. & Locey, C. T. (1988). *Field guide to forest habitat types of northern Wisconsin*: Department of Forestry, University of Wisconsin-Madison and Wisconsin Department of Natural Resources.
- Kouakou, B., Rampersad, D., Rodriguez, E. & Brown, D. L. (1992). Initial research indicates dairy goats used to clear poison oak do not transfer toxicant to milk. *California Agriculture*, 46, 4-6.
- Krefting, L. W. & Roe, E. I. (1949). The role of some birds and mammals in seed germination. *Ecological Monographs*, 19, 271-286.
- Kurlan, J. G. & Lucky, A. W. (2001). Black spot poison ivy: a report of 5 cases and a review of the literature. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 45, 246-249.
- Ladwig, L. M. & Meiners, S. J. (2010). Spatiotemporal dynamics of lianas during 50 years of succession to temperate forest. *Ecology*, 91, 671-680.
- Laurance, W. F., Pérez-Salicrup, D., Delamônica, P., Fearnside, P. M., D'Angelo, S., Jerozolinski, A., Pohl, L. & Lovejoy, T. E. (2001). Rain forest fragmentation and the structure of Amazonian liana communities. *Ecology*, 82, 105-116.
- Lauver, C. L., Kindscher, K., Faber-Langendoen, D. & Schneider, R. (1999). A classification of the natural vegetation of Kansas. *The Southwestern Naturalist*, 44, 421-443.
- Leclercq, R. (2005). Ernstige contactallergische dermatitis door de sporadisch in Nederland voorkomende plant gifsumak ('poison ivy'); een familiecasus. *Nederlands tijdschrift voor geneeskunde*, 149, 1697-1700.
- Linskens, H. F. (1982). Poison ivy, een giftige vakantieplant. *Vakblad voor Biologen*, 62, 103-4.
- Londré, R. A. & Schnitzer, S. A. (2006). The distribution of lianas and their change in abundance in temperate forests over the past 45 years. *Ecology*, 87, 2973-2978.
- Ma, X., Lu, R. & Miyakoshi, T. (2012). Recent advances in research on lacquer allergy. *Allergology International*, 61, 45-50.
- Mabberley, D. J. (1993). *The plant-book: a portable dictionary of the higher plants utilising Cronquist's An integrated system of classification of flowering plants (1981) and current botanical literature arranged largely on the principles of editions 1-6 (1896/97-1931) of Willis's A dictionary of the flowering plants and ferns*: Cambridge University Press.
- Malmborg, P. K. & Willson, M. F. (1988). Foraging ecology of avian frugivores and some consequences for seed dispersal in an Illinois woodlot. *Condor*, 90, 173-186.
- Meister, K. (2006). *Poison ivy, extension bulletin E2946*. Michigan State University, Michigan, USA.
- Miller, D. M., Brodell, R. T. & Herr, R. (1996). Wilderness dermatology: prevention, diagnosis, and treatment of skin disease related to the great outdoors. *Wilderness & Environmental Medicine*, 7, 146-169.
- Mohan, J. E., Ziska, L. H., Schlesinger, W. H., Thomas, R. B., Sicher, R. C., George, K. & Clark, J. S. (2006). Biomass and toxicity responses of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) to elevated atmospheric CO₂. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 103, 9086-9089.
- Mulligan, G. A. & Junkins, B. E. (1977). The Biology of Canadian Weeds: 23. *Rhus radicans* L. *Canadian Journal of Plant Science*, 57, 515-523.
- Myster, R. W. & Pickett, S. (1990). Initial conditions, history and successional pathways in ten contrasting old fields. *American Midland Naturalist*, 124, 231-238.
- Myster, R. W. & Pickett, S. (1992). Dynamics of associations between plants in ten old fields during 31 years of succession. *Journal of Ecology*, 80, 291-302.

- Naturalis Biodiversity Center (2014). Nederlands Soortenregister, Gifsumak. http://www.nederlandsesoorten.nl/linnaeus_ng/app/views/species/nsr_taxon.php?id=121386. Last accessed 21-10-2014.
- Natureserve (2004). National Forests of Arkansas (Ouachita, Ozark, St. Francis) Final Report. from <http://www.natureserve.org/library/arNF.pdf>. Last accessed 20-10-2014.
- Nessel, J. K. & Bayley, S. E. (1984). Distribution and dynamics of organic matter and phosphorus in a sewage-enriched cypress swamp. In: Ewel, K.C. & Odum, H.T., eds. *Cypress swamps*. University of Florida Press, Gainesville, Florida, United States of America.
- NIOSH (2014). <http://www.cdc.gov/niosh/topics/plants/>. Last accessed 20-10-2014.
- Nixon, C. M., McClain, M. W. & Russell, K. R. (1970). Deer food habits and range characteristics in Ohio. *The Journal of Wildlife Management*, 34, 870-886.
- Noble, R. E. & Murphy, P. K. (1975). Short term effects of prolonged backwater flooding on understory vegetation. *Castanea*, 40, 228-238.
- Ohio State University (2006). Occupational health prevention and management of poison ivy dermatitis. http://ohioline.osu.edu/aex-fact/192/pdf/0192_2_37.pdf. Last accessed 20-10-2014.
- Oka, K., Saito, F., Yasuhara, T., & Sugimoto, A. (2004). A study of cross-reactions between mango contact allergens and urushiol. *Contact Dermatitis*, 51, 292-296.
- Pedersen, B. & Wallis, A. (2004). Effects of white-tailed deer herbivory on forest gap dynamics in a wildlife preserve, Pennsylvania, USA. *Natural Areas Journal*, 24, 82-94.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. (2007a). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633-1644.
- Peel, M. C., Finlayson, B. L. & McMahon, T. A. (2007b). Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and earth system sciences discussions*, 4, 439-473.
- Penner, R., Moodie, G. E. E. & Staniforth, R. J. (1999). The dispersal of fruits and seeds of Poison-ivy, *Toxicodendron radicans*, by Ruffed Grouse, *Bonasa umbellus*, and squirrels, *Tamiasciurus hudsonicus* and *Sciurus carolinensis*. *Canadian Field-Naturalist*, 113, 616-620.
- Phillips, O. L., Martínez, R. V., Arroyo, L., Baker, T. R., Killeen, T., Lewis, S. L., Malhi, Y., Monteagudo Mendoza, A., Neill, D., Núñez Varga, P., Alexiades, M., Cerón, C., Di Fiore, A., Erwin, T., Jardim, A., Palacios, W., Saldias, M. & Vinceti, B. (2002). Increasing dominance of large lianas in Amazonian forests. *Nature*, 418, 770-774.
- Pflanzenschutz (2014). <http://www.lfl.bayern.de/ips/unkraut/032890/>. Last accessed 27-11-2014.
- Ralston, R. D. (1960). *The structure and ecology of the north slope juniper stands of the Little Missouri Badlands*. Department of Botany, University of Utah.
- Randall, R. P. (2007). The introduced flora of Australia and its weed status. CRC for Australian Weed Management, Department of Agriculture and Food, Western Australia.
- Richardson, F. J., Richardson, R. G. & Shepherd, R. C. H. (2011). *Weeds of the south-east: an identification guide for Australia*. RG and FJ Richardson, Australia.
- RIVM (2014). Beoordeling Gifsumak. Front Office voedsel- en productveiligheid, RIVM, Bilthoven, the Netherlands. http://www.nvwa.nl/txmpub/files/?p_file_id=2207671
- Robertson, P. A., Weaver, G. T. & Cavanaugh, J. A. (1978). Vegetation and tree species patterns near the northern terminus of the southern floodplain forest. *Ecological Monographs*, 249-267.
- Ross, C. (1959). Poison ivy dermatitis: the first South African cases. *South African medical journal SAMJ*, 33, 657-660.
- Rubel, F. & Kottek, M. (2010). Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*, 19, 135-141.
- Sachs, J. (2014). Poison ivy. <http://www.poison-ivy.org/html/removal.htm>. Last accessed 28-10-2014.
- Sasek, T. W. & Strain, B. R. (1990). Implications of atmospheric CO₂ enrichment and climatic change for the geographical distribution of two introduced vines in the USA. *Climatic Change*, 16, 31-51.
- Schauder, S., Callauch, R. & Hausen, B. M. (2006). Toxic contact dermatitis from poison ivy in a private garden in Germany. *Hautarzt*, 57, 618-621.
- Schneider, R. L. & Sharitz, R. R. (1988). Hydrochory and regeneration in a bald cypress water tupelo swamp forest. *Ecology*, 69, 1055-1063.
- Schnitzer, S. A. (2005). A mechanistic explanation for global patterns of liana abundance and distribution. *The American Naturalist*, 166, 262-276.
- Schnitzer, S. A. & Bongers, F. (2002). The ecology of lianas and their role in forests. *Trends in Ecology & Evolution*, 17, 223-230.

- Schnitzer, S. A., Londre, R. A., Klironomos, J. & Reich, P. B. (2008). Biomass and toxicity responses of poison ivy (*Toxicodendron radicans*) to elevated atmospheric CO₂: Comment. *Ecology*, *89*, 581-585.
- Schram, S. E., Willey, A., Lee, P. K., Bohjanen, K. A. & Warshaw, E. M. (2008). Black-spot poison ivy. *Dermatitis*, *19*, 48-51.
- Senchina, D. S. (2008a). Summer Azure (*Celastrina neglecta* W. H. Edwards, Lycaenidae) nectaring on poison ivy (*Toxicodendron radicans*, Anacardiaceae). *Journal of the Lepidopterists Society*, *62*, 52-53.
- Senchina, D. S. (2008b). Fungal and animal associates of *Toxicodendron* spp. (Anacardiaceae) in North America. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, *10*, 197-216.
- Shiskin, B. K. (1949). Flora of the U.S.S.R. volume XIV. Botanical Institute of the Academy of Sciences of the U.S.S.R., Moscow.
- Shotola, S. J., Weaver, G., Robertson, P. & Ashby, W. (1992). Sugar maple invasion of an old-growth oak-hickory forest in southwestern Illinois. *American Midland Naturalist*, *127*, 125-138.
- Species 2000 & IT IS Catalogue of life 2013. <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2013/> Last accessed 27-11-2014.
- Sperry, J. S., Holbrook, N. M., Zimmermann, M. H. & Tyree, M. T. (1987). Spring filling of xylem vessels in wild grapevine. *Plant Physiology*, *83*, 414-417.
- Stambaugh, M. C., Muzika, R.-M. & Guyette, R. P. (2002). Disturbance Characteristics and Overstory Composition of an Old-Growth Shortleaf Pine (*Pinus echinata* Mill.) Forest in the Ozark Highlands, Missouri, USA. *Natural Areas Journal*, *22*, 108-119.
- Stevens, G. C. (1987). Lianas as structural parasites: the *Bursera simaruba* example. *Ecology*, *68*, 77-81.
- Stiles, E. W. (1982). Fruit flags: two hypotheses. *American Naturalist*, *120*, 500-509.
- Stiles, E. W. & White, D. W. (1986). Seed deposition patterns: influence of season, nutrients, and vegetation structure. In: Frugivores and Seed Dispersal (Ed. by A. Estrada and T.H. Fleming), pp.45-54. Dr W. Junk Publishers, Dordrecht.
- Suimonti.it (2014). http://www.suimonti.it/index.php?option=com_content&view=article&id=14:led. Last accessed 27-11-2014.
- Swihart, R. K. (1990). Common components of orchard ground cover selected as food by captive woodchucks. *The Journal of Wildlife Management*, *54*, 412-417.
- Taft, J. B. (2003). *Composition and structure of an old-growth floodplain forest of the lower Kaskaskia River*. Paper presented at the United States Department of Agriculture Forest Serviced General technical Report.
- Talley, S. M., Lawton, R. O. & Setzer, W. N. (1996). Host preferences of *Rhus radicans* (Anacardiaceae) in a southern deciduous hardwood forest. *Ecology*, *77*, 1271-1276.
- Tela Botanica (2014). *Toxicodendron radicans* (L.) Kuntze. <http://www.tela-botanica.org/bdtfx-nn-68639-repartition>. Last accessed 27-11-2014.
- Terrel, T. L. (1972). The swamp rabbit (*Sylvilagus aquaticus*) in Indiana. *American Midland Naturalist*, *87*, 283-295.
- The Plant List (2014). <http://www.theplantlist.org/>. Last accessed 28-10-2014.
- Tolstead, W. L. (1942). Vegetation of the northern part of Cherry County, Nebraska. *Ecological Monographs*, *12*, 255-292.
- Tsugawa, H., Tange, M. & Otsuji, J. (1980). Observations on branching and number of leaves in seedlings of Kudzu vines (*Pueraria lobata* Ohwi). *Science Reports of the Faculty of Agriculture, Kobe University*, *14*, 9-14.
- USDA Forest Service (2014). Germplasm Resources Information Network. <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/shrub/toxspp/all.html#DistributionAndOccurrence>. Last accessed 20-10-2014.
- Van der Meijden, R. (2005). *Heukels' Flora van Nederland*. Wolters-Noordhoff, Groningen.
- Van der Ploeg, D. T. E. (1966). *Rhus radicans* L. in Friesland. *Gorteria*, *3*, 30-31.
- Vazquez, J. A. & Givnish, T. J. (1998). Altitudinal gradients in tropical forest composition, structure, and diversity in the Sierra de Manantlan. *Journal of Ecology*, *86*, 999-1020.
- Vincent, G., Bergeron, Y. & Meilleur, A. (1986). Plant community pattern analysis: a cartographic approach applied in the Lac des Deux-Montagnes area (Quebec). *Canadian Journal of Botany*, *64*, 326-335.
- Voss, E. G. (1985). Michigan flora. II. Dicots. Cranbrook Institute of Science, Ann Arbor, Michigan, USA.
- Walker, S. L., Lear, J. T. & Beck, M. H. (2003). 'The sign of three': poison ivy dermatitis in Wales! *British Journal of Dermatology*, *149*, 99-99.

- Weber, M. (1990). Response of immature aspen ecosystems to cutting and burning in relation to vernal leaf-flush. *Forest Ecology and Management*, 31, 15-33.
- Wehtje, G. & Gilliam, C. H. (2012). Cost-effectiveness of glyphosate, 2,4-D, and triclopyr, alone and in select mixtures for poison ivy control. *Weed Technology*, 26, 469-473.
- Wehtje, G., Gilliam, C. H. & McElroy, J. S. (2013). Poison ivy (*Toxicodendron radican*) control with triclopyr and metsulfuron, applied alone and in tank mixture. *Weed Technology*, 27, 725-728.
- Weijs, E. & van Valkenburg J.L.C.H. (unpublished). Concept Verslag bezoek aanplant *Rhus radicans* op dijk tussen de meren Morra en De Vogelhoek, Morrapaed, Himmelum, Friesland 8 oktober 2009.
- Yurkonis, K. A. & Meiners, S. J. (2006). Drought impacts and recovery are driven by local variation in species turnover. *Plant Ecology*, 184, 325-336.
- Ziska, L., Sicher, R., George, K. & Mohan, J. (2007). Rising atmospheric carbon dioxide and potential impacts on the growth and toxicity of poison ivy (*Toxicodendron radicans*). *Weed Science*, 55, 288-292.

Appendices

Appendix 1: Results of field survey 2014.

Location	Vangdijk, Hemelum	
Date of field search	7-10-2014	
Amersfoort coordinates (RD, km)	150-544	
Tansley survey		
<i>Toxicodendron radicans</i>	Gifsumak	a
<i>Crataegus monogyna</i>	Eenstijlige meidoorn	f
<i>Galium aparine</i>	Kleefkruid	f
<i>Phragmites australis</i>	Riet	f
<i>Salix alba</i>	Schietwilg	f
<i>Carex acutiformis</i>	Moeraszegge	la
<i>Convolvulus sepium</i>	Haagwinde	o
<i>Dryopteris dilatata</i>	Brede stekelvaren	o
<i>Hedera helix</i>	Klimop	o
<i>Iris pseudacorus</i>	Gele lis	o
<i>Quercus robur</i>	Zomereik	o
<i>Ribes rubrum</i>	Aalbes	o
<i>Rosa canina s.l.</i>	Hondsroos s.l.	o
<i>Rubus fruticosus</i>	Gewone braam	o
<i>Salix cinerea</i>	Grauwe wilg s.l.	o
<i>Solanum dulcamara</i>	Bitterzoet	o
<i>Urtica dioica</i>	Grote brandnetel	o
<i>Angelica sylvestris</i>	Gewone engelwortel	r
<i>Dryopteris filix-mas</i>	Mannetjesvaren	r
<i>Eupatorium cannabinum</i>	Koninginnekruid	r
<i>Lonicera periclymenum</i>	Wilde kamperfoelie	r
<i>Sambucus nigra</i>	Gewone vlier	r
<i>Sonchus palustris</i>	Moerasmelkdistel	r
<i>Sorbus aucuparia</i>	Wilde lijsterbes	r
<i>Ilex aquifolium</i>	Hulst	r

Tansley/DAFOR score d: dominant; a: abundant; f: frequent; o: occasional; r: rare (note: prefix l was used for local)