



AALBORG UNIVERSITET

FUGLE SOM SPREDNINGSVEJ FOR FUGLEFRØ, FRØ AF KULTURPLANTER OG EKSOTISKE FRUGTER – MED SÆRLIG FOKUS PÅ INVASIVE ARTER

NOTAT FRA INSTITUT FOR KEMI OG BIOVIDENSKAB AALBORG UNIVERSITET, 5. NOVEMBER 2022

Af Sussie Pagh, Hanne Lyngholm Larsen og Majken Pagter, AAU

Rekvirent: Miljøstyrelsen
137 sider



AAU - VIDEN FOR VERDEN



AALBORG UNIVERSITET

Indhold

RESUMÉ AF FIRE DELPROJEKTER	2
Resumé af Delprojekt 1.	2
Resumé af Delprojekt 2.	2
Resumé af Delprojekt 3.	3
REsume af Delprojekt 4.	4
KONKLUSION	4
BAGGRUND FOR PROJEKTET.....	4
Invasive arter i fuglefrø	5
Frøspredning via fugle	6
Fuglespredning af haveplanter og eksotiske frugter	6
Formål med projektet	7
Referencer	7
DELPROJKT 1: BYNKE AMBROSIE (<i>AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA</i>) I FUGLEFRØ.....	10
Formål	11
Kendetegn for Bynkeambrosie	11
Status for Bynkeambrosie i Danmark.....	14
Metode	15
Resultater	16
Konklusion	16
Referencer	16
DELPROJEKT 2. INDHOLD OG SPIRINGSEVNE AF FRØ FRA FUGLEFRØBLANDINGER SOLGT I DANMARK	17
Baggrund	18
Formål	18
Metode	18
REsultater.....	19
Konklusion	20
Referencer	20
DELPROJEKT 3. MINDRE SPURVEFUGLES SPREDNING AF FUGLEFRØ OG KULTURPLANTER	22
Baggrund	22
Formål:	23
Metode	23
Resultater	24
Diskussion	24
Konklusion	25
Referencer	25
DELPROJEKT 4. FRØSPEDNING HOS RÅGER MED FOKUS PÅ INVASIVE ARTER	27
Baggrund	28
Formål	28
Metode	28
Resultater	31
Diskussion	32
Referencer	33
Appendix 1. Foto af undersøgte frøblandinger med oplysning om forhandler	35
Appendix 2. Foto af frø, ikke nævnt i frøblandingens indholdsfortegnelse	38
Appendix 3. Bachelorprojekt: Indhold og spiringsevne af frø fra fuglefrøblandinger solgt i danmark	40
Appendix 4. Resultater af fugletællinger i perioden d. 20 til d. 30. september 2022 i haven, hvor ekskrementer fra småfugle blev indsamlet.	113
Appedix 5. Indhold af ekskrementer fra småfugle indsamlet under foderbræt. ...	114
Appendix 6. specialeprojekt i Flora og Fauna: Seed dispersal by rooks (<i>Corvus frugilegus</i>) analysed from the content of regurgitation pellets - with focus on invasive species	118

RESUMÉ AF FIRE DELPROJEKTER

Frøspredning er vigtig for den naturlige succession og regenerering af plantesamfund, men kan også spille en rolle i spredningen af invasive arter. Invasive arter udgør et stadigt stigende pres på den danske natur og kan udkonkurrere hjemmehørende arter og ændre økosystemer. Globalt regnes invasive arter som en af hovedårsagerne til tabet af biodiversitet. I terrestriske miljøer er invasive arter ofte problematiske, idet deres tilstedeværelse typisk opdages relativt sent i invasionsprocessen. Hensigten med projektet var, at tilvejebringe viden om, hvorvidt havens fugle kan fungerer som spredningsvej for kulturplanter og invasive arter mellem haver og natur. Denne viden kan formidles til producenter af fuglefrø, plantecentre og haveejere og forhåbentlig være med til at begrænse spredningen af kulturplanter og invasive planter fra haver til naturen. Projektet består af en række delprojekter gennemført bl.a. i samarbejde med 30 haveejere, samt bachelor og specialestuderende på Aalborg Universitet. Forud for delprojekterne blev en frøbank, bestående af frø af 86 vilde danske urter, haveplanter og invasive plantearter, opbygget til identificering af frø i de forskellige delprojekter.

Projektet består af følgende fire delprojekter:

- 1) "*Bynkeambrosie (Ambrosia artemisiifolia) i fuglefrø 2019/2020*". I projektet blev 13 forskellige fuglefrøblandinger undersøgt for tilstedeværelse af bynke-ambrosie.
- 2) "*Indhold og spiringsevne af frø fra fuglefrøblandinger solgt i Danmark*". Med hjælp fra 30 haveejere blev spiringsevnen undersøgt hos frø fundet i fuglefrøblandinger, både frø som var deklareret på frøblandingerne og forurenende frø, som ikke fandtes i frøblandingernes indholdsfortegnelse.
- 3) "*Mindre spurvefugles spredning af fuglefrø og kulturplanter*". I en have syd for Aarhus blev der indsamlet ekskrementer fra småfugle. De indsamlede fugleekskrementer blev undersøgt for frø.
- 4) "*Seed dispersal by rooks (corvus frugilegus) analysed from the content of regurgitation pellets - with focus on invasive species*". Rågers spredning af frø med særlig fokus på kulturplanter og invasive arter blev undersøgt i et specialestudie. Rågegylp indsamlet ved seks forskellige rågekolonier i Jylland blev undersøgt for fuglefrø.

RESUMÉ AF DELPROJEKT 1.

I vinteren 2019/ 2020 blev der indkøbt 13 frøblandinger fra plantecentre, byggemarkeder, dagligvarebutikker og via internet, med henblik på at få en så bred dækning af forhandlere og producenter/importører som muligt. Frøblandingerne blev undersøgt for ambrosiefrø efter "Method for the determination of Ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in animal non-pelleted Animal Feedingstuff, IAG-Method A5". Der blev ikke fundet frø af bynke-ambrosie i de 13 undersøgte frøblandinger. Der blev imidlertid fundet en del ikke-deklarerede frø i blandingerne, bl.a. frø af snævre, valmue, raps og en række uidentificerede frø. Delundersøgelsen viste, at forurening med bynke-ambrosie i fuglefrøblandinger var faldet sammenlignet med tidligere. Selvom de fleste ikke-deklarerede frø, fundet i fuglefrøblandingerne, er frø af vilde arter, som allerede findes i Danmark, er det bekymrende, at samtlige undersøgte blandinger var forurenede med ikke-deklarerede frø.

RESUMÉ AF DELPROJEKT 2.

Fuglefrøblandinger kan udgøre en utilsigtet introduktions- og spredningsvej for kulturplanter. Fuglefrøblandinger kan være forurenede med frø af ukendte arter, der kan være ikke hjemmehørende, og potentielt invasive. I Europa, også i Danmark, har fuglefrøblandinger i høj

grad været med til at introducere bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.). I delprojekt 2 blev fire frøblandinger købt i plante- og byggecentre undersøgt for frø, som ikke var deklareret på frøblandingernes indholdsfortegnelse. Efterfølgende blev spiringsdygtigheden hos både deklarerede fuglefrø og ikke-deklarerede frø fra fuglefrøblandinger undersøgt.

Fra d.10/4 2021 blev plantekasser med frø fra de fire forskellige fuglefrøblandinger sat ud i haven hos 30 haveejere i Nord- og Midtjylland. Hver kasse blev placeret, så den fik flest mulige soltimer. Kasserne med frø blev efter nøje anvisninger passet af haveejerne i 4 uger frem til d. 9/5-2021, hvorefter de blev indsamlet og antallet af spirede frø blev noteret. Kimplanterne blev anvendt til at identificere arter, som det ikke havde været muligt at identificere ud fra frø.

I de fire fuglefrøblandinger blev der fundet frø af 78 arter, som ikke var deklareret på frøblandingernes indholdsfortegnelse, herunder frø af bynke-ambrosie. Også flere andre ikke hjemmehørende arter, som allerede er eller har potentiale til at blive problematiske på dyrkede arealer eller i naturlige habitater, blev fundet i blandingerne. Frø af 26 af de ikke-deklarerede arter var spiringsdygtige midt på foråret under naturlige klimaforhold og i klimaskabe ved højere temperatur (18-20°C) under kontrollerede forhold. Konklusionen er, at langt de fleste frø i fuglefrøblandinger er spiringsdygtige, og at fuglefrøblandinger kan bidrage til introduktion og spredning af ikke hjemmehørende arter i Danmark.

RESUMÉ AF DELPROJEKT 3.

I perioden fra d. 11. til 30. september 2022 blev der indsamlet ekskrementer fra småfugle under et foderbræt i Skæring ved Aarhus. Formålet med projektet var, at undersøge om frø fra fuglefrøblandinger, kulturplanter og invasive plantearter kan spredes via mindre spurvefugle via "endozoochory" dvs. gennem fugles tarm. Der blev i alt indsamlet og undersøgt 75 ekskrementer af mindre spurvefugle. Da ekskrementerne ikke umiddelbart kunne sammenkædes med en art, blev der foretaget fugletællinger ved foderbrættet i samme periode som indsamlingerne blev foretaget. Tællinger ved foderbrættet viste, at skovspurv var langt den hyppigste gæst efterfulgt af blåmejse, sortmejse og musvit. Solsort, sumpmejse, jernspurv, bogfinke, spætmejse, rødhals, grønirisk, gærdesmutte, skovskade og tyrkerdue blev også registreret ved forsøgsfoderbrættet.

Forsøget viste, at mindre spurvefugle, som besøgte foderbrættet, var i stand til at sprede frø fra bær og urter. Frø fra frøblandinger, blev kun fundet knust og i mindre dele i fuglenes ekskrementer. Frø, hvor frøhviden udgør føde for de frøædende spurvefugle, knuses formentlig i fuglenes kråse og opløses i fuglenes fordøjelsessystem og indgår på den måde som føde for fuglene. Deklarerede frø fra fuglefrøblandinger har en størrelse, som ikke vil kunne forekomme intakte i småfugleekskrementer, som har en diameter på under 2,5 mm. Kulturformer af bær i Rubus slægten, som fx brombær (*Rubus plicatus*), (*Rubus idaeus*) og boysenbær (*Rubus loganobaccus* x *laciniatus* x *idaeus*), der ofte findes i haver, vil kunne spredes med småfugle til naturen. Frø af urter med hårdskallede frø fx frø fra nælde, kan holde til processen gennem fuglenes fordøjelseskanal og kan spredes via spurvefugle. I vintermånederne kan hjemmehørende drosler og frøædende trækfugle nordfra, imidlertid æde større bær og frugter med større frø fra buske og træer, som kan spredes via endozoochory.

Prydgræsser, som er blevet populære i haver, anses ikke for at være en plantegruppe, som spredes med mindre spurvefugle, da græsfrø formentlig udnyttes som føde og ødelægges med næb, kråse og tarm hos fuglene.

Planter, som spredes med småfugle, vil være arter med små frø med en diameter på mindre end 2 mm og med hårde skaller så spireevnen bevares under passagen gennem spurvefuglens fordøjelses. Større frø kan imidlertid spredes på anden måde fx ved at hæfte sig til fugles fjerdragt eller fødder, eller ved at fugle deponerer frø eller anvender plantemateriale med frø til redemateriale.

RESUME AF DELPROJEKT 4.

Rågen (*Corvus frugilegus*) er en omnivor art, som andre steder i verden er kendt for at indtage og sprede en lang række af frø i både naturlige og urbane habitater. I dette studie blev danske rågers rolle i frøspredning belyst, ved at undersøge gylp fra ynglekolonier. Studiets formål var at undersøge 1) hvilke typer af frø råger indtager; 2) om frø fra rågegylp er spiringsdygtige 3) om vegetationen under rågekolonien ændres i forhold til den omgivende vegetation og om ændringen kan tilskrives det opgyldede materiale. Der blev indsamlet 153 gylp fra seks rågeyngekolonier i Midt- og Nordjylland i perioden april til juni 2021. I prøverne blev der fundet 124 frø tilhørende 8 taxa. Størstedelen af de fundne arter var frø af kornsorter og andre tør-frugtede arter, som hovedsageligt var vilde urter og ruderatarter. Et spiringsforsøg viste, at frø af *Poaceae* sp., almindelig vejpileurt (*Polygonum aviculare*) og almindelig fuglegræs (*Stellaria media*) var spiringsdygtige. Der blev ikke fundet frø af invasive eller eksotiske frugter i rågegylpene. Affaldshåndteringen i Danmark kan være med til at begrænse spredning af eksotiske frugter og invasive arter, sammenlignet med råger i lande med åbne lossepladser. Det skal dog bemærkes, at datamaterialet var forholdsvis spinkelt og at en undersøgelse af flere bynære rågekolonier og overnatningspladser kan ændre resultatet.

KONKLUSION

Konklusionen af delprojekt 1 og 2 er at forekomsten af bynke-ambrosie er faldet i fuglefrøblandinger siden sidste undersøgelse i 2010, men at fuglefrøblandinger stadig indeholder bynke-ambrosie og - i varierende grad - frø af ikke-deklarerede arter. Ca en tredjedel af disse frø er spiringsdygtige. Det er således muligt, at fuglefrøblandinger ikke alene kan fungere som en kilde til introduktion og spredning af ikke hjemmehørende til naturen, men også via fuglefrøblandinger til spredning af hjemmehørende arter til andre naturtyper. Delprojekterne 3 og 4 bekræfter, at spurvefugle potentielt kan fungere som spredningsvej mellem haver, landbrugsarealer og naturlige habitater. Fuglene spreder overvejende frø af vilde urter (ukrudtsplanter), ruderater og andre arter, som typisk findes i urbane områder, herunder kulturformer af arter i *Rubus* slægten. Små spurvefugle kan udelukkende sprede små, typisk hårdskallede frø, mens store spurvefugle, som f.eks. kragefugle, kan sprede en bredere vifte af frø. Resultaterne tyder på, at kun en mindre del af frøene forbliver spiringsdygtige efter opgyldning eller tarmpassage. Spredning af eksotiske frugter må anses for minimalt under danske forhold, da husholdningsaffald sorteres og det anbefales ikke at kompostere køkkenaffald åbent. Data indikerer ikke, at fugles frøspredning spiller en vigtig rolle i spredning af invasive og eksotiske plantearter. Datamaterialet er begrænset og især delundersøgelse 3 og 4 kunne med fordel gentages i en større målestok.

BAGGRUND FOR PROJEKTET

Invasive arter udgør et stadigt stigende pres på den danske natur og truer med at udkonkurrere hjemmehørende arter og ændre de oprindelige økosystemer. Således regnes

invasive arter som værende en af de absolutte hovedårsager bag tabet af biodiversitet på globalt plan. Projektet vil tilvejebringe viden om, hvorvidt havens fugle kan fungere som spredningsvej for invasive arter mellem haver og natur. Denne viden kan være med til, via informationer til haveejere og ændring af deres adfærd, at begrænse spredningen af invasive planter og andre problemarter fra haver til naturen.

Fugle kan agere frøspredere både via deres gylp og via ekskrementer (Stiles 1980, 1982, Bartuszevige & Gorchov 2006, Czarnecka et al. 2013; Czarnecka & Kitowski 2013). Visse frø får til og med bedre spiringsevne, når de har været igennem fordøjelseskanalen af et pattedyr eller en fugl (Bartuszevige & Gorchov 2006, Graae et al. 2005, Kleyheeg et al. 2018). Fuglespredning anses for vigtigere end spredning via pattedyr, formentlig fordi fugle kan sprede frø over store afstande (Bruun 2005). Mange spurvefugle, fx skovspurv (*Passer montanus*), grønirisk (*Chloris chloris*), dompap (*Pyrrhula pyrrhula*), rødhals (*Erithacus rubecula*), gulspurv (*Emberiza citrinella*), solsort (*Turdus merula*), råge (*Corvus frugilegus*) og husskade (*Pica pica*) m.fl. kommer på foderbrættet, og har gavn af havens frugtbærende og frøbærende planter, samt eventuelle henkastede hjemmehørende og eksotiske frugter på kompostbunken. Fugles betydning som spredningsvej mellem haver og naturen, har ikke tidligere været undersøgt i Danmark og er ikke velundersøgt i andre lande. Der er imidlertid eksempler på, at fuglearterne stær (*Sturnus vulgaris*) og spottefugl (*Mimus polyglottos*) i Nordamerika har spredt frø og frugter af invasive planter (Stiles 1982, Bartuszevige & Gorchov 2006). Ligeledes er der eksempler på spredning af rynket rose med drosler, grønirisk og silkehal (Fremstad 1997, Bruun, 2005, 2006, Weidema 2006).

Frø af de invasive arter gyldenris (*Solidago*), pastinak (*Pastinaca sativa*), bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*), rynket rose (*Rosa rugosa*), japansk kæmpepileurt (*Fallopia japonica*), glansbladet hæg (*Prunus serotina*), japansk humle (*Humulus japonicus*), kæmpebalsamin (*Impatiens glandulifera*), vinter græskar (*Cucurbita maxima*, også kaldet kuribønne), skyrækker (*Ailanthus altissima*) og purpurpampasgræs (*Cortaderia jubata*) kan potentielt spredes med fugle. Gyldenris anses primært for at spredes med vind og vegetativt, men det kan det ikke udelukkes at den kan spredes via fugle.

INVASIVE ARTER I FUGLEFRØ

Fuglefrøblandinger er en kendt kilde til introduktion af ikke hjemmehørende arter. Især frø fra bynke-ambrosie i fuglefrøblandinger skaber bekymring. Indberetningen af bynke-ambrosie er steget kraftigt (Jørgensen 2010). Pollen fra bynke-ambrosie er yderst allergene, og får planten yderligere rodfæste i Danmark, kan det betyde flere astmaanfald og flere pollenallergikere (Jørgensen 2010). Eftersom bynke-ambrosie blomstrer fra sensommeren og indtil frost, forlænges den periode, hvor pollenallergikere oplever gener, med flere måneder.

I en dansk undersøgelse publiceret i 2010, blev der fundet frø fra bynke-ambrosie i fuglefrøblandinger til vilde fugle i 9 ud af 17 fugleblandinger (Jørgensen 2010). Indholdet varierede fra 8 mg ambrosiefrø/kg foder til 423 mg/kg. Dette svarer til ca. 2-100 frø/kg fuglefrøblanding (Jørgensen 2010). Ambrosiefrø er fundet i både rene solsikkefrø og frøblandinger. Det største indhold på 423 mg/kg blev påvist i en prøve af en frøblanding (Jørgensen 2010).

Bynke-ambrosie er en én-årig urt, der spirer frem om foråret. Den er normalt fra 30-90 cm høj. Den blomstrer i perioden juli-oktober og danner modne frø fra midt-august. Den visner ned, når det bliver frost. Bynke-ambrosie producerer omkring 2500 frø pr. plante og formerer sig udelukkende ved frøspiring. Frøene skal igennem en dvaleperiode med kuldepåvirkning, før de

kan spire, og de kan bevare spireevnen i mange år. Blomsterne er vindbestøvede og kan producere levedygtige frø ved selvbestøvning. Dette betyder, at selv en enkelt isoleret plante er i stand til at starte en ny population (Buttenschøn 2010). Også andre frø fra ikke hjemmehørende planter i frøblandinger, som hør (*Linum usitatissimum*), hamp (*Cannabis sativa*), solsikke (*Helianthus annuus*), kan potentielt spredes via fugle. Bynke-ambrosie findes almindeligt nær fugle-fodringspladser i Danmark og udbredelsen ser ud til at have været stigende siden 2009 (FugleogNatur.dk).

FRØSPREDNING VIA FUGLE

Frø kan spredes på mange forskellige måder. Groft set kan frø spredes via vind, vand og/eller dyr, herunder mennesker. Ofte har frøene specielle tilpasninger, som gør deres spredingsstrategi effektiv. Fx har planter med vindspredning (orkideer og græsser) meget små og lette frø, mælkebøtte og mange kurveblomster er forsynet med faldskærme og træer i fx lønfamilien har vingede frø. Vindslyngspredning er en speciel form for vindspredning, hvor planten har indbygget en mekanisme, som slynger frøene ud. Det kan være valmuen, som har en passiv vindslyngspredning, hvor frøkapslen har huller i toppen, og når den modne valmue vipper i vinden, slynges frøene ud af hullerne øverst i kapslen. Balsamin har aktiv vindslyngspredning. Her har bælggen en indbygget mekanisme som udløses ved berøring eller ved vind, så frøene slynges ud i omgivelserne. Vandspredning forekommer naturligt hos planter, som vokser tæt på vand. Fx har frugterne af rødelt, pindsvineknop og kogleaks luftfyldt væv i frugtvæggen, der gør at de kan flyde. Dyrespredning (zoochory) af frø sker enten ved, at frø hæfter på overfladen af dyr (epizoochory) eller ved at dyr spiser frø som efterfølgende gylpes op eller udskilles som en del af ekskrementer (endozoochory). "Ornitochory" er en særlig form for zoochory, hvor planter udnytter at fugle kan flyve eller bevæge sig over store afstande til områder med favorable kår og mindre interspecifik konkurrence (Richardson et al., 2000a; Stiles, 2000; Benvenuti, 2007; Nathan et al., 2008).

Frøædende fugle er vigtige frøspredere, da disse arter ofte deponerer frø til senere brug (Richardson et al., 2000a; Vander Wall og Beck, 2012). Da ikke alle frø ødelægges gennem tarmpassage kan frøedere også fungere som frøspredere (Richardson et al., 2000a; Bruun og Poschlod, 2006; Heleno et al., 2011; Czarnecka og Kitowski, 2013; Reynolds et al., 2015). Undersøgelser bekræfter, at frugter med små frø har flere potentielle spredere end frugter med store frø, da mindre frø kan spredes via endozoochory over store afstande (McKey, 1975; Richardson et al., 2000). Fugle, som spreder små frø, er ofte generalister, da større frø som regel kræver, at fuglen har specialiseret sig i at behandle og åbne disse frø, for at udnytte frøhviden (McKey, 1975; VanderWall and Beck, 2012; Green et al., 2019). Generelt har frø, som udskilles med fugleekskrementer, reduceret spireevne, men i nogle tilfælde øges spireevnen (særligt hårdskallede frø) (Jordaan et al., 2011; Padrón et al., 2011; Mokotjomela et al., 2013).

FUGLESPREDNING AF HAVEPLANTER OG EKSOTISKE FRUGTER

Kragefugle er kendt for, at have en alsidig kost og mange udnytter havens og byens menneskeskabte fødekilder, herunder også madaffald fx eksotiske frugter, som er endt i kompostbunken. Et polsk studie undersøgte antallet af frø i 739 rågegylp indsamlet under en ynglekoloni i april, maj og juni (Czarnecka et al. 2013). Selvom rågernes føde i yngletiden er domineret af animalsk føde, fandt man frø fra urter, buske og træer i 18% af gylpene. Der blev i alt fundet 571 frø. Halvdelen af disse var fra tørfrugtede arter, som ikke umiddelbart var tilpasset dyrespredning. Mange af disse frø kan være indtaget af rågerne ved et tilfælde i

forbindelse med indtagning af anden føde. Råger spredde også frø fra åbne habitater, marker og enge og dropper dem via gylp eller ekskrementer under kronen på træer i småskove i landområder (Czarnecka et al. 2013).

I endnu en undersøgelse af rågegylp fra 11 byer i det østlige Polen fandt man 2257 frø i 1008 gylp, som stammede fra 60 forskellige taxa (Czarnecka & Kitowski 2013). Blandt frøene blev der fundet en hel del kulturplanter fx kiwi, peberfrugt, jordbær, tomater, æble/pære, stikkelsbær og brombær. Disse kulturplanter blev ofte fundet sammen med forskelligt affald, fx rester af plastikposer, papir, sølvpapir og glasstumper, hvilket tyder på, at frugterne stammefr fra husholdningsaffald (Czarnecka & Kitowski, 2013). Også frø af markafgrøder, som hør, boghvede, byg, hvede, vindrue, raps og hirse, blev fundet i gylpene. Desuden fandt man frø af invasive haveplanter, fx hvid morbær (*Morus alba*) og hjortetaktræ (*Rhus typhina*). I samme undersøgelse fandt man også frø af hjemmehørende arter, fx hyld (*Sambucus nigra*), havtorn (*Hippophae rhamnoides*), burresterre (*Galium aparine*) og håret star (*Carex hirta*) i gylpene. I spiringsforsøg med frø fra rågegylp fandt man, at hjemmehørende arter spirede bedre end kulturindførte arter (Czarnecka & Kitowski 2013).

FORMÅL MED PROJEKTET

Spørgsmålet er derfor om fuglefodring, kulturplanter i haverne og frugter smidt på kompostbunken forstærker spredningen af kulturplanter og invasive arter i naturen og dermed udfordringerne med at forvalte de naturlige habitater med hjemmehørende arter.

Projektet undersøger via en række delundersøgelser omfanget fuglespredning af frø fra kulturplanter, med særlig fokus på invasive arter fra:

- fuglefrøblandinger med særlig fokus på bynke-ambrosie
- kulturplanter, der bruges som pryddplanter eller dyrkes som grøntsager i villahaver
- eksotiske frugter, som fx henkastes på kompostbunker

REFERENCER

- Bartuszevige, A.M. and Gorchov, D. L. 2006. Avian seed dispersal of an invasive shrub. *Biological Invasions* 8: 1013–1022 Springer 2006 DOI 10.1007/s10530-005-3634-2
- Benvenuti, S. 2007. Weed seed movement and dispersal strategies in the agricultural environment. *Weed biology and management*, 7(3):141–157.
- Bruun, H.H. 2005. Biological Flora of the British Isles. No. 239. *Rosa rugosa* Thunb. ex Murray. *Journal of Ecology*, 93(2):441-470.
<http://www3.interscience.wiley.com/cgi-bin/fulltext/118645540/PDFSTART>
- Bruun, H.H. and Poschlod, P. 2006. Why are small seeds dispersed through animal guts: large numbers or seed size per se?. *Oikos*, 113: 402-411. doi:10.1111/j.2006.0030-1299.14114.x
- Buttenschøn, R.M.; Holst, N.; Hansen, P.B.; Kudsk, P.; Mathiassen, S.K. and Ravn, H.P. 2010: Retningslinier for forebyggelse og bekæmpelse af bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*). Resultater fra EUPHRESCO projektet Strategies for Ambrosia control (AMBROSIA) 2008-2009. Skov & Landskab. 48 pp.
- Czarnecka, J.; Kitowski, I.; Sugier, P.; Mirski, P.; Krupiński, D. and Pitucha, G. 2013. Seed dispersal in urban green space – Does the rook *Corvus frugilegus* L. Urban Forestry & Urban Greening. Volume 12, Issue 3, 2013, Pages 359-366.

- Czarnecka, J. and Kitowski, I. 2013. Rook Spring Seed Dispersal in the Agricultural – Frugivory, Granivory or Accidental. *Folia Geobotanica* 48, 55-73.
- Fremstad E. and R. Elven 1997 Alien plants in Norway and dynamics in the flora: a review, *Norsk Geografisk Tidsskrift - Norwegian Journal of Geography*, 51:4, 199-218.
- Graae, B. J., Pagh, S. and Bruun, H. H. 2005. An experimental Evaluation of the Arctic Fox (*Alopex lagopus*) as a Seed Disperser. *Arctic, Antarctic and Alpine Research* 36(4): 468-473.
- Gosper, C. R., Stansbury, C. D., and Vivian-Smith, G. 2005. Seed dispersal of fleshy-fruited invasive plants by birds: contributing factors and management options. *Diversity and distributions*, 11(6):549–558.
- Gosper, C. R. and Vivian-Smith, G. 2010. Fruit traits of vertebrate-dispersed alien plants: smaller seeds and more pulp sugar than indigenous species. *Biological Invasions*, 12(7):2153–2163.
- Green, A. J., Elmberg, J., and Lovas-Kiss, Á. 2019. Beyond scatter-hoarding and frugivory: European corvids as overlooked vectors for a broad range of plants. *Frontiers in Ecology and Evolution*, page 133.
- Heleno, R. H., Ross, G., Everard, A., Memmott, J., and Ramos, J. A. 2011. The role of avian ‘seed predators’ as seed dispersers. *Ibis*, 153(1):199–203.
- Jordaan, L. A., Johnson, S. D., and Downs, C. T. 2011. The role of avian frugivores in germination of seeds of fleshy-fruited invasive alien plants. *Biological Invasions*, 13(8):1917–1930.
- Jordano, P. 2000. Fruits and frugivory. In Fenner, M., editor, *Seeds: The Ecology of Regeneration in Natural Plant Communities*, pages 125–166. CABI Publishing, Wallingford.
- Jørgensen, J.S., 2010: Rapport over undersøgelse af vildtfugle-blandinger for indhold af bynke ambrosie (*Ambrosie artemisiifolia* L.) – vinter 2009-2010. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Kleyheeg E., Claessens M., and Soons MB. 2018. Interactions between seed traits and digestive processes determine the germinability of bird-dispersed seeds. *PLOS ONE* 13: e0195026
- McKey, D. 1975. The ecology of coevolved seed dispersal systems. In *Coevolution of animals and plants*, pages 159–191.
- Magoč, T. and Salzberg, S.L. 2011. FLASH: fast length adjustment of short reads to improve genome assemblies. *Bioinformatics* 27, 2957–2963.
- Mokotjomela, T., Musil, C., and Esler, K. 2013. Frugivorous birds visit fruits of emerging alien shrub species more frequently than those of native shrub species in the South African Mediterranean climate region. *South African Journal of Botany*, 86:73–78.
- Nathan, R., Schurr, F. M., Spiegel, O., Steinitz, O., Trakhtenbrot, A., and Tsoar, A. 2008. Mechanisms of long-distance seed dispersal. *Trends in ecology & evolution*, 23(11):638–647.
- Padrón, B., Nogales, M., Traveset, A., Vilá, M., Martínez-Abraín, A., Padilla, D. P., and Marrero, P. 2011. Integration of invasive *Opuntia* spp. by native and alien seed dispersers in the Mediterranean area and the Canary Islands. *Biological invasions*, 13(4):831–844.
- Reynolds, C., Miranda, N. A., and Cumming, G. S. 2015. The role of waterbirds in the dispersal of aquatic alien and invasive species. *Diversity and Distributions*, 21(7):744–754.
- Richardson, D. M., Allsopp, N., D’Antonio, C. M., Milton, S. J., and Rejmánek, M. (2000a). Plant invasions – the role of mutualisms. *Biological Reviews*, 75(1):65–93.

- Richardson, D. M., Pyšek, P., Rejmánek, M., Barbour, M. G., Panetta, F. D., and West, C. J. 2000b. Naturalization and invasion of alien plants: concepts and definitions. *Diversity and distributions*, 6(2):93–107.
- Stiles, E.W. 1980. Patterns of fruit presentation and seed dispersal in bird-disseminated woody plants in the eastern deciduous forest. *The American Naturalist* 116: 670–688.
- Stiles, E.W. 1982. Expansions of mockingbird and multiflora rose in the northeastern United States and Canada. *American Birds* 36: 358–364.
- Stiles, E.W. (2000). Animals as seed dispersers. In Fenner, M., editor, *Seeds: The Ecology of Regeneration in Natural Plant Communities*, pages 111–124. CABI Publishing, Wallingford.
- Taberlet P., Coissac E., Hajibabaei M., and Rieseberg L.H. 2012. Environmental DNA. *Molecular Ecology* 21:1789–1793.
- Weidema I., 2006. NOBANIS - invasive alien species fact sheet - *Rosa rugosa*. Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species (NOBANIS). unpaginated. http://www.nobanis.org/files/factsheets/Rosa_rugosa.pdf
- Vander Wall, S. B. and Beck, M. J. (2012). A comparison of frugivory and scatter-hoarding seed-dispersal syndromes. *The Botanical Review*, 78(1):10–31.

DELPROJKT 1: BYNKE AMBROSIE (*AMBROSIA ARTEMISIIFOLIA*) I FUGLEFRØ 2019/2020

Notat fra Institut for Kemi og Biovidenskab Aalborg Universitet, 18. December 2020

Af Sussie Pagh, Sofie Albrekt Hansen, Helle Blendstrup, Dan Bruhn, Cino Pertoldi og Majken Pagter



Frø af bynke-ambrosie. Foto:Sofie Albrekt Hansen

BAGGRUND

Frø af bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) i fuglefrøblandinger skaber bekymring. Pollen fra bynke-ambrosie er yderst allergene, og får planten rodfæste i Danmark, vil pollen kunne få en uheldig påvirkning af folkesundheden hos allergikere i befolkningen (El Kelish et al. 2014). Denne påvirkning vil ske fra sensommeren og indtil frost, og herved forlænges den periode hvor pollenallergikere oplever gener (Jørgensen 2010).

I en dansk undersøgelse publiceret i 2010, blev der fundet frø af bynke-ambrosie i foder til vilde fugle i 9 ud af 17 frøblandinger, dvs. 53% af de undersøgte prøver indeholdt ambrosiefrø (Jørgensen 2010). Indholdet varierede fra 8 mg ambrosiefrø/kg foder til 423 mg/kg. Dette svarer til, at der i foder med påvist indhold af ambrosiefrø findes ca. 2 – 100 frø/kg (Jørgensen 2010). Ambrosiefrø blev fundet i både rene solsikkefrø og frøblandinger. Det største indhold på 423 mg/kg er påvist i en prøve af en frøblanding (Jørgensen 2010).

Bynke-ambrosie er en én-årig urt, der spirer frem om foråret. Det er en typisk kort-dags plante, som blomstrer, når dagslængden bliver kortere end ca. 14 timer. Dvs. i Danmark blomstrer den medio august-oktober. Den dør væk, når det bliver frost. Bynke-ambrosie producerer omkring 2500 frø per plante og formerer sig udelukkende ved frøspiring. Frøene skal igennem en dvaleperiode med kuldepåvirkning, før de kan spire, og de kan bevare spireevnen i mange år. Blomsterne er vindbestøvede og kan producere levedygtige frø ved selvbestøvning. Dette betyder, at selv en enkelt isoleret plante er i stand til at starte en ny population (Buttenschøn et al. 2010). Den sene blomstring har indtil nu forhindret etablering af stabile populationer i Nordeuropa, fordi lave efterårstemperaturer hæmmer blomstring og frøsætning. Nyere studier har dog identificeret invasive populationer i bl.a. Tyskland, som har tilpasset sig et køligere klima, ved at blomstre tidligere og dermed have tid til frøsætning (Scalone et al. 2016; Kraleman et al. 2018).

Bynke-ambrosie stammer fra Nordamerika og har spredt sig med stigende hastighed siden 1990'erne til de temporære zoner i Europa, samt i dele af Asien og Australien. Den er årsag til pollenallergi og er et stigende problem i Europa, både i forhold til folkesundheden og som markukrudt. Omkostninger, som følge af spredningen af bynke-ambrosie, vurderes til at være i størrelsesordenen flere hundrede millioner euro (Buttenschøn et al. 2010). Store bevoksninger af bynke-ambrosie i den centrale del af Europa (Ungarn, Frankrig, Italien og Kroatien) og den øgede samhandel kan føre til yderligere spredning i Europa (Buttenschøn et al. 2010).

FORMÅL

Formålet er, at undersøge forekomst af bynke-ambrosie frø i fuglefrøblandinger solgt hos danske forhandlere i 2019/2020.

KENDETEGN FOR BYNKEAMBROSIE

Slægten Ambrosie tilhører kurvblomstfamilien (Asteraceae), som har blomsterne samlet i kurve. Bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) 30-90 cm høj. Blomstring sker i august til oktober. Det er en 1-årig urt. Stængel er opret, ofte rigt grenet, foroven hvidfiltet. Blade stilkede, tiltrykt korthårede, dobbelt fjersnitdelte med spidse flige. Bladene ligner bladene fra de øvrige arter i bynkeslægten (fx grå-bynke, have-malurt). Plantens lugt er stærkt krydret, men forskellig fra lugte kendt fra andre arter i bynkeslægten. Bladene er stilkede, med spidse flige og med korte hår. (Figur 1). (Buttenschøn et al. 2010; Mossberg og Stenberg 2020).



Figur 1. Bynke ambroise indsamlet i grusgrav ved Seest, Kolding. Foto: Sussie Pagh, AAU.

Planten er sambo monøcisk, dvs. at der forekommer både han- og hunblomster på samme plante. De hanlige kurve med 2-3mm brede kurveblade, der sidder næsten skålformet, og er spredt hårede. Hanlige har få blomster pr kurv med talrige kurveblade, som sidder i endestillede aks på hovedstænglen eller sidegrene. De hunlige kurve er enblomstrede og sidder i bladhjørner (Mossberg og Stenberg 2020) Figur 2.

De hunlige kurve har skålformet sammenvoksede kurvblade. Hunlige kurve i frugtstadiet indesluttet i et svøb med 5-7 torne (Mossberg og Stenberg 2020) Figur 3.



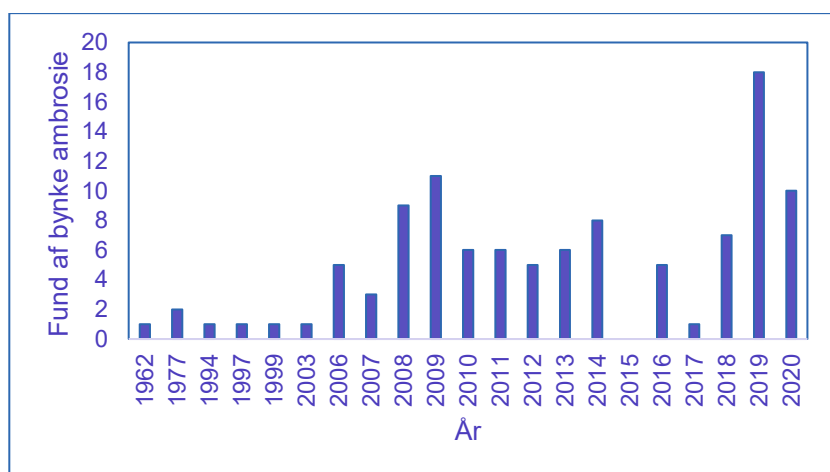
Figur 2. Blomsterstand med hanblomster (pilen øverst) og hunblomster i bladhjørner (pilen nederst). Foto: Sussie Pagh



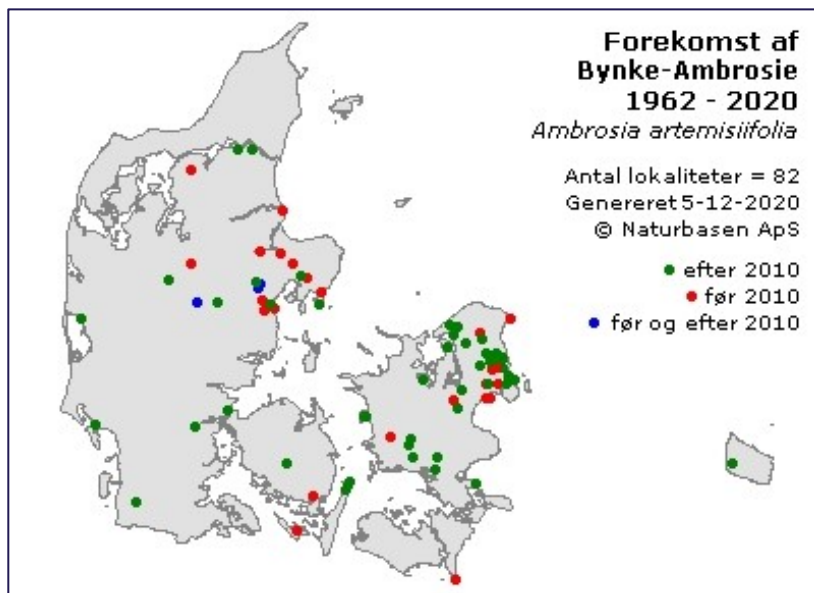
Figur 3. De hanlige kurve har 2-3 brede kurveblade Figur 3a (t.v.), der sidder næsten skålformet, og er spredt hårede, de hunlige kurve har skålformet sammenvoksede kurvblade. I frugtstadiet er de hunlige kurve indesluttet af et svøb med 5-7 småtorne Figur 3b (t.h.). Fotos: Sofie Albrekt Hansen, AAU.

STATUS FOR BYNKEAMBROSIE I DANMARK

Bynke-ambrosie blev først registreret i Danmark i 1962. Registreringer af arten, via hjemmesiden www.arter.dk/naturbasen.dk, vidner om en stigende tendens i indberetninger siden 2006 (Figur 4). Ifølge lokalitetsbeskrivelserne på naturbasen findes bynke-ambrosie fortrinsvis på havneområder, i grusgrave og nær bebyggelse. Arten findes spredt over det meste af landet, dog hyppigst registreret i det Midt- og Østjyske, samt omkring Storkøbenhavn, Nordsjælland, Sydvest Sjælland og Langeland (Figur 5).



Figur 4. Årlige indberetninger af bynke-ambrosie til www.arter.dk/ <https://www.naturbasen.dk/art/4959/bynke-ambrosie>



Figur 5. Kort over indberetninger (14. dec. 2020) af bynke-ambrosie via hjemmesiden www.arter.dk/ <https://www.naturbasen.dk/art/4959/bynke-ambrosie>.

METODE

I vinteren 2019/2020 blev der indkøbt 13 frøblandinger fra plantecentre, byggemarkeder, dagligvarebutikker og internet med henblik på at få en bred dækning af forhandlere og producenter/importører (Tabel 1, Appendix 1.)

Nr	Frøblanding	Oplysninger om indhold	Importør/Producent	Forhandler
1	MultiFit	22,5% Solsikkefrø (stribede og sorte), havreflager, hvedeflager, 10% jordnødder (naturlige og blancherede), Milo, 7% hampefrø, havre (skrællet), 5% solsikkefrø, sojaolie, 3% rosiner, hirse, enebær.	MultiFit Tiernahrungs GmbH, Krefeld, Deutschland	Maxi Zoo
2	Nature Seed Mix	korn og frø ikke næmere oplyst	Vital Petfood Group A/S, Hasselager	Harald Nyborg
3	Vildtfugle hampefrø	hampefrø	Fremstillet i Østrig for REMA 1000	REMA 1000
4	Vildtfugle solsikkefrø	solsikkefrø	Fremstillet i Østrig for REMA 1000	REMA 1000
5	Nature – high energy sunflowers	solsikkefrø	Vital Petfood Group A/S, Hasselager	Jem&Fix
6	Vildtfuglefrø	solsikkefrø, korn, frø og jordnødder	Bird garden	Pet Hollywood
7	Vivara-food for garden birds	sorte og stribede solsikkefrø, gul hirse, hakkede jordnødder, solsikkefrø, hvede, havre og grovkværnet majs.	WildBird Foods Ltd, The Rea, Upton Magna, Shrewsbury, SY4 4UR, England	https://www.vivara.dk/fuglefoder/froblandinger
8	Vivara-food for garden birds	sorte solsikkefrø, solsikkefrø, hakkede jordnødder, knuste majs, gul hirse, havreflager	WildBird Foods Ltd, The Rea, Upton Magna, Shrewsbury, SY4 4UR, England	https://www.vivara.dk/fuglefoder/froblandinger
9	Nature - hamp seeds	hampefrø	Vital Petfood Group A/S, Hasselager	Plantorama
10	Bird-vildtfugle-frø	65% hvede, 15% hirse, 9% havre, 5% sorte solsikkefrø, 3% milo, 3%byg	Gardenlife.dk, Vejen	Silvan
11	Solsikkefrø	solsikkefrø	Vital Petfood Group A/S, Hasselager	Plantorama
12	Solsikkefrø	solsikkefrø	Gardenlife.dk, Vejen	Silvan
13	Nature-finest seed mix	Korn og frø	Vital Petfood Group A/S, Hasselager	Plantorama

Som referencemateriale til identificering af frø af bynke-ambrosie, blev arten indsamlet ved en grusgrav i Seest, Kolding d. 2. oktober 2020. Planten blev tørret og frø og blomster blev opbevaret som referencemateriale.

Frøblandingerne blev tjekket for ambrosiefrø efter "Method for the determination of Ambrosia (*Ambrosia artemisiifolia* L.) in non-pelleted Animal Feedingstuff". Metoden er udarbejdet af

International Association of Feedingstuff Analysis – Section Feedingstuff Microscopy (IAG) og beskrevet i rapporten "Rapport over undersøgelsen af vildtfugle-blandinger for indhold af bynke-ambrosie– vinter 2009-2010" (Jørgensen 2010): Prøver med 500 g frø blev sorteret under en stereolup for at finde bynke-ambrosie frø. Da frøene har en størrelse på mellem 2-4 mm, blev arbejdet reduceret med en sigtning af prøven, så kun fraktionen mellem 1,0 og 4,0 mm blev undersøgt for ambrosiefrø. Antallet af ambrosiefrø per kg frø i de forskellige blandinger blev optalt.

RESULTATER

Der blev ikke fundet frø af bynke-ambrosie i de 13 undersøgte frøblandinger (Tabel 1). Der blev imidlertid fundet frø af andre arter i blandingerne, som ikke var deklareret, bl.a. frø af snerle, valmue og en række uidentificerede frø (Appendix 2).

KONKLUSION

Der blev ikke fundet frø af bynke-ambrosie i fuglefrøblandinger til trods for, at der er en stigende indberetning af arten i naturen. Der blev imidlertid fundet frø af andre vilde urter. De identificerede frø af vilde urter var hjemmehørende arter og kan således være til irritation for den enkelte haveejер, men udgør ikke en trussel i forhold til den danske biodiversitet.

REFERENCER

- Buttenschøn RM, Holst N, Hansen PB, Kudsk P, Mathiassen SK, Ravn HP (2010) Retningslinier for forebyggelse og bekæmpelse af bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*). Resultater fra EUPHRESKO projektet Strategies for Ambrosia control (AMBROSIA) 2008-2009. Skov & Landskab.
- El Kelish A, Zhao F, Heller W, Durner J, Winkler JB, Behrendt H, Traidl-Hoffmann C, Horres R, Pfeifer M, Frank U et al (2014) Ragweed (*Ambrosia artemisiifolia*) pollen allergenicity: SuperSAGE transcriptomic analysis upon elevated CO₂ and drought stress. BMC plant biology 14:176. doi: 10.1186/1471-2229-14-176.
- Jørgensen JS (2010) Rapport over undersøgelse af vildtfugle-blandinger for indhold af bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) – vinter 2009-2010. Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri.
- Kralemann LEM, Scalone R, Andersson L, Hennig L (2018) North European invasion by common ragweed is associated with early flowering and dominant changes in FT/TFL1 expression. Journal of experimental botany 69:2647-2658. doi: 10.1093/jxb/ery100.
- Mossberg B., and Stenberg L. 2020 Nordens flora. Stockholm, Bonnier.
- Scalone R., Lemke A, Štefanić E, Kolseth A, Rašić S, Andersson L (2016) Phenological variation in *Ambrosia artemisiifolia* L. facilitates near future establishment at northern latitudes. PLoS one 11:e0166510. doi: 10.1371/journal.pone.0166510.

DELPROJEKT 2. INDHOLD OG SPIRINGSEVNE AF FRØ FRA FUGLEFRØBLANDINGER SOLGT I DANMARK



Planter spirret fra fuglefrøblandinger.

Fotos: Emilie Nørgaard Madsen og Thea Loumand Fadderbøll

Sammendrag udarbejdet af Sussie Pagh, Heidi Holm Hansen, Hanne Lyngholm Larsen og Majken Pagter AAU. Teksten i Delprojekt 2 er udarbejdet på baggrund af en

BAGGRUND

Fuglefrøblandinger kan være en utilsigtet spredningsvej af ikke hjemmehørende, hvis de er indeholder frø af arter, der ikke er opgivet på indholdsfortegnelsen. Disse frø kan potentielt være fra ikke hjemmehørende og/eller invasive arter. I 1985 udgav Hanson og Mason en liste med 438 introducerede ikke hjemmehørende arter i England, som de mente var introduceret via fuglefrøblandinger (Hanson og Mason, 1985). Et eksempel på en ikke hjemmehørende art, der er introduceret via fuglefrøblandinger til Europa og Danmark, er bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Bynke-ambrosie er en meget allergen art, som i Tyskland vurderes til at koste mellem 17 og 47 millioner EUR årligt i medicinforbrug (Buttenschön et al., 2010; Jørgensen, 2010; Keller et al., 2011).

FORMÅL

I et bachellorprojekt (Appendix 1) blev det undersøgt, om der var ikke-deklarerede frø i fire udvalgte fuglefrøblandinger. Desuden blev det undersøgt om frø af både kendte (deklarerede) og ukendte (ikke-deklarerede) arter i fuglefrøblandingerne var i stand til at spire under de miljøforhold, der findes i danske haver, samt under kontrollerede forhold.

METODE

Fire frøblandinger, som var indkøbt hos plantecentre, byggemarkeder og dyrehandel i vinteren 2019/2020 blev sorteret (Tabel 1). Blanding 1 og 3 indeholdt udelukkende frø af én art, hhv. solsikke og hampefrø. Blanding 2 og 4 indeholdt ifølge indholdsfortegnelsen frø af flere forskellige arter og blev solgt som vildtfuglefrø-blanding (Tabel 1).

Tabel 1. Information for de fire udvalgte fuglefrøblandinger, med indholdssammensætning, producent eller importør, samt forhandler.

Nr.	Blanding	Indholdsfortegnelse	Importør/ producent	Forhandler
1	Nature - High energy sunflowers	Solsikkefrø	Vital Petfood Group A/S, Hasselager	Jem & Fix
2	Vildtfuglefrø	Solsikkefrø, hvede, sorghum og havre	Agros Trading GmbH	Pet Hollywood
3	Nature - Hemp seeds	Hampefrø	Vital Petfood Group A/S, Hasselager	Plantorama
4	Bird Gardenlife Vildtfuglefrø	65 % hvede, 15 % hirse, 9 % havre, 5 % sorte solsikkekerner, 3 % milo og 3 % byg	Gardenlife.dk, Vejen	Silvan

De fire fuglefrøblandinger blev sorteret i deklarerede frø, dvs. frø af arter oplyst på indholdsfortegnelsen for hver blanding, samt ikke-deklarerede frø.

For at undersøge spiringsevnen hos frøene blev de sået i 30 plantekasser og 12 pletter. Før såning blev frøene stratificeret, dvs. opfugtet ved 5 ± °C i 60 timer. Såning foregik d. 9/4-2021,

hvorefter de 30 plantekasser blev placeret i haven hos 30 haveejere i Nord- og Midtjylland d. 10/4-2021. Hver kasse blev, så vidt muligt, placeret ift. flest mulige soltimer, samt fuldt opvandet med 0,75 l vand. De 12 potter blev placeret i et klimakammer d. 13/4-2021 ved 20/18°C og 50/70% RH dag/nat, en dagslængde på 16 timer og en lysintensitet på 220 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Da forsøgsperioden var begrænset til foråret, gjorde potterne i klimakammeret det muligt at teste frøenes spiringsevne under optimale betingelser. Derudover blev der forberedt to kontrolkasser, hvori der ikke blev sået frø, for at kontrollere, at den anvendte jord var steril og ikke indeholdt andre frø. Den ene kontrolkasse blev placeret i én af de 30 haver, mens den anden kontrolkasse blev placeret i klimakammeret sammen med potterne.

I bunden af plantekasserne var der plantedug, som forhindrede vækst af andre planter i kasserne, men som samtidig forhindrede vandoptag fra jorden. Mens plantekasserne stod hos haveejerne, blev de derfor ad to omgange bedt om at vande, hvis de vurderede, at jorden i deres kasse var tør. Første gang, d. 21/4-2021, blev haveejerne bedt om at vande med 0,5 L, og anden gang, d. 29/4-2021, blev de bedt om at vande med 0,75 L. Resten af perioden blev kasserne udsat for de naturlige klima- og miljøforhold i haverne.

Kasser og potter blev indsamlet efter fire uger, d. 9/5-2021, hvorefter der for hver blanding blev talt, hvor mange frø, af både kendte og ukendte arter, var spiret. Herefter blev spiringsprocenten beregnet. Kimplanterne blev anvendt til at identificere arter, hvor dette ikke var muligt at artsbestemme udelukkende via frø.

RESULTATER

I de fire fuglefrøblandinger blev der i alt fundet 78 arter af frø, som ikke var deklareret. I et kg frø af de fire frøblandinger blev der fundet et anseelig antal ukendte arter pr. kg (Tabel 2).

Tabel 2. Det samlede antal ikke-deklarerede frø, antallet af ikke-deklarerede frø pr. kg, samt det totale antal ikke-deklarerede arter i hver af de fire fuglefrøblandinger.

Blanding	Antal frø af arter som ikke er deklareret	Frø af ukendte arter pr. kg	Antal arter
1	521	174	25
2	776	517	36
3	1156	1445	30
4	804	267	23

Fire af de ikke-deklarerede arter, er kendt som afgrøder, det gælder jordnød (*Arachis hypogaea* L.), mandel (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A.Webb), majs (*Zea mays* L.) og soja (*Glycine max* (L.).

Efter forsøgsperioden var frø spiret i alle 30 plantekasser og i de 12 potter. De to kontrolkasser, som var placeret i hhv. klimakammer og én af de 30 haver, var begge negative, da intet var spiret. Af de 78 ikke-deklarerede arter, fundet i de fire fuglefrøblandinger, spirede frø af 26 arter. Ved hjælp af frø og kimplanter blev 15 ud af de 26 spirede arter identificeret (Tabel 3).

En samlet oversigt med billeder af ikke-deklarerede frø findes i Appendix 3, bilag B. I bilag C findes billeder af kimplanter af både identificerede og uidentificerede arter.

Spirede ikke-deklarerede arter fundet i de fire fuglefrøblandinger inkluderede opret amarant (*Amaranthus retroflexus* L.)/ hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album* L.) kunne ikke adskilles, kinajute (*Abutilon theophrasti* Medik.), ager-rævehale (*Alopecurus myosuroides* Huds), bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.), flyvehavre (*Avena fatua* L.), ager-kål (*Brassica campestris* L.), raps (*Brassica napus* L.), almindelig kornblomst (*Centaurea cyanus* L.), skarntyde (*Conium maculatum* L.), hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album* L.), almindelig hanespore (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.), burrenerre (*Galium aparine* L.), liden storkenæb (*Geranium pusillum* L.), almindelig hør (*Linum usitatissimum* L.), korn-valmue (*Papaver rhoeas* L.), almindelig honningurt (*Phacelia tanacetifolia* L.), snerle-pileurt (*Polygonum convolvulus* (L.) Å.Löve), fabers skærmaks (*Setaria faberi* Herrm.) og vild durra (*Sorghum halepense* (L.) Pers.).

Spiringsprocenten i de enkelte pletter/kasser var variabel, men generelt noget højere under kontrollerede forhold end i haverne.

Projektet viste at fuglefrøblandinger solgt i Danmark indeholdt en mængde frø som ikke er deklareret. Af 19 identificerede arter var 15 spiringsdygtige. Derudover var 11 uidentificerede arter spiringsdygtige. Frø af de resterende 48 arter blev ikke fundet spiringsdygtige indenfor projektets rammer.

Af de identificerede arter anses ager-kål, almindelig kornblomst, skarntyde, liden storkenæb, korn-valmue, og snerle-pileurt for at være hjemmehørende (Buchwald et al., 2013). Flere af de resterende arter ansås for ikke hjemmehørende men findes i den danske flora (Frederiksen et al., 2006) og Naturbasen (2009, 2010, 2016, 2017, 2018a,b, 2019, 2021e,g,d,a,c). Flere af de fundne, ikke hjemmehørende arter, såsom kinajute (*Abutilon theophrasti*), bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*), flyvehavre, almindelig hanespore og vild durra er eller har potentiale til at blive problematiske.

KONKLUSION

Fuglefrøblandinger kan udgøre en utilsigtet introduktions- og spredningsvej for planter. Ofte er fuglefrøblandinger forurenede med frø, der kan være ikke hjemmehørende, problematiske og potentielt invasive. I Danmark har fuglefrøblandinger i høj grad været med til at introducere bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.) med meget allergifremkaldende pollen. I dette projekt undersøgte indholdet for ikke-deklarerede frø i fire udvalgte fuglefrøblandinger solgt i Danmark. Det kan konkluderes, at fuglefrøblandinger kan bidrage til introduktion og spredning af ikke hjemmehørende og potentielt problematiske arter i Danmark.

REFERENCER

- Buchwald, E., Wind, P., Bruun, H. H., Møller, P. F., Ejrnæs, R., og Svart, H. E., 2013. Hvilke planter er hjemmehørende i Danmark? Flora og Fauna, Vol. 118, Nr. 3-4, ss. 73–96.
- Buttenschøn, R. M., Holst, N., Hansen, P. B., Kudsk, P., Mathiassen, S. K., og Ravn, H. P., 2010. Retningslinjer for forebyggelse og bekæmpelse af bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*), EUPHRESCO, Copenhagen, Danmark.
- Hanson, C. G. og Mason, J. L., 1985. Bird seed aliens in Britain. Watsonia, 15, ss. 237–252..
- Jørgensen, J. S., 2010. Rapport over undersøgelse af vildtfugleblandinger for indhold af bynkeambrosie frø (*Ambrosia artemisiifolia* L.) - vinter 2009-2010, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri - Plantedirektoratet, Lyngby, Danmark.

- Keller, R. P., Geist, J., Jeschke, J. M., og Kühn, I., 2011. Invasive species in Europe: ecology, status and policy. Environmental Sciences Europe, Vol. 23, ss. 1–17.
- Frederiksen, S., Rasmussen, F. N., og Seberg, O., 2006. Dansk Flora. ISBN: 978870203032787-02-03032-2, Hardback. Gyldendal. 1. udgave, 1. oplag.
- Naturbasen, 2021a, Kinajute. <https://www.naturbasen.dk/art/9462/kinajute>.
- Naturbasen, 2021b, Opret Amarant. <https://www.naturbasen.dk/art/4472/opret-amarant>.
- Naturbasen, 2021c, Bynke-Ambrosie. <https://www.naturbasen.dk/art/4959/bynke-ambrosie>.
- Naturbasen, 2021d, Flyvehavre. <https://www.naturbasen.dk/art/5323/flyve-havre>.
- Naturbasen, 2021e, Hvidmelet Gåsefod. <https://www.naturbasen.dk/art/4165/hvidmelet-gaasefod>.
- Naturbasen, 2021f, Almindelig Hanespore. <https://www.naturbasen.dk/art/4492/almindelig-hanespore>.
- Naturbasen, 2021g, Fabers Skærmaks. <https://www.naturbasen.dk/art/14945/fabers-skaermaks>.
- Naturbasen, 2021h, Vild Durra. <https://www.naturbasen.dk/art/13826/vild-durra>.

DELPROJEKT 3. MINDRE SPURVEFUGLES SPREDNING AF FUGLEFRØ OG KULTURPLANTER

Af Sussie Pagh, Heidi Holm Hansen, Hanne Lyngholm Larsen og Majken Pagter AAU



Skovspurv i hunderose. Foto: Sussie Pagh

BAGGRUND

Dyrespredning (zoochory) af frø sker enten ved at frø hæfter på overfladen af dyr (epizoochory) eller ved at dyr spiser frø som efterfølgende gylpes op eller udskilles som en del af ekskrementer (endozoochory). Fugle er effektive spredere af invasive planter bla via endozoochory og kan på denne måde transportere frø over store afstande (Gosper et al., 2005; Green et al., 2019). Omkring 25% af verdens invasive arter anses for at være spredt via fugle (Mokotjomela et al., 2013), og der er eksempler på, at spurvefugle som stær (*Sturnus vulgaris*), og spottefugl (*Mimus polyglottos*) i Nordamerika har spredt frø og frugter af invasive planter (Stiles 1982, Bartuszevige & Gorchoy 2006).

Mange spurvefugle, fx skovspurv (*Passer montanus*), grønirisk (*Chloris chloris*), dompap (*Pyrrhula pyrrhula*), rødhals (*Erithacus rubecula*), gulspurv (*Emberiza citrinella*), solsort (*Turdus merula*), råge (*Corvus frugilegus*) og husskade (*Pica pica*) mfl. kommer på foderbrættet, hvor der fodres med forskellige frøblandinger. Spurvefugle har også gavn af havens frugtbærende og frøbærende planter, samt eventuelle henkastede hjemmehørende og eksotiske frugter på kompostbunken. Fugles betydning som spredningsvej mellem haver og naturen, har ikke tidligere været undersøgt i Danmark og er ikke velundersøgt i andre lande.

FORMÅL:

At undersøge om mindre spurvefugle kan sprede fuglefrø og frø af kulturplanter via "endozoochory" dvs. via ekskrementer efter indtagelse.

METODE

I perioden d. 11. til 30. september 2022 blev der indsamlet ekskrementer fra småfugle under et foderbræt i Skæring ved Aarhus. Ekskrementer fra småfugle blev indsamlet med pincet i en plastpose med indsamlingsdato. Ekskrementposerne blev holdt åbne og blev opbevaret ved udendørstemperaturer 10-19°C indtil ekskrementerne blev analyseret for indhold i laboratoriet.

Foderbrættet, som var basis for undersøgelsen, har eksisteret i mere end 30 år og besøges dagligt af mange forskellige arter af spurvefugle. Ved foderbrættet blev der dagligt fodret med almindelig fuglefrøblanding (Nature-Seed Mix) med indhold af solsikke, hampefrø og hvede. Da det ikke var muligt at skelne mellem de forskellige småfugles ekskrementer, blev der de sidste 20 dage af september registreret fugle ved foderbrættet samtidig med, at der blev indsamlet ekskrementer. I indsamlingsperioden blev der talt fugle to gange dagligt i 5 minutter. Det maksimale antal fugle af hver art, der blev set indenfor de 5 minutter blev noteret dagligt i tidsrummet 9-11 og 14-16. Arterne blev noteret i et skema med dato og klokkeslæt (Appendix 5).

De indsamlede ekskrementer blev undersøgt under en stereolup for frø. Ekskrementernes længde og diameter blev målt (Figure 1A). Herefter blev ekskrementet opløst i vand og indholdet bestemt under stereolup (Figure 1B). Hele frasorterede frø blev ligeledes målt og dernæst opfugtet og kuldestratificeret ved 5°C, hvorefter de blev sat til spiring ved 20/16°dag/nat, 16/8 timers lys/mørke og 60% relativ fugtighed i 14 dage.

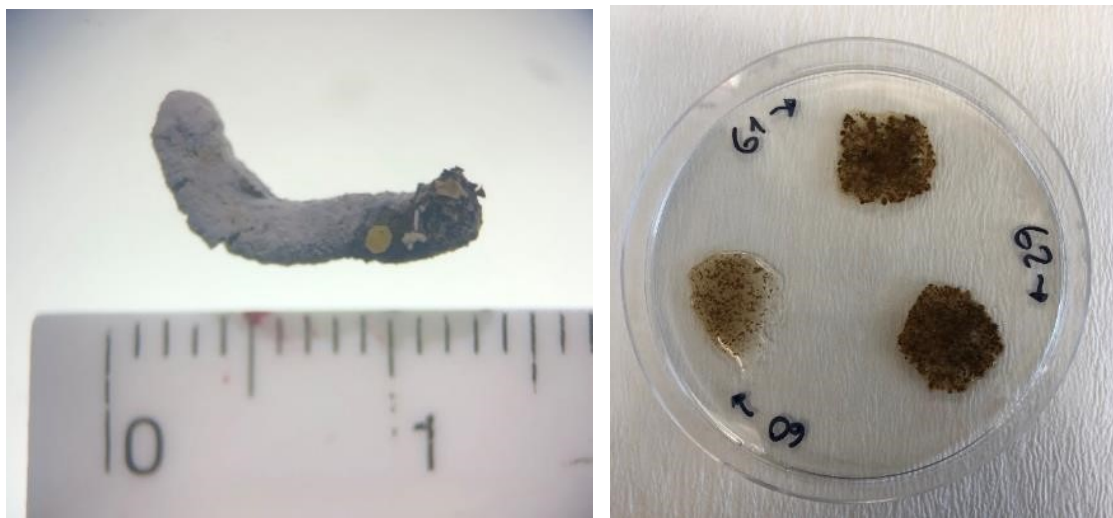


Figure 1A. T.v. Ekskrement fra mindre spurvefugl ved målebånd. 1B. T.h. Ekskrementerne fra spurvefugle oplødt til sortering under stereolup. Foto: Heidi Holm Hansen.

RESULTATER

Der blev i alt indsamlet og undersøgt 75 ekskrementer af mindre spurvefugle. Tællingerne ved foderbrættet viste, at skovspurv var langt den hyppigste efterfulgt af blåmejse, sortmejse og musvit. Også solsort, sumpmejse, jernspurv, bogfinke, spætmejse, rødhals, grønirisk, gærdesmutte, skovskade og tyrkerdue var almindelige ved foderbrættet (Appedix 4).

De 75 ekskrementer var alle cylinderformede hvide med en gråsort aftegning i den ene ende (Figure 1A). De var mellem 5-12 mm lange og med en diameter på mellem 1,5-2,5 mm (Figure 1, Appedix 5). Hovedparten af de 75 ekskrementer indeholdt frørester, men kun to ekskrementer indeholdt intakte frø. I de to ekskrementer blev der fundet hhv. frø af brombær (*Rubus plicatus*) og stor nælde (*Urtica dioica*) (Figure 2 A og B, Appedix 5). Der blev ikke fundet hele frø fra frøblandinger i ekskrementerne. Ingen af de intakte frø spirede i den efterfølgende spiretest.

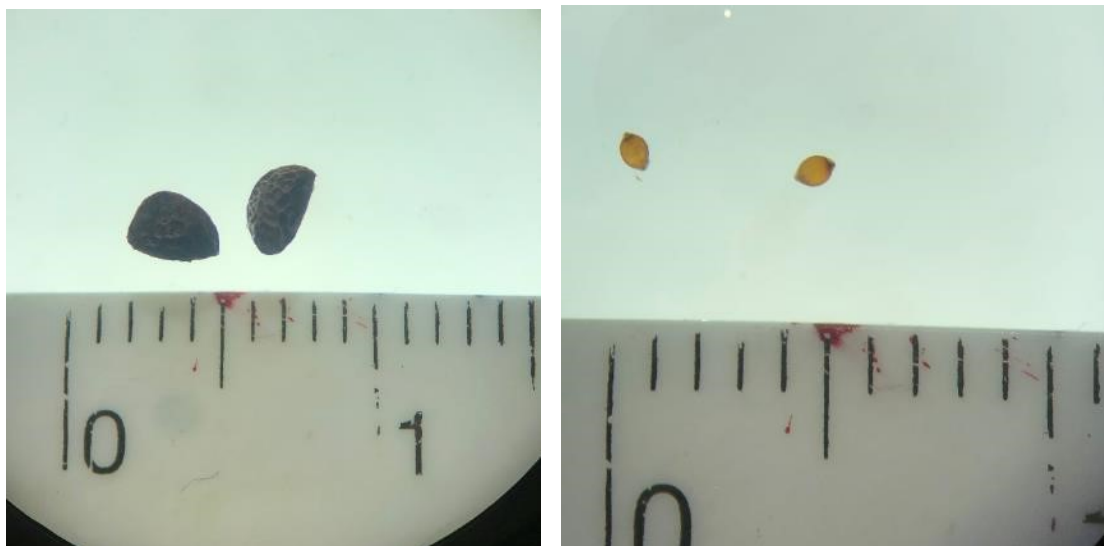


Figure 2A- T.v.. Frø af brombær (*Rubus plicatus*) 2B. T.h. frø af stor nælde (*Urtica dioica*).
Foto: Heidi Holm Hansen.

DISKUSSION

Forsøget viste, at mindre småfugle, som besøger foderbrættet er i stand til at sprede frø fra bær og urter. Frø fra frøblandinger, blev kun fundet knust og i mindre dele i fuglenes ekskrementer. Frø, som med deres frøhvide udgør en fødekilde for fuglene. De knuses formentligt i fuglenes kråse og opløses i fuglenes fordøjelsessystem og indgår på denne måde som føde for fuglene. De fleste deklarerede frø fra fuglefrøblandinger er i det hele taget af en størrelse, som ikke vil kunne være intakte i småfugle ekskrementer, der har en diameter på under 2,5 mm. Til sammenligning er frø, som spredes via kragefugle, fra 0,75mm til 11,5mm (Green et al., 2019).

Kulturformer af bær, som fx brombær og andre bær i *Rubus* slægten som hindbær (*Rubus idaeus*) og boysenbær (*Rubus loganobaccus x laciniatus x idaeus*), findes ofte i haver og vil

kunne spredes med småfugle til omkringliggende natur. Frø af urter med små hårdskallede frø, som kan holde til processen gennem fuglenes fordøjelseskana, fx frø fra nælde, kan også spredes via spurvefugle. Hjemmehørende drosler og frøædende trækfugle nordfra kan imidlertid sprede større frø og frugter fra buske og træer i vintermånenderne (Cruz et al. 2013). Prydgræsser, som er blevet populære i haver, anses ikke for at være en plantegruppe, som spredes med mindre spurvefugle, da græsfrø formentlig udnyttes som føde og ødelægges med næb, kråse og tarm hos fuglene (Krefting og Roe 1949).

Planter, som spredes med småfugle, vil være arter med små frø med en diameter på mindre end 2 mm og med hårde skal, som er spiredygtig efter passagen gennem spruefuglens tarmkanal. Mindre spurvefugle kan derfor ikke sprede frø af bynkeambrosie, som er 3-4 mm i diameter. Planter frø, som ikke er tilpasset endozoochory, kan imidlertid spredes på andre måder end via endozoochory. Fx kan mindre frø og frugter hæftes til fugle enten i fjerdragten eller under fuglenes fødder (Richardson et al., 2000a; Stiles, 2000; Green et al., 2019). Desuden kan frøædende fugle deponere forskellige former for især tørfrøede frugter, som herefter spirer. Disse spredningsstrategier kan have specialtilpassede frø med modhager som klister sig fast til fjer eller pels. Endelig kan frø spredes ved at fugle bruger plantemateriale med frø til redemateriale (Richardson et al., 2000; Stiles, 2000; Green et al., 2019).

KONKLUSION

Frø som sælges til foderbrættet kan ikke spredes via mindre spurvefugles endozoochory. Dels fordi de fleste fuglefrø er så store, at de ikke kan passere intakte gennem mindre spurvefugles tarm, og dels fordi frøædende fugle udnytter større frø med frøhvide som fødekilde og også bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia*) anses for for stort til at kunne spredes via småfugles endozoochory. Frø som spredes via småfugle vil fortrinsvis være mindre < 2mm og hårdskallede, som kan klare passage gennem fuglens kråse og tarm. Forsøget kunne med fordel udføres i større målestok, med indsamling af fugleekskrementer i flere haver med forskellige arter af planter. Desuden kunne vækstforsøg med kulturplanter og invasive arters spiredygtighed under forskellige forhold, afsløre deres potentielle spredning til naturlige miljøer.

TAK

Tak til Thorkild Alnor Nielsen for fugletællinger og for at lægge have til undersøgelsen.

REFERENCER

- Bartuszevige, A.M., and Gorchoy, D. L. 2006. Avian seed dispersal of an invasive shrub. *Biological Invasions* 8: 1013–1022 _ Springer 2006 DOI 10.1007/s10530-005-3634-2
- Cruz, J. C., Ramos, J. A., Da Silva, L. P., Tenreiro, P. Q., & Heleno, R. H. (2013). Seed dispersal networks in an urban novel ecosystem. *European journal of forest research*, 132(5), 887-897.
- Gosper C.R., Stansbury C.D., and Vivian-Smith G. 2005. Seed dispersal of fleshy-fruited invasive plants by birds: contributing factors and management options. *Diversity and distributions* 11(6):549-558.

- Green A.J., Elmberg J., and Lovas-Kiss Á., (2019) Beyond scatter-hoarding and frugivory: European corvids as overlooked vectors for a broad range of plants. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7(133).
- Krefting, L.W. and Roe E.I. 1949. The Role of Some Birds and Mammals in Seed Germination. *Ecological Monographs*, 19(3):269-286.
- Mokotjomela, T., Musil, C., and Esler, K. (2013). Frugivorous birds visit fruits of emerging alien shrub species more frequently than those of native shrub species in the South African Mediterranean climate region. *South African Journal of Botany*, 86:73–78.
- Richardson, D. M., Allsopp, N., D'Antonio, C. M., Milton, S. J., and Rejmánek, M. 2000a. Plant invasions—the role of mutualisms. *Biological Reviews*, 75(1):65–93.
- Stiles, E.W. 1980. Patterns of fruit presentation and seed dispersal in bird-disseminated woody plants in the eastern deciduous forest. *The American Naturalist* 116: 670–688
- Stiles, E.W. 1982. Expansions of mockingbird and multiflora rose in the northeastern United States and Canada. *American Birds* 36: 358–364.
- Stiles, E.W. 2000. Animals as seed dispersers. In Fenner, M., editor, *Seeds: The Ecology of Regeneration in Natural Plant Communities*, pages 111–124. CABI Publishing, Wallingford.

DELPROJEKT 4. FRØSPEDNING HOS RÅGER MED FOKUS PÅ INVASIVE ARTER



Sammendrag udarbejdet af Sussie Pagh, Heidi Holm Hansen, Hanne Lyngholm Larsen og Majken Pagter AAU.

Teksten i Delprojekt 4 er udarbejdet på baggrund et kandidatspeciale juni 2022 af Amalie Slot Sørensen og artikel til Flora og Fauna (Appendix 3).

BAGGRUND

En lang række planter er afhængige af dyrespredning, herunder "ornitochory", som er spredning af frø via fugle (Gosper et al. 2005; Benvenuti 2007). Fuglespredningen øger spredning væk fra moderplanten til fjernere områder, som mindsker intraspecifik konkurrence. Frøspredning er vigtigt for den naturlige succession og regenerering af plantesamfund, men kan også spille en rolle i spredningen af invasive arter. Globalisering og øget rejseaktivitet betyder en øget spredning af invasive arter, som truer den globale biodiversitet (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Rai & Singh 2020, Richardson et al. 2000; Kettunen et al. 2008). Kragefugle er vigtige frøspredere og fx råger (*Corvus frugilegus*) lever i byer og bynære områder. Råger er omnivore og lever hovedsagelig af invertebrater, frugter og frø. Andre steder i verden er arten kendt for at indtage og sprede en bred vifte af frø i både naturlige og urbane habitater (Fog 1963; Gromadzka 1980; Czarnecka and Kitowski 2013; Kitowski et al. 2017). Udenlandske undersøgelser viser, at råger kan sprede ikke hjemmehørende arter som valnød (*Juglans regia*), kiwifrugt (*Actinidia deliciosa*) og peberfrugt (*Capsicum annuum*) som formentlig stammer fra husholdningsaffald (Lenda et al. 2012, Czarnecka et al. 2013). Desuden kan råger sprede kulturplanter som kirsebær (*Prunus avium*), jordbær (*Fragaria* sp.), korn og urter fx byg (*Hordeum vulgare*) (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013). Der er fundet 60 forskellige plantearter i rågegylp, hvoraf en stor andel genfindes i vegetationen under rågekolonien (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013; Czarnecka et al. 2013; Kitowski et al. 2017).

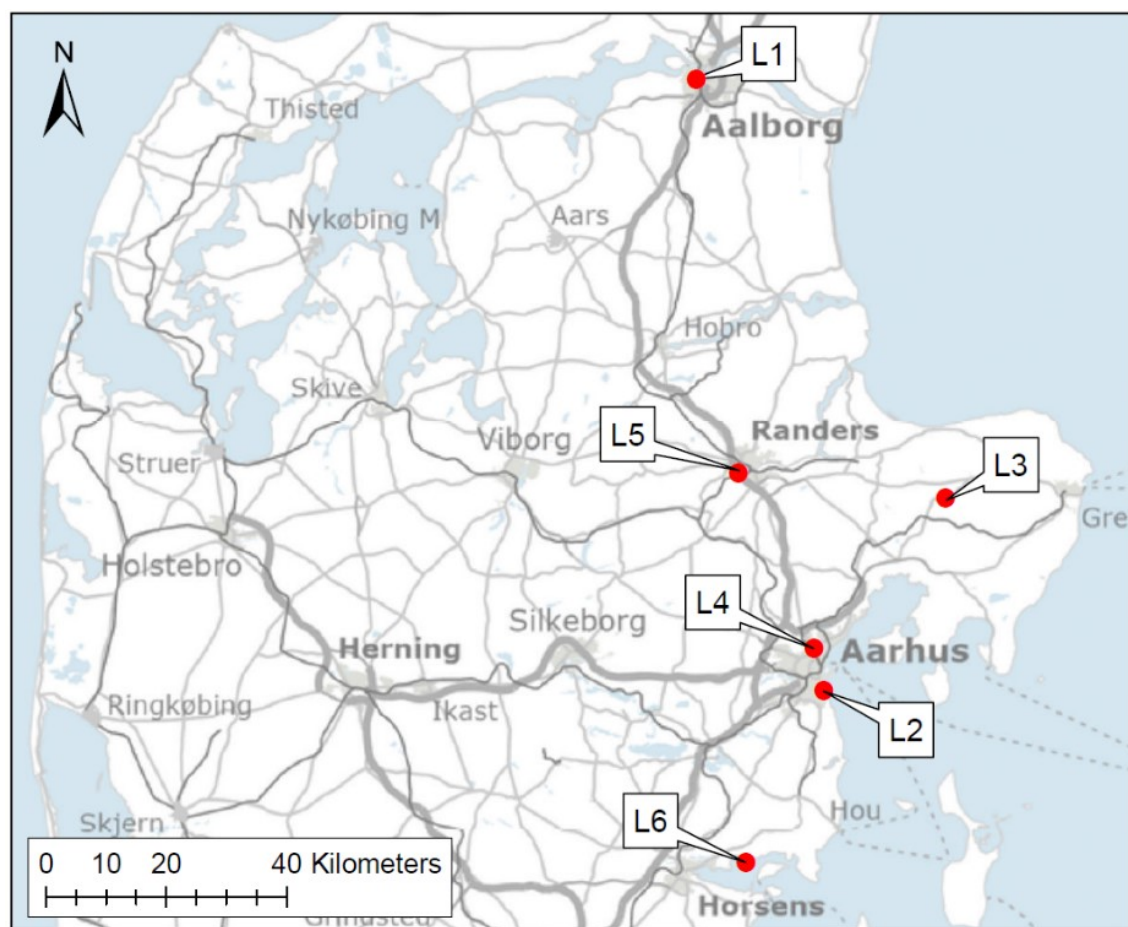
FORMÅL

I dette projekt blev danske rågers rolle i frøspredning belyst ved at undersøge gylp fra ynglekolonier. Formålet med projektet var, at undersøge 1) hvilke typer af frø råger indtager, herunder om de indtager frø af invasive eller andre ikke hjemmehørende arter; 2) om frø fra rågegylp er spiringsdygtige; 3) om vegetationen under rågekolonien ændres i forhold til den omgivende vegetation og om ændringen kan tilskrives opgyldede frø.

METODE

Indsamling

Der blev indsamlet 153 gylp fra seks rågeynglekolonier i Midt- og Nordjylland i perioden april til juni 2021 (Figur 1). Kolonierne var forskellige både i størrelse og beliggenhed i forhold til afstand til menneskelig bebyggelse. Tre af kolonierne var omgivet af landbrugsområder og tre lå tæt på menneskelig bebyggelse. Den ene ved Aalborg Zoo (L1), en i udkanten af Aarhus by (L4) og en ved motorvejsresteplads ved Gudenåen (L5). Kolonierne blev besøgt 2 til tre gange i løbet af foråret (Tabel 1).



Figur 1. Overblik over de seks rågekoloniers lokation i Midt- og Nordjylland, Danmark. Kortet er genereret med ArcGIS® software af Esri.

Tabel 1. Oversigt over rågekolonier, indsamlingsdato for gylp og antallet af indsamlede gylp (n). Det totale antal gylp var N=153.

	Location of rookeries	Coordinates (DDM)	Collection date		
L1	Aalborg Zoo	57°2.3352 N, 9°53.9369 E	08-05-2021 (n=28)	03-06-2021 (n=2)	
L2	Dyrehaven Aarhus	56°7.3556 N, 10°13.1531 E	25-04-2021 (n=1)	13-06-2021 (n=27)	
L3	Nimtofte	56°24.3799 N, 10°33.4193 E	29-04-2021 (n=30)	14-06-2021 (n=23)	
L4	Nydam/Randersvej Aarhus	56°11.2199 N, 10°11.6788 E	01-05-2021 (n=1)		
L5	Randers	56°26.9796 N, 9°59.9474 E	03-06-2021 (n=4)	08-06-2021 (n=12)	22-06-2021 (n=12)
L6	Vorsø	55°52.1339 N, 10°0.2440 E	13-06-2021 (n=13)		

Analyse i laboratoriet

Efter indsamling blev gylpene opbevaret i filterposer med indsamlingslokalitet og dato påskrevet. Gylpene blev vejjet og undersøgt under en stereolup med en 10x forstørrelse (Figur 2). Både intakte og ødelagte frø blev om muligt identificeret til plante familie eller art. Den andel, som frøene udgjorde af den enkelte gylp, blev noteret til nærmeste 5%. Frøene blev identificeret ved hjælp af en frøsamling på 86 frø af hjemmehørende vilde planter, fra frugter anvendt til human konsum og haveplanter. Desuden blev fotos i litteraturen og hjemmesider brugt til identifikation (Lindman and Keuck 1999; Groningen Institute of Archaeology and Deutsches Archäologisches Institut 2006; International Seed Morphology Association 2019; Department of Agroecology at Aarhus University and SEGES Innovation 2022).



Figure 2. Rågegylp.

Spirringseksperiment

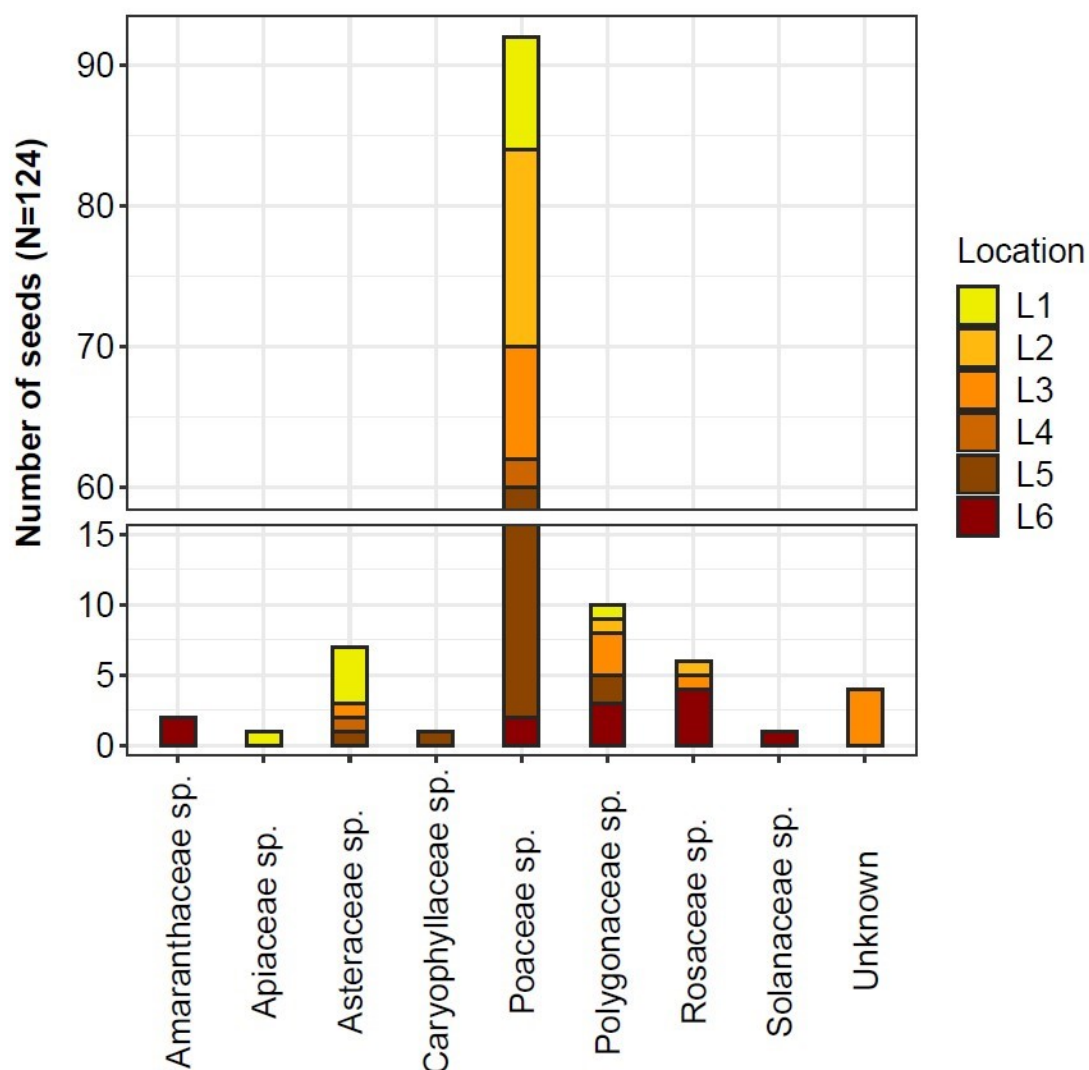
De 63 intakte frø, som blev fundet, blev rehydreret i demineraliseret vand i tre dage ved 5°C og (efter Ahmad and Ibrar 1996). sået d. 16/8. Frøene blev spiret i klimaskabe ved 23°/20°C dag/nat med en relativ luftfugtighed på 65% og en lysintensitet på 120 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Frøene blev vandet efter behov i en periode på 60 dage.

Vegetations analyse

Vegetationen under tre af rågekolonierne (L1, L3 and L5) blev undersøgt i slutningen af april 2022. Ved hver koloni blev der etableret fire testfelter, dels under selve kolonien, og dels i et kontrolområde 50 meter væk fra kolonien. Vegetationsundersøgelsen blev foretaget ifølge Fredshavn et al. (2022). Alle plantearter i prøvefelter på 0,5×0,5 meter blev registreret. Foruden arter i disse prøvefelter, blev arter, herunder træer og buske, som blev fundet i prøvefeltet registreret i en cirkel med 5 m radius (78.5 m²).

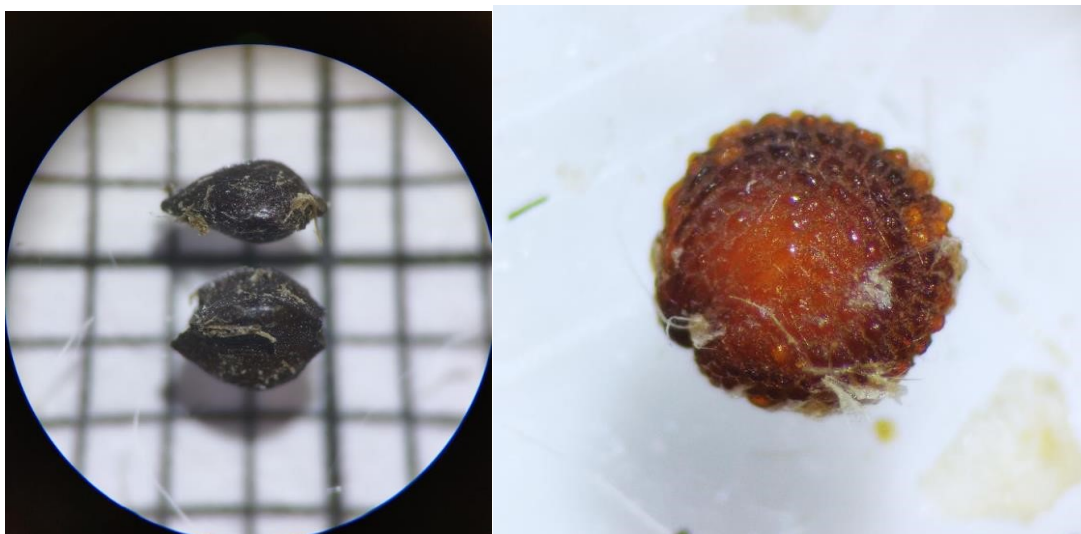
RESULTATER

Der blev i alt analyseret 153 gylp og af disse indeholdt 29% frø (Tabel 2, Appendix 6). Bortset fra en signifikant forskel mellem antal frø ved koloni L5 og L3 ($p=0.02$), blev der ikke fundet signifikante forskelle i mængden af frø mellem kolonierne. Der blev fundet 124 frø, hvoraf 51% var intakte. De fleste frø tilhørte græsarter *Poaceae* sp. og andre tørfrugtede arter, herunder korn som byg (*Hordeum vulgare*), havre (*Avena sativa*) og hvede (*Triticum aestivum*) (Figure 2).



Figur 2. Antal forskellige taxa (familie) af frø grupperet efter henholdsvis måned og lokation. I alt blev der fundet 124 frø i gylpene fra de seks kolonier.

Kun 4,8% af de såede frø spirede i løbet af spiringsforsøget. Frø af græsarter *Poaceae* sp., almindelig vej-Pileurt (*Polygonum aviculare*) og almindelig fuglegræs (*Stellaria media*) var levedygtige i gylpene (Figur 3 A og B).



Figur 3A. Frø fra Ve-Pileurt (*Polygonum aviculare*) og B. Frø af Almindelig Fuglegræs (*Stellaria media*).

Vegetationsanalysen

Der blev ikke fundet signifikante forskelle mellem plantedækket under rågekolonierne og kontrolfelterne. Der blev ikke fundet ikke hjemmehørende plantearter under rågekolonierne (Tabel 3, Appendix 6).

DISKUSSION

Det gennemsnitlige antal frø fundet i rågegylp i de 5 kolonier (0,47-2,2 frø pr gylp) ligger indenfor det antal frø der gennemsnitlig er fundet i andre undersøgelser (0.27 to 4.60 frø pr gylp) (Czarnecka and Kitowski 2013). April er generelt den måned med færrest frø.

Den signifikante forskel mellem L3 (kolonien i Nimtofte) og (L5 kolonien ved motorvejsrastepladserne ved Randers) skyldes formentlig de meget forskellige omgivelser ved de lokaliteter. Kolonien ved Nimtofte er omgivet af landbrugsarealer, mens kolonien ved motorvejsrastepladsen ligger i Gudenådalene med store vådområder og græssende kreaturer. Generelt tyder data på, at fuglene i kolonierne inkluderet i dette studie i høj grad søger føde på landbrugsarealer. De fleste fundne frø stammer således fra tørfrugtede arter, hvoraf de fleste er kornsorter, vilde urter, herunder en del ruderalarter.

I polske studier blev der fundet en del materialer fra husholdningsaffald, så som plastik, papir, glas og aluminium og frø af eksotiske frugter f.eks. kiwi, banan og peberfrugt, hvilket formentlig skyldtes at rågerne fouragere på åbne lossepladser i Polen (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013, Czarnecka et al. 2013). Affaldshåndteringen i Danmark kan betyde at råger og andre fugle i mindre grad spreder frø af ikke hjemmehørende frugter.

Kun almindelig fuglegræs forekom både i rågegylp og under rågekolonierne i dette studie. Almindelig fuglegræs er almindelig i Danmark og resten af Skandinavien, der er tilstede i mere en 10% af alle marker (Bitarafan and Andreasen 2019). Derfor kan tilstedeværelsen af almindelig fuglegræs under rågekolonier tilskrives dette, samt at frø af almindelig fuglegræs forbliver spiringsdygtige i forholdsvist lang tid. At der ikke blev fundet forskel i vegetationen under kolonierne og omgivelserne, som i polske studier, kan skyldes at danske rågekolonier er langt mindre end mange polske rågekolonier, der kan rumme op mod 600 reder. I dette studie havde kolonierne mellem 20-90 reder (Czarnecka et al. 2013).

KONKLUSION

Der blev ikke fundet ikke hjemmehørende plantearter i rågegylp i dette studie. Formentlig har råger og andre frøædende fugle, mindre adgang til ikke hjemmehørende frugter, som stammer fra madaffald grundet affaldshåndteringen i Danmark. Datamængden i studiet er imidlertid begrænset og studiet kunne med fordel gentages i større målestok hen over året.

TAK

Tak til Sophie Albrekt Hansen and Jens Sigsgaard for hjælp i laboratoriet og hjælp til indsamling af rågegylp.

REFERENCER

- Ahmad, S. and Ibrar, R. 1996. Differential water imbibition in wheat varieties related to germination. *Pakistan Journal of Botany* 28:103-108.
- Benvenuti, S. 2007 Weed seed movement and dispersal strategies in the agricultural environment. *Weed biology and management* 7(3):141-157.
- Bitarafan Z. and Andreasen C. 2019 Harvest weed seed control: Seed production and retention of *Fallopia convolvulus*, *Sinapis arvensis*, *Spergula arvensis* and *Stellaria media* at spring oat maturity. *Agronomy* 10(1):46.
- Czarnecka, J. and Kitowski, I. 2010. Seed dispersal by the rook *Corvus frugilegus* L. in agricultural landscape—mechanism and ecological importance. *Polish Journal of Ecology* 58(3):511-523.
- Czarnecka, J. and Kitowski, I. 2013. Rook spring seed dispersal in the agricultural landscape—frugivory, granivory or accidental transport? *Folia Geobotanica* 48(1):55-73.
- Czarnecka, J., Kitowski, I., Sugier, P., Mirski, P., Krup iński, D., and Pitucha, G. 2013. Seed dispersal in urban green space—does the rook *Corvus frugilegus* L. contribute to urban flora homogenization? *Urban forestry & urban greening* 12(3):359-366.
- Fog, M. 1963. Distribution and food of the Danish rooks. JH Schultz.
- Fredshavn J., Nielsen K.E., Ejrnæs, R. and Nygaard, B. 2022. Tekniske anvisninger til overvågning af terrestriske naturtyper. Technical report, Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk Natur, DCE, Aarhus Universitet, N01. Version 4.1.
- Gosper, C.R., Stansbury, C.D., and Vivian-Smith, G. 2005. Seed dispersal of fleshy-fruited invasive plants by birds: contributing factors and management options. *Diversity and distributions* 11(6):549-558.
- Gromadzka, J. 1980. Food composition and food consumption of the rook *Corvus frugilegus* in agrocoenoses in Poland. *Acta Ornithologica* 17.
- International Seed Morphology Association 2019. Seed identification guide. <https://www.idseed.org/seedidguide/keys/details/Use-the-Poaceae-key-if2.html>. Accessed 24 April 2022.
- Kettunen, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Pagad, S., Starfinger, U., ten Brink, P., and Shine C. 2008. Technical support to EU strategy on invasive alien species (IAS) —

Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU (final module report for the European Commission). Technical report, Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium.

- Kitowski, I., Sandor, A.D., Czarnecka, J., and Grzywaczewski, G. 2017. Diet of rooks *Corvus frugilegus* and potential seed dispersal in urban and agricultural habitats of Romania and Poland. North-Western Journal of Zoology 13(1).
- Lenda, M., Skórka, P., Knops, J.M., Moroń, D., Tworek, S., and Woyciechowski, M. 2012. Plant establishment and invasions: an increase in a seed disperser combined with land abandonment causes an invasion of the non-native walnut in Europe. Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences 279(1733):1491-1497.
- Lindman, C.A.M. and Keuck, G. (1999) Bilder ur Nordens Flora (1901-1905). <http://www.biolib.de/lindman/>. Accessed 15 April 2022.
- Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and human well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Rai, P.K. and Singh, J. 2020. Invasive alien plant species: Their impact on environment, ecosystem services and human health. Ecological indicators 111:106020.
- Richardson, D.M., Allsopp, N., D'Antonio, C.M., Milton, S.J., and Rejmánek, M. 2000. Plant invasions—the role of mutualisms. Biological Reviews 75(1):65-93.

APPENDIX 1. FOTO AF UNDERSØGTE FRØBLANDINGER MED OPLYSNING OM FORHANDLER

Nr	Frøblanding	Foto af posen	Forhandler
1	MultiFit		Maxi Zoo
2	Nature Seed Mix		Harald Nyborg
3	Vildtfugle hampefrø		REMA 1000

Fuglefrøspredning med særlig fokus på invasive arter

4	Vildtfugle solsikkefrø		REMA 1000
5	Nature – high energy sunflowers		Jem&Fix
6	Vildtfuglefrø		Pet Hollywood
7	Vivara-food for garden birds 13005		https://www.vivara.dk/fuglefoder/froblandinger

Fuglefrøspredning med særlig fokus på invasive arter

8	Vivara-food for garden birds 14001		https://www.vivara.dk/fuglefoder/froblandinger
9	Nature - hemp seeds		Plantorama
10	Bird-vildtfuglefrø		Silvan
12	Solsikkefrø		Silvan
13	Nature-fineest seed mix		Plantorama

APPENDIX 2. FOTO AF FRØ, IKKE NÆVNT I FRØBLANDINGENS INDHOLDSFORTEGNELSE

Identificeret via

<https://plantevaernonline.dlbr.dk/cp/applications/traitkey.aspx?ID=DJF&keyID=4&language=da>

Fotos: Sofie Albrekt Hansen, AAU.

Nr	Frøblanding	Eksempler på frø udover anviste i indholdsfortegnelsen		Mulige arter
3	Vildtfugle hampefrø			Frøet t.h. snørlepileurt (<i>Fallopia convolvulus</i>) ca. 2mm langt.
5	Nature – high energy sunflowers			Nederst tv mulig blomst af bynke ambrosieca. 3mm.
				
6	Vildtfuglefrø			Ikke genkendte frø
				
9	Nature -hamp seeds			Foto øverst t.h. frø af korn-valmue (<i>Papaver rhoeas</i>) ca 1mm. Nederst mulig havre avne, ca 10mm langt.
				

10	Bird-vildtfuglefrø	  	Øv. Tv. Rapsfrø ca 1mm(<i>Brassica napus</i>)
13	Nature-finest seed mix		Muligvis agersennep ca 2,5 mm (<i>Sinapis arvensis</i>)

APPENDIX 3. BACHELORPROJEKT: INDHOLD OG SPIRINGSEVNE AF FRØ FRA FUGLEFRØBLANDINGER SOLGT I DANMARK

Forside Eksamensinformationer EKD660002C - Bachelorprojekt F21 BIO Besvarelsen afleveres af Emilie Nørgaard Madsen emadse18@student.aau.dk Thea Loumand Faddersbøll tfadde18@student.aau.dk	Administration Janni Krongaard Ustrup jku@bio.aau.dk ☎ +4599409932 Bedømmere Majken Pagter Eksaminator mp@bio.aau.dk ☎ +4599408064 Sussie Pagh Eksaminator sup@bio.aau.dk ☎ +4599408198 Mariann Chriel Censor machr@mst.dk
Besvarelsesinformationer Titel: Indhold og spiringsevne af frø fra fuglefrøblandinger solgt i Danmark Titel, engelsk: Content and germination ability of seeds from bird seed mixes sold in Denmark Tro og love-erklæring: Ja Indeholder besvarelsen fortroligt materiale: Ja	

AALBORG UNIVERSITET

BACHELORPROJEKT

BIOLOGI

**Indhold og spiringsevne af frø fra
fuglefrøblandinger solgt i Danmark**



Foto: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cockatiel_seed_mix_individually_prepared.jpg

Gruppe Bio6ff21

31. Maj 2021



Institut for Kemi og Biovidenskab

Biologi

Fredriks Bajersvej 7H

9000 Aalborg

Titel:

Indhold og spiringsevne af frø fra fuglefrøblandinger solgt i Danmark

Projekt:

Bachelorprojekt

Projektperiode:

Februar 2021 - Juni 2021

Projektgruppe:

Bio6ff21

Deltagere:

Thea Loumand Faddersbøll

Emilie Nørgaard Madsen

Vejleder:

Sussie Pagh

Majken Pagter

Sidetæl: 39

Appendiks: A-D

Afsluttet 31/05/2021

Synopsis:

Fuglefrøblandinger udgør en utilsigtet introduktions- og spredningsvej for plantearter. Ofte er fuglefrøblandinger forurenet med frø af ukendte arter, der kan være ikke-hjemmehørende, problematiske og potentielt invasive. I Europa og Danmark vides det, at fuglefrøblandinger i høj grad har været med til at introducere bynkeambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.), der anses som en problemart, da pollen fra planten er meget allergifremkaldende. I dette projekt undersøges indholdet af frø af ukendte arter i fire udvalgte fuglefrøblandinger solgt i Danmark. Så vidt muligt identificeres, hvilke arter frøene stammer fra. Derudover undersøges, om frø af både kendte og ukendte arter er spiringsdygtige under naturlige og kontrollerede forhold. På tværs af de fire fuglefrøblandinger blev der fundet frø af 78 ukendte arter, hvoraf 26 arter blev fundet spiringsdygtige. Af de spirede arter, blev 15 identificeret, mens fire arter blev identificeret udelukkende via frø. Det konkluderes, at fuglefrøblandinger kan bidrage til introduktion og spredning af ikke-hjemmehørende og potentielt problematiske arter i Danmark.

Rapportens indhold er frit tilgængeligt, men offentliggørelse (med kildeangivelse) må kun ske efter aftale med forfatterne.

Indholdsfortegnelse

Kapitel 1	Indroduktion	1
1.1	Problemformulering	4
Kapitel 2	Teori	5
2.1	Invasion af ikke-hjemmehørende plantearter	5
2.2	Spredningsveje for frø	6
Kapitel 3	Metode	9
3.1	Indhold af fuglefrøblandinger	9
3.2	Sortering af fuglefrøblandinger	9
3.3	Spiringsevne af fuglefrøblandinger	10
3.4	Statistiske analyser	13
Kapitel 4	Resultater	15
4.1	Identificering af ukendte arter	15
4.2	Spiringsprocent for ukendte arter	18
4.3	Spiringsprocent for kendte arter	19
Kapitel 5	Diskussion	23
5.1	Potentielle problematikker for ikke-hjemmehørende arter	23
5.2	Metodiske overvejelser	26
5.3	Spiringsdygtighed for frø af kendte og ukendte arter	27
5.4	Spredningsveje for arter via fuglefrøblandinger	27
Kapitel 6	Konklusion	29
Litteratur		31
Appendiks A	Fakta for identificerede arter	41
A.1	Kinajute (<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.)	41
A.2	Ager-rævehale (<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.)	42
A.3	Opret amarant (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	42
A.4	Bynke-ambrosie (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	43
A.5	Flyvehavre (<i>Avena fatua</i> L.)	43
A.6	Ager-kål (<i>Brassica campestris</i> L.)	44
A.7	Raps (<i>Brassica napus</i> L.)	44

Gruppe Bio6ff21	Indholdsfortegnelse
A.8 Almindelig kornblomst (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	45
A.9 Hvidmelet gåsefod (<i>Chenopodium album</i> L.)	45
A.10 Skarntyde (<i>Conium maculatum</i> L.)	46
A.11 Almindelig hanespore (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P.Beauv.)	47
A.12 Burresnerre (<i>Galium aparine</i> L.)	48
A.13 Liden storkenæb (<i>Geranium pusillum</i> L.)	48
A.14 Almindelig hør (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	49
A.15 Korn-valmue (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	49
A.16 Almindelig honningurt (<i>Phacelia tanacetifolia</i> L.)	49
A.17 Snerle-pileurt (<i>Polygonum convolvulus</i> (L.) Á.Löve)	50
A.18 Fabers skærmaks (<i>Setaria faberi</i> Herrm.)	51
A.19 Vild durra (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.)	52
Appendiks B Billede og forekomst af fundne frø	53
Appendiks C Billeder af kimplanter	59
Appendiks D R kode for statistiske analyser	73

Introduktion 1

Den globale flora og fauna er i konstant bevægelse, men en art vil altid have et sted, hvor den har oprindelse indenfor et geografisk afgrænset område, hvortil den er en hjemmehørende art. Introduceres en art til et område, der ligger udenfor dens naturlige udbredelsesområde, via menneskelig aktivitet, defineres den som en ikke-hjemmehørende art. Hvis introduktionsvejen til nye områder er grundet naturlig respons på f.eks. klimaforandringer eller stokastiske begivenheder, så vil arten kategoriseres som værende hjemmehørende. Af arter kategoriseret som ikke-hjemmehørende, kategoriseres nogle yderligere som værende invasive arter [Ravn, 2015; Miljøstyrelsen, 2017].

Invasive arter defineres som udefrakommende arter, der kan etablere og reproducere i de nye omgivelser, og hvor deres tilstedeværelse forårsager trusler mod eller skadelige effekter på hjemmehørende biodiversitet, folkesundhed og/eller giver samfundsøkonomiske omkostninger [Europa-Parlamentet og Rådet, 2014; Ravn, 2015; Miljøstyrelsen, 2017].

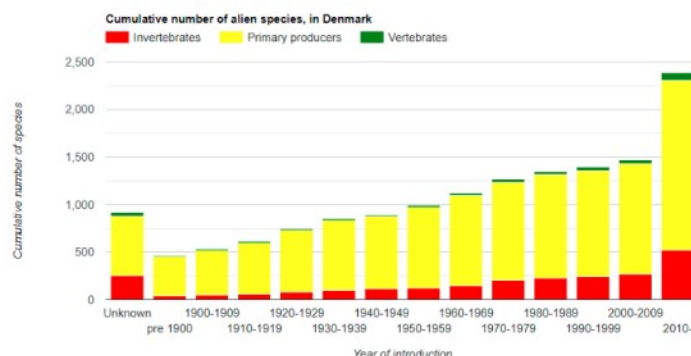
Hjemmehørende biodiversitet i et område, kan påvirkes negativt af invasive arter, da de kan øge eller dominere konkurrencen om habitat eller næring, hvorved balancen i fødekæder ændres. Ydermere kan invasive arter være giftige, bærer eller værter for patogener eller parasitter og derved medføre sygdomme til hjemmehørende arter, hvilket kan medføre tab af biodiversitet [Keller et al., 2011; Europa-Parlamentet og Rådet, 2014]. I andre tilfælde kan invasive arter hybridisere med nært beslægtede hjemmehørende arter, så specifikke hjemmehørende genotyper potentielt mistes [Keller et al., 2011]. Også folkesundhed kan påvirkes negativt af invasive arter. Dette kan bl.a. være i form af giftig saft eller allergen pollen produktion. Et klassisk eksempel på en art med både negativ påvirkning af biodiversitet og folkesundhed, er kæmpebjørneklo (*Heracleum mantegazzianum*). Denne art vokser hurtigt og skygger for hjemmehørende arters optag af sollys. Derudover producerer arten safter, der er giftige, når de eksponeres for sollys. Hvis mennesker kommer i kontakt med giften, kan det forårsage hudinflammationer og endda brændsår [Keller et al., 2011; Buttenschøn et al., 2010; Sundseth, 2017]. Tab af biodiversitet og negative effekter på folkesundhed fører til samfundsøkonomiske omkostninger, via forebyggelser og genoprettelser af evt. skader forårsaget af invasive arter [Europa-Parlamentet og Rådet, 2014; Ravn, 2015].

Introduktionen af ikke-hjemmehørende arter stiger med øget globalisering i form af turisme, handel og transport af bl.a. fødevarer, prydplanter eller kæledyr, som foregår på tværs af lande,

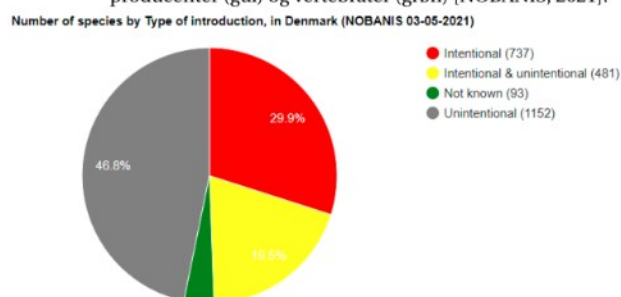
kontinenter eller geografiske barrierer [Ravn, 2015; Sundseth, 2017]. De forskellige variationer af introduktion, kan foregå tilsigtet eller utilsigtet [Miljøstyrelsen, 2017]. Et eksempel på en utilsigtet introduktion af en ikke-hjemmehørende problemart i Danmark, er flyvehavre (*Avena fatua* L.), der er introduceret via agrikultur [Miljøstyrelsen, 2019]. Et eksempel på en tilsigtet introduktion er rynket rose (*Rosa rugosa*), der bevidst blev importeret fra nordøst Asien til Danmark i 1800-tallet som prydblant. Efter introduktionen har denne spredt sig og kategoriseres nu som værende invasiv [Miljøstyrelsen, 2017].

I 2015 trådte EU-kommissionens forordning angående håndtering og forebyggelse af invasive og ikke-hjemmehørende arter i kraft. Forordningen gør sig kun gældende for invasive arter, der er introduceret via menneskelig aktivitet og som har problematisk karakter på EU-plan. Hertil blev EU-listen oprettet med de gældende arter, denne revurderes kontinuerligt og hele forordningen revurderes 1. Juni 2021 [Europa-Parlamentet og Rådet, 2014]. Indholdet af forordningen pålægger medlemsstaterne at bekæmpe allerede introducerede invasive arter, samt, så vidt muligt, at forebygge introduktionen af nye invasive arter. Derudover skal medlemsstaterne genoprette økosystemer, der er blevet skadet af tilstedeværelsen af invasive arter [Europa-Parlamentet og Rådet, 2014; Ravn, 2015]. I Danmark er der bl.a. vedtaget naturbeskyttelsesloven, hvor der opsættes restriktioner angående enkelte ikke-hjemmehørende arter, der ikke må importeres og fritsættes eller plantes i den danske natur. Ligeledes er der vedtaget love om driften af landbrugsjorde. Her pålægges lodsejer eller bruger at bekæmpe eller forebygge specifikke udefrakommende arter [Ravn, 2015]. I 2009 estimerede *Institute for European Environmental Policy*, at de årlige omkostninger, for skader af invasive arter og foranstaltninger foretaget mod invasive arter, i hele Europa var mindst 12,5 billioner EUR, men sandsynligvis over 20 billioner EUR [Kettunen et al., 2008].

Siden år 2010 er det samlede antal af registrerede ikke-hjemmehørende arter i Danmark steget med ca. 62 % (Figur 1.1). Nuværende er der registreret 2463 ikke-hjemmehørende arter, på tværs af terrestriske, marine og ferskvandsmiljøer, hvortil arterne er fordelt med ca. 4 % vertebrater, ca. 23 % invertebrater og ca. 73 % primær producenter (Figur 1.1). Ud af de ikke-hjemmehørende arter i Danmark, er ca. 5 % invasive [NOBANIS, 2021]. Samlet forekommer 40 % af de ikke-hjemmehørende arter, naturligt i andre dele af Europa, hvoraf der er 17 af dem registrerede som invasive arter. De fleste invasive arter i Danmark introduceres dog fra Asien og Nordamerika, som også ligger delvist i det tempererede klimabælte (Figur 1.3) [NOBANIS, 2021]. Af introducerede arter i Danmark er næsten 50 % utilsigtet introduceret, ca. 30 % tilsigtet introduceret og ca. 20 % er både tilsigtet og utilsigtet introduceret til Danmark (Figur 1.2).

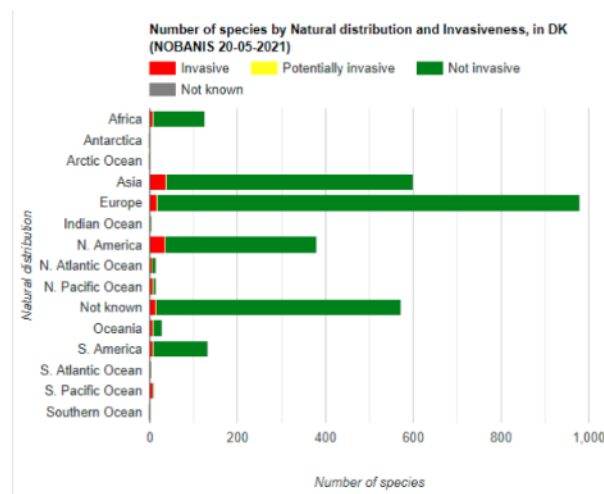


Figur 1.1. Akkumuleret antal af alle registrerede, ikke-hjemmehørende arter i Danmark. På y-aksen angives akkumulerede tal og på x-aksen årstal. Inddelt i invertebrater (rød), primær producenter (gul) og vertebrater (grøn) [NOBANIS, 2021].



Figur 1.2. Procentvis fordeling for tilsigtet og utilsigtet introduktion af ikke-hjemmehørende arter i Danmark. Grå farve angiver utilsigtet introduktion, rød angiver tilsigtet introduktion, gul angiver at introduktionen både er forgået tilsigtet og utilsigtet, mens grøn angiver at introduktionsmåden ikke kendes [NOBANIS, 2021].

En utilsigtet spredningsvej, af ikke-hjemmehørende plantearter, er import af forurenede fuglefrøblandinger, der indeholder frø af arter, der ikke er opgivet på indholdsfortegnelsen. Frøene er derved ukendte og kan potentielt være fra ikke-hjemmehørende og/eller invasive arter. Fuglefrø anvendes i forbrugernes haver eller som foder til kæledyr, hvor rester i afføring eller strøelse evt. smides ud med affald [Hanson og Mason, 1985]. Hanson og Mason [1985] udgav en liste med 438 introducerede ikke-hjemmehørende arter i England, som menes at være introduceret via fuglefrøblandinger [Hanson og Mason, 1985]. Selvom der er skabt opmærksom om fuglefrøblandingers rolle i spredningen af ikke-hjemmehørende arter, fandt Oseland et al. [2020] at fuglefrøblandinger i USA var forurenede. For at mindske forurening, forarbejdes fuglefrøblandinger, f.eks. i form af sigtning, inden de kommer på markedet. Dog kan ukendte frø potentielt stadig være til stede i fuglefrøblandinger og spredes [Oseland et al., 2020]. Et eksempel på en invasiv art, der vides at være introduceret bl.a. via fuglefrøblandinger til Europa og Danmark, er bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.). Dette er en meget allergen plante, der forårsager pollenallergi, ikke kun overfor arten selv, men også i form



Figur 1.3. Det naturlige udbredelsesområde for ikke-hjemmehørende arter i Danmark, samt graden af invasiv adfærd for disse arter. Invasive arter angives med rød farve, potentielt invasive arter angives med gul, ikke invasive arter angives med grøn, og arter hvor graden af invasiv adfærd er ukendt angives med grå farve. X-aksen indikerer i hvilken verdensdel, ikke-hjemmehørende arter i Danmark har deres naturlige udbredelse. Y-aksen indikerer antallet af ikke-hjemmehørende arter i Danmark [NOBANIS, 2021].

af krydsallergier. Hvortil *A. artemisiifolia* er med til at forlænge allergi-sæsonen og derved forværre folkesundheden, samt øge trykket på samfundsøkonomien. Ligeledes er det i f.eks. Tyskland, hvor det er blevet vurderet, at *A. artemisiifolia* er skyld i medicinregninger på mellem 17 og 47 millioner EUR årligt [Buttenschön et al., 2010; Jørgensen, 2010; Keller et al., 2011]. I Danmark er der opsat maksimalgrænser for *A. artemisiifolia* på 50 mg/kg i foderstoffer, der anvendes direkte som foder. Undtagelsesvist ved anvendelse af hirse (*Panicum miliaceum* L.) eller milo (*Sorghum bicolor* L.), som skal males eller kværnes, er maksimalgrænserne 200 mg/kg for indhold af *A. artemisiifolia* [Europa-Parlamentet og Rådet for den Europæiske Union, 2017].

1.1 Problemformulering

Fuglefrøblanding kan indeholde frø af arter, der potentielt kan være ikke-hjemmehørende, problem- eller invasive arter. Dette kan være problematisk, hvis frøene er levedygtige og arterne efterfølgende etablerer sig i den danske natur. Dermed kan de belaste folkesundheden, samfundsøkonomien og den hjemmehørende biodiversitet. Via dette projekt undersøges, hvilke frø af ukendte arter, der er tilstede i fire udvalgte fuglefrøblandinger, men ikke forekommer på indholdsfortegnelserne. Desuden undersøges, om frø af både kendte og ukendte arter i fuglefrøblandingerne er i stand til at spire under de miljøforhold, der findes i danske haver, samt under kontrollerede forhold.

Teori 2

2.1 Invasion af ikke-hjemmehørende plantearter

Processen hvormed plantearter invaderer områder, hvor de ikke er hjemmehørende og potentielt kan være invasive, kan opdeles i fire stadier; transport, kolonisering, etablering og spredning i landskabet [Theoharides og Dukes, 2007]. Transport af arter til nye områder har altid forekommet, men den stigende globalisering og menneskelige aktivitet har i høj grad øget hastigheden og den geografiske rækkevide for spredning af arter [Theoharides og Dukes, 2007; Nathan et al., 2008]. Menneskelig spredning af arter kan både være i form af frø og planter, og er især udbredt for arter, der er tæt forbundet med menneskelig aktivitet, herunder bl.a. afgrøder, ukrudt og pryddplanter [Theoharides og Dukes, 2007; Nathan et al., 2008]. En del ikke-hjemmehørende arter er introduceret bevidst til anvendelse som føde, foder, brændstof, tømmer eller med et medicinsk eller æstetisk formål, og denne form for introduktion forekommer stadig [Theoharides og Dukes, 2007]. Mange introduceres dog utilsigtet i forbindelse med handel, landbrug og havebrug [Theoharides og Dukes, 2007; Nathan et al., 2008].

Selvom arter introduceres til et område, hvor de ikke er hjemmehørende, er de ikke nødvendigvis i stand til at kolonisere området. Hvis introduktionen sker vha. frø, afhænger kolonisering af, om frøene er levedygtige og kan spire [Theoharides og Dukes, 2007]. Frøspiring påvirkes af en række abiotiske faktorer i miljøet, hvoraf de vigtigste som regel er jordens temperatur og vandpotentiale, samt lys [Taiz et al., 2018; Travlos et al., 2020]. Frø af forskellige arter har dog meget varierende krav til miljøforholdene, og først når disse faktorer er favorable for den specifikke art, vil frø begynde at spire [Baskin og Baskin, 2004; Travlos et al., 2020]. Kolonisering er dermed først og fremmest betinget af, om arten introduceres et sted, hvor den kan overleve i de omgivende miljøforhold [Theoharides og Dukes, 2007]. Det er derfor mere sandsynligt, at frø af arter, der naturligt forekommer over større geografiske områder, og som kan tolerere brede miljøforhold, kan kolonisere introduktionsområder [Goodwin et al., 1999; Theoharides og Dukes, 2007]. Desuden vil individer med fænotypisk plasticitet have en fordel ift. tilpasning til nye miljøforhold [Sakai et al., 2001]. Ydermere skal arten kunne overleve mangel på genetisk variation, da der ofte kun introduceres meget små populationer [Theoharides og Dukes, 2007]. Således er sandsynligheden for en succesfuld kolonisering større, jo flere individer der introduceres på én gang, samt hvis arten introduceres gentagende

gange, da dette bidrager til større genetisk variation [Sakai et al., 2001; Theoharides og Dukes, 2007].

For at etablere sig efter kolonisering af et område, må størrelsen af den invaderende population stige og arten må udbrede sig over et større område [Theoharides og Dukes, 2007]. Etablering udfordres af konkurrence med andre arter, og ikke-hjemmehørende arter vil derved have større succes, hvis de er konkurrencedygtige eller introduceres i et område, hvor konkurrence fra andre arter er lav. Derudover kan det være en fordel for den invaderende art, hvis den optager en niche, der i begrænset omfang overlapper med hjemmehørende arter [Sakai et al., 2001; Theoharides og Dukes, 2007]. Desuden påvirkes etablering af interaktion med herbivorer, parasitter, patogener, svampe og bestøvere [Theoharides og Dukes, 2007].

Hvis en ikke-hjemmehørende art formår at etablere sig i introduktionsområdet, vil den kunne sprede sig i landskabet. Dette sker via metapopulationer og påvirkes af, hvor ensartet landskabet er, samt størrelsen af og afstanden mellem pletvise områder af egnet habitat [Theoharides og Dukes, 2007]. Når ikke-hjemmehørende arter er i stand til at sprede sig i landskabet, begynder man som regel at anse en art som værende invasiv, fordi den ændrer artssammensætningen i økosystemer og derved truer den hjemmehørende biodiversitet [Theoharides og Dukes, 2007; Keller et al., 2011; Ravn, 2015].

2.2 Spredningsveje for frø

Efter introduktion afhænger den videre spredning af ikke-hjemmehørende arter i landskabet i høj grad af spredningsveje for frø. Frøspredning kan ligesom introduktion ske som følge af menneskelig aktivitet, såsom høst af marker, transport af jord og anvendelse af kompost, hvilket eksempelvis har medvirket til at sprede *A. artemisiifolia* i en række europæiske lande [Buttenschön et al., 2010]. Derudover kan frøspredning ske med vinden, via vandløb og havstrømme, samt vha. fugle og andre dyr [Nathan et al., 2008; Buchwald et al., 2013; Traveset et al., 2014]. For de fleste arter foregår naturlig frøspredning over relativt korte afstande, ikke længere end nogle få meter. I nogle tilfælde kan spredning dog foregå over store afstande, hvilket spiller en vigtig rolle for at arten, via metapopulationer, kan etablere opretholdende populationer. Derudover øger langdistance-spredning hastigheden for artens spredning i landskabet, samt sandsynligheden for, at arten kan kolonisere ledige habitater, hvor den ikke skal konkurrere med andre arter [Nathan et al., 2008]. Spredning af frø kan ske af flere omgange via forskellige vektorer, hvor et frø eksempelvis først transporteres via vind, og efterfølgende spredes yderligere af dyr [Traveset et al., 2014].

Dyr spiller en stor rolle for spredning af frø af mange forskellige arter. Spredning kan både foregå epizoisk, hvor frø med kroge eller en klistret overflade fasthæftes på dyrets krop, eller endozoisk ved at dyr æder frø eller frugt [Buchwald et al., 2013; Traveset et al., 2014]. På trods af, at passage gennem dyrs fordøjelsessystem kan skade eller nedbryde frøene, så overlever

en væsentlig andel og bevarer deres spiringsevne, og for nogle arter øges springsevnen endda [Graae et al., 2004; Buchwald et al., 2013; Kleyheeg et al., 2018]. Pattedyr, fugle og reptiler er udbredte og aktive frøspredere, men også insekter, snegle, padder og fisk bidrager til spredning [Traveset et al., 2014]. Større pattedyr, som f.eks. hjorte, spreder ofte frø over længere distancer end mindre dyr, da de generelt bevæger sig over store områder. Derudover kan større dyr flytte et stort antal frø i mave og/eller pels [Nathan et al., 2008; Buchwald et al., 2013].

Fugle anses i særdeleshed som vigtige spredningskorridorer, da de kan transportere frø over store afstande, over økologiske barrierer, til isolerede habitater og rundt i fragmenterede landskaber som f.eks. landbrug [Czarnecka og Kitowski, 2013]. Da mange arter af fugle er knyttet til forholdsvis specifikke habitattyper, er det også mere sandsynligt, at frø havner i et egnet habitat, end via abiotiske vektorer [Buchwald et al., 2013]. En stor del fuglearter, som f.eks. sangfugle, duer, krager, råger og andefugle, er frø- eller frugtædende og spreder frø via deres gylp eller ekskrementer [Brochet et al., 2010; Czarnecka og Kitowski, 2013; Buchwald et al., 2013]. Andre arter transporterer frø via fjerdragten og på fødder, når de går rundt i fugtig jord og mudder, som f.eks. vade- og andefugle [Brochet et al., 2010; Buchwald et al., 2013]. Derudover er migratoriske fugle væsentlige for langdistance-spredning af frø, hvortil spredning typisk sker over afstande på flere hundrede km, men estimeres til at kunne foregå over tusindevis af km [Nathan et al., 2008; Viana et al., 2013].

Metode 3

3.1 Indhold af fuglefrøblandinger

For at undersøge indholdet af ukendte arter i fuglefrøblandinger, blev der udvalgt fire blandinger, som var indkøbt hos plantecentre, byggemarkeder og dyrehandel i Danmark i vinteren 2019/2020. Disse nummereres som angivet i tabel 3.1, hvoraf information om indhold, producent eller importør, samt forhandler fremgår. Blanding 1 og 3 indeholdt udelukkende frø af én art, hhv. solsikke (*Helianthus annuus* L.) og hamp (*Cannabis sativa* L.). Blanding 2 og 4 indeholdt, ifølge indholdsfortegnelsen, frø af flere forskellige arter og blev solgt som vildtfuglefrø (Tabel 3.1).

Tabel 3.1. Information for de fire udvalgte fuglefrøblandinger, med indholdssammensætning, producent eller importør, samt forhandler.

Nr.	Blanding	Indholds- fortegnelse	Importør/ producent	Forhandler
1	Nature - High energy sunflowers	Solsikkefrø	Vital Petfood Group A\ /S, Hasselager	Jem & Fix
2	Vildtfuglefrø	Solsikkefrø, hvede, sorghum og havre	Agros Trading GmbH	Pet Hollywood
3	Nature - Hemp seeds	Hampefrø	Vital Petfood Group A\ /S, Hasselager	Plantorama
4	Bird Gardenlife - Vildtfuglefrø	65 % hvede, 15 % hirse, 9 % havre, 5 % sorte solsikkekerner, 3 % milo og 3 % byg	Gardenlife.dk, Vejen	Silvan

3.2 Sortering af fuglefrøblandinger

De fire fuglefrøblandinger blev sorteret i kendte frø, dvs. oplyst på indholdsfortegnelsen for hver blanding, samt ukendte frø, som ikke fremgik af indholdsfortegnelsen. Under sortering blev der anvendt botaniklup med forstørrelse på 10x og 20x, samt en almen køkkenvægt. Forskellige mængder af hver blanding blev sorteret, da indholdet af ukendte frø varierede

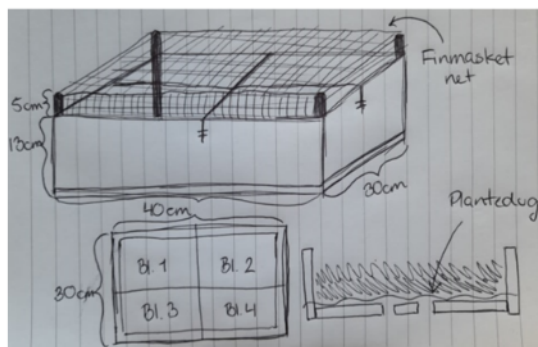
blandingerne imellem. Jo færre ukendte frø hver blanding indeholdt, des større mængde blev sorteret (Tabel 3.2).

Tabel 3.2. Mængde (kg) af hver af de fire fuglefrøblandinger, sorteret i frø af kendte og ukendte arter, samt antallet af frø af ukendte arter fundet i den sorterede mængde.

Nr	Blanding	Mængde sorteret (kg)
1	Nature - high energy sunflowers	3,0 kg
2	Vildtfuglefrø	1,5 kg
3	Nature - hemp seeds	0,8 kg
4	Bird - vildtfuglefrø	3,0 kg

3.3 Spiringsevne af fuglefrøblandinger

For at undersøge spiringsevnen af frø fra både kendte og ukendte arter, blev frøene sået i 30 plantekasser, samt 12 potter. Hver kasse var lavet af trykimprægneret træ og havde et areal på 30 x 40 cm, en dybde af jord på ca. 10 cm og en jordvolumen på ca. 12 L (Figur 3.1). I bunden var placeret en plantedug og ca. 7 cm over jorden var fastgjort et finmasket hønsenet. Arealet blev med snor inddelt i fire sektioner, hvori frø fra hver af de fire blandinger blev sået. Potterne var lavet af plastik, og hver havde en diameter ca. 19 cm, en jorddybde på ca. 11 cm og en jordvolumen på ca. 3 L. Den anvendte jord var økologisk så- og priklejord.



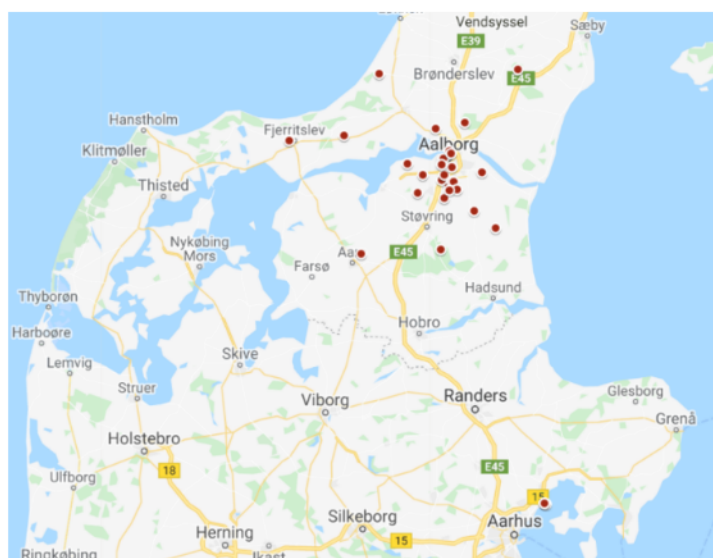
Figur 3.1. Skitse af plantekasse med dimensioner på 30 x 40 x 13 cm, hvor jordlaget var ca. 10 cm. Kassen overdækket af finmasket hønsenet og bunden dækket af plantedug. Areal inddelt i fire sektioner, hvori frø fra hver af de fire fuglefrøblandinger blev sået.

For hver enkelt blanding blev der sået én prøve i den tilhørende sektion i hver plantekasse, samt tre prøver i tre forskellige potter. I den ene potte blev der sået en prøve med kendte frø, mens der i de to andre potter blev sået et antal ukendte frø af lav forekomst i den sorterede mængde (Tabel 3.3). De resterende ukendte frø for hver blanding blev ligeligt fordelt og sået i den tilhørende sektion i de 30 plantekasser. I hver sektion, for hver kasse, blev der yderligere sået et antal kendte frø fra hver blanding (Tabel 3.4).

Tabel 3.3. Antal frø af kendte og ukendte arter sået i de tre potter for hver af de fire fuglefrøblandinger.

Blanding 1		Blanding 2		Blanding 3		Blanding 4	
Kendte frø pr. art	Ukendte frø	Kendte frø pr. art	Ukendte frø	Kendte frø pr. art	Ukendte frø	Kendte frø pr. art	Ukendte frø
8	101	3	89	10	112	2	60

Før såning blev frøene stratificeret, dvs. opfugtet ved 5 °C i 60 timer. Såning foregik d. 9/4-2021, hvorefter de 30 plantekasser blev placeret i haven hos 30 haveejere i Nord- og Midtjylland d. 10/4-2021 (Figur 3.2). Hver kasse blev, så vidt muligt, placeret ift. flest mulige soltimer, samt fuldt opvandet med 0,75 l vand. De 12 potter blev placeret i et klimakammer d. 13/4-2021. Da forsøgsperioden var begrænset til foråret, gjorde potterne i klimakammeret det muligt at teste frøenes spiringsevne under mere optimale forhold for temperatur, lys og luftfugtighed (Tabel 3.5). Derudover blev der forberedt to kontrolkasser, hvori der ikke blev sået frø, for at kontrollere, at den anvendte jord var steril og ikke indeholdt andre frø. Den ene kontrolkasse blev placeret i én af de 30 haver, mens den anden kontrolkasse blev placeret i klimakammeret sammen med potterne.

**Figur 3.2.** Kort over de 30 havers geografiske placering i Danmark, hvor plantekasserne blev placeret efter såning. Udarbejdet via Google Maps.

Tabel 3.4. Antal frø af kendte og ukendte arter fra de fire fuglefrøblandinger, som blev sået i hver plantekasser ($n = 30$).

Blanding 1		Blanding 3	
Art	Antal frø	Art	Antal frø
Solsikke (<i>Helianthus annuus</i> L.)	75	Hamp (<i>Cannabis sativa</i> L.)	250
Ukendte frø	16	Ukendte frø	24
Samlet antal frø	91	Samlet antal frø	274
Blanding 2		Blanding 4	
<i>H. annuus</i>	20	<i>H. annuus</i>	20
Hvede (<i>Triticum aestivum</i> L.)	40	<i>T. aestivum</i>	20
Havre (<i>Avena sativa</i> L.)	40	<i>A. sativa</i>	20
Milo (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	100	Byg (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	20
Ukendte frø	24	<i>S. bicolor</i>	70
Samlet antal frø	224	Hirse (<i>Panicum miliaceum</i> L.)	100
		Ukendte	28
		Samlet antal frø	278

Tabel 3.5. De anvendte indstillinger for lysintensitet ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$), temperatur ($^{\circ}\text{C}$) og relativ luftfugtighed (%) i klimakammeret, hvor de 12 potter var placeret. CO_2 koncentration i kammeret lå på ca. 400 ppm.

Program	Lysintensitet ($\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$)	Temperatur ($^{\circ}\text{C}$)	Relativ luftfugtighed (%)
Dag (15 timer)	ca. 220	22	50
Aften (1 time)	ca. 220	20	60
Nat (7 timer)	0	18	70
Morgen (1 time)	0	20	60

Mens plantekasserne stod hos haveejerne, blev de ad to omgange bedt om at vande, hvis de vurderede, at jorden i deres kasse var tør. Første gang, d. 21/4-2021, blev de bedt om at vande med 0,5 L, og anden gang, d. 29/4-2021, blev de bedt om at vande med 0,75 L. Resten af perioden blev kasserne udsat for de naturlige klima- og miljøforhold i haverne.

Kasserne og potterne blev indsamlet efter fire uger, d. 9/5-2021, hvorefter der for hver blanding blev talt, hvor mange frø, af både kendte og ukendte arter, var spiret. Derudover blev kimplanterne anvendt til at verificere identificering af arter via frø, samt at identificere arter,

hvor dette ikke var muligt udelukkende via frø. Hvorefter der blev beregnet en spiringsprocent for frø af hver identificeret art således:

$$\text{Spiringsprocent}(\%) = \frac{\text{Spirede}}{\text{Sæde}} \cdot 100\%$$

3.4 Statistiske analyser

Baseret på rådata fra plantekasserne, blev der foretaget statistiske analyser. Alle analyser blev foretaget i R 3.6.2 og R Studio 1.2.5033, den fulde R kode er tilgængelig i bilag D. I alle analyser blev der anvendt et signifikansniveau på 0,05. Forud for analyserne, blev der foretaget en normalitetstest (Shapiro-Wilk test), samt en test af varianshomogeniteten (Bartlett's test) for hvert datasæt. Ingen af datasættene opfyldte kravene om normalfordeling eller homogenitet i varians, hvorfor der blev anvendt non-parametriske metoder.

Da der i flere af blandingerne forekom frø af samme arter, blev det undersøgt, om spiringsprocenten for frø af *H. annuus*, hvede (*Triticum aestivum* L.), havre (*Avena sativa* L.) og *S. bicolor* var afhængig af, hvilken blanding frøene kom fra. Derudover forekom frø af samme art i hhv. blanding 2 og 4, hvorfor det blev undersøgt, om der var forskel på den samlede spiringsprocent for frøene ift. hvilken blanding, de kom fra. Til slut blev det undersøgt, om frø af nogle kendte arter, på tværs af de fire fuglefrøblandinger, havde en højere spiringsprocent end andre. Hver af disse undersøgelser blev foretaget vha. en Kruskal-Wallis test, samt en post-hoc test, i form af en pairwise Wilcoxon rank sum test med Bonferroni korrektion, hvis der blev fundet signifikans i fornævnte.

Resultater 4

4.1 Identificering af ukendte arter

I de fire fuglefrøblandinger blev der i alt fundet frø af 78 ukendte arter, som ikke fandtes på nogle af indholdsfortegnelserne. Det vil sige, at arterne *H. annuus*, *P. miliaceum*, *T. aestivum*, *A. sativa*, byg (*Hordeum vulgare* L.), *S. bicolor* og *C. sativa*, der var opgivet på mindst én af indholdsfortegnelserne for fuglefrøblandingerne, ikke er medregnet i dette antal. Dog er medregnet fire arter, der er alment kendte afgrøder, men som ikke fremgik af indholdsfortegnelsen for nogle af de fire blandinger. Dette gælder jordnød (*Arachis hypogaea* L.), mandel (*Prunus dulcis* (Mill.) D.A. Webb), majs (*Zea mays* L.) og soja (*Glycine max* (L.) Merr.). Ses der bort fra disse, blev der fundet frø af 74 ukendte arter på tværs af de fire fuglefrøblandinger.

Tabel 4.1 angiver det samlede antal frø af alle ukendte arter for hver blanding, hvor arter af afgrøder er medtaget, hvis de ikke fremgik af den enkelte blandings indholdsfortegnelse. Eksempelvis er frø af *P. miliaceum* og textitG. max medregnet i antallet for frø af ukendte arter i blanding 2. Tabel 4.2 angiver det samlede antal frø af ukendte arter, hvor de uønskede afgrøder for den enkelte blanding ikke er medtaget. Dvs. at *P. miliaceum* og *G. max* er udtaget af det samlede antal frø af ukendte arter for blanding 2.

Blanding 3 indeholdt det højeste antal ukendte frø pr. kg, hvilket var ca. 64 % og 82 % mere end hhv. blanding 2 og 4 (Tabel 4.1 og 4.2). Det laveste antal ukendte frø pr. kg fandtes i blanding 1, hvilket var ca. 88 % mindre end indholdet i blanding 3. Derimod indeholdt blanding 2 det højeste antal af forskellige arter, mens blanding 4 indeholdt det laveste antal arter (Tabel 4.1 og 4.2).

Tabel 4.1. Det samlede antal af ukendte frø fundet i hver af de fire fuglefrøblandinger, hvor arter af afgrøder er medtaget, hvis de ikke fremgik af den enkelte blandings indholdsfortegnelse. Derudover angives antal ukendte frø pr. kg for den sorterede mængde for hver blanding, samt det samlede antal af forskellige fundne arter i hver blanding.

Blanding	Antal frø af ukendte arter	Frø af ukendte arter pr. kg	Arter
1	521	174	25
2	776	517	36
3	1156	1445	30
4	804	267	23

Tabel 4.2. Det samlede antal af ukendte frø fundet i hver af de fire fuglefrøblandinger, hvor de uønskede afgrøder for den enkelte blanding ikke er medtaget. Derudover angives antal ukendte frø pr. kg for den sorterede mængde for hver blanding, samt det samlede antal af forskellige fundne arter i hver blanding.

Blanding	Antal frø af ukendte arter (uden uønskede afgrøder)	Frø af ukendte arter pr. kg (uden uønskede afgrøder)	Arter (uden uønskede afgrøder)
1	431	144	23
2	335	223	29
3	1095	1369	26
4	802	267	22

Efter forsøgsperioden var frø spiret i alle 30 plantekasser og i de 12 potter. De to kontrolkasser, som var placeret i hhv. i klimakammeret og én af de 30 haver, var begge negative, da intet var spiret. Af de 74 ukendte arter, fundet i de fire fuglefrøblandinger, spirede kimplanter af 26 arter. Via både frø og kimplanter blev 15 ud af 26 spirede arter identificeret (Tabel 4.3). Derudover blev fire arter identificeret udelukkende via frø. En samlet oversigt med billeder af frø af hvert art findes i bilag B, hvor der er givet en identificering på familie-, slægts- eller artsniveau, samt noteret hvis frøet er uidentificeret. I bilag C findes billeder af kimplanter af både identificerede og uidentificerede arter. I tabellen 4.3 fremgår det samme antal frø af opret amarant (*Amaranthus retroflexus* L.) og hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album* L.) i hhv. blanding 1, 2 og 3, da frø af disse arter ikke blev adskilt under sortering. I hhv. blanding 1, 2 og 3 fandtes et stort antal frø af *A. retroflexus* og/eller *C. album*, mens der i blanding 4 kun blev fundet ét frø af *C. album*. Derimod indeholdt blanding 4 et stort antal frø af almindelig hanespore (*Echinochloa crus-galli* (L.) P. Beauv.) og fabers skærmaks (*Setaria faberi* Herrm.). Blanding 3 indeholdt desuden et stort antal frø af korn-valmue (*Papaver rhoeas* L.).

Tabel 4.3. Artsnavn for de 19 identificerede frø og/eller kimplanter, samt antal frø for hver art fundet i de fire fuglefrøblandinger. * angiver hvis der er usikkerhed omkring identificeringen. ** angiver at frø af arten er spiret. Derudover refereres til litteratur, der er anvendt til identificering af de enkelte arter. Bemærk, at for arterne opret amarant (*Amaranthus retroflexus* L.) og hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album* L.) fremgår det samme antal frø i hhv. blanding 1, 2 og 3, da frø af disse arter ikke blev adskilt under sortering.

Art	Blanding	Antal	Litteratur anvendt til identificering
Kinajute (<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.)**	4	3	Parkinson et al. [2013] ISA [2019]
Ager-rævehale (<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.)**	4	6	ISA [2019]
Opret amarant (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)**	1	267	Parkinson et al. [2013] ISA [2019]
	2	121	
	3	270	

4.1. Identificering af ukendte arter

Aalborg Universitet

Bynke-ambrosie (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	2	1	ISA [2019]
Flyvehavre (<i>Avena fatua</i> L.)	2	9	ISA [2019]
Ager-kål (<i>Brassica campestris</i> L.)**	4	1	Planteværn Online [2021a]
Raps (<i>Brassica napus</i> L.)**	1	1	Planteværn Online [2021d] ISA [2019]
	2	66	
	3	59	
	4	43	
Almindelig kornblomst (<i>Centaurea cyanus</i> L.)**	2	3	Parkinson et al. [2013] ISA [2019]
Skarntyde (<i>Conium maculatum</i> L.)* **	1	1	Parkinson et al. [2013] ISA [2019]
Hvidmelet gåsefod (<i>Chenopodium album</i> L.)**	1	267	Planteværn Online [2021c] Parkinson et al. [2013] ISA [2019]
	2	121	
	3	270	
	4	1	
Almindelig hanespore (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.)**	1	4	ISA [2019]
	2	76	
	3	96	
	4	325	
Burresnerre (<i>Galium aparine</i> L.)**	1	1	Planteværn Online [2021b] ISA [2019]
	2	8	
	3	3	
	4	29	
Liden storkenæb (<i>Geranium pusillum</i> L.)**	3	1	Planteværn Online [2021f]
Almindelig hør (<i>Linum usitatissimum</i> L.)**	4	59	Worku et al. [2015] ISA [2019]
Korn-valmue (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	3	309	ISA [2019]
Almindelig honningurt (<i>Phacelia tanacetifolia</i> L.)**	2	1	Cotswold Grass Seeds Direct [2021]
	3	3	
Snerle-pileurt (<i>Polygonum convolvulus</i> (L.) Á.Löve)* **	1	117	Planteværn Online [2021e] ISA [2019]
	2	5	
	3	87	
	4	14	
Fabers skærmaks (<i>Setaria faberi</i> Herrm.)**	1	1	ISA [2019]
	2	7	
	3	1	
	4	126	
Vild durra (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.)	1	1	ISA [2019]
	2	2	

4.2 Spiringsprocent for ukendte arter

For identificerede ukendte arter blev der beregnet en spiringsprocent for hver fuglefrøblanding for hhv. kasser og potter (Tabel 4.4).

Tabel 4.4. Spiringsprocent for frø af hver identificeret art sået i kasser og potter, de fire fuglefrøblandinger. En bindestreg indikerer ingen frø sået af denne art i den pågældende blanding.

Art	Blanding	Spiringsprocent (%)	
		Kasser	Potter
Kinajute (<i>Abutilon theophrasti</i>)	4	0	50
Ager-rævehale (<i>Alopecurus myosuroides</i>)	4	75	100
Opret amarant (<i>Amaranthus retroflexus</i> L.)	1	0	0
	2	-	20
	3	0	0
Ager-kål (<i>Brassica campestris</i> L.)	4	-	100
Raps (<i>Brassica napus</i> L.)	1	-	100
	2	44	100
	3	75	60
	4	62	100
Almindelig kornblomst (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	2	0	50
Hvidmelet gåsefod (<i>Chenopodium album</i> L.)	1	0	10
	2	0	20
	3	0	10
	4	-	0
Skarntyde (<i>Conium maculatum</i> L.)	1	-	100
Alm. hanespore (<i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) P. Beauv.)	1	0	0
	2	3	40
	3	4	20
	4	34	40
Burresnerre (<i>Galium aparine</i> L.)	1	-	100
	2	0	50
	3	0	0
	4	0	25
Liden storkenæb (<i>Geranium pusillum</i> L.)	3	-	100
Almindelig hør (<i>Linum usitatissimu</i> L.)	4	54	60
Alm. honningurt (<i>Phacelia tanacetifolia</i> L.)	1	0	0
	2	-	100
Snerle-pileurt (<i>Polygonum convolvulus</i> (L.) Á. Löve)	1	0	20
	2	0	0
	3	0	0
	4	0	0
Fabers skærmaks (<i>Setaria faberi</i> Herrm.)	1	-	0
	2	0	0
	3	-	0
	4	10	40

4.3 Spiringsprocent for kendte arter

For de kendte arter blev der beregnet en gennemsnitlig spiringsprocent $\pm$ standardafvigelse (SD) for hver blanding for hhv. kasser og potter (Tabel 4.5).

Tabel 4.5. Spiringsprocent for hver art, der er listet på indholdsfortegnelsen iht. de fire undersøgte fuglefrøblandinger. For frø sået i kasser er der angivet den gennemsnitlig spiringsprocent $\pm$ SD ($n = 30$), mens der for frø sået i potter er angivet en samlet spiringsprocent for hver art.

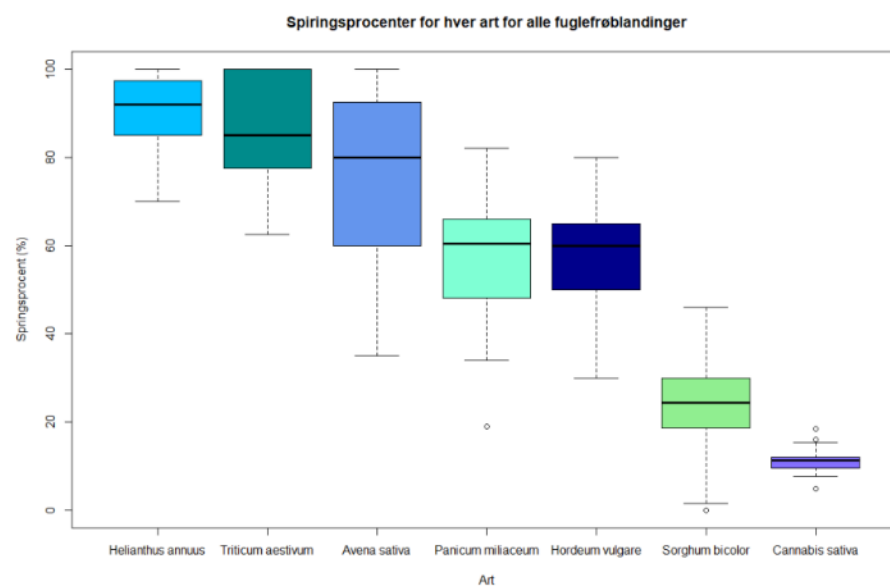
Art	Blanding	Gns. spiringsprocent (%) $\pm$ SD	Spiringsprocent (%)
		Kasser	Potter
Solsikke (<i>Helianthus annuus</i> L.)	1	92 $\pm$ 5	100
	2	85 $\pm$ 9	100
	4	95 $\pm$ 6	100
Hvede (<i>Triticum aestivum</i> L.)	2	77 $\pm$ 6	0
	4	96 $\pm$ 8	100
Havre (<i>Avena sativa</i> L.)	2	91 $\pm$ 7	100
	4	60 $\pm$ 15	0
Milo (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	2	23 $\pm$ 10	100
	4	25 $\pm$ 8	50
Byg (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	4	57 $\pm$ 12	100
Hirse (<i>Panicum miliaceum</i> L.)	4	57 $\pm$ 13	100
Hamp (<i>Cannabis sativa</i> L.)	3	11 $\pm$ 3	10

Kruskal-Wallis test viste, at spiringsprocenterne for frø af arterne *H. annuus*, *T. aestivum*, *A. sativa* og *S. bicolor* ikke var afhængig af, hvilken blanding frøene kom fra ($p > 0,05$). Ligeledes varierede den gennemsnitlige spiringsprocent for alle arter ikke mellem hhv. blanding 2 og 4 ($p = 0,16$). For nogle kendte arter på tværs af blandingerne var der en signifikant højere spiringsprocent end for andre ($p < 2 \cdot 10^{-16}$). Post-hoc test viste, at forskellen var signifikant for alle sammenligninger af de kendte arters spiringsprocent, bortset fra *P. miliaceum* vs. *H. vulgare*, *T. aestivum* vs. *A. sativa* og *H. annuus* vs. *A. sativa* (Tabel 4.6).

Tabel 4.6. Resultater for pairwise Kruskal-Wallis rank sum test i form af p-værdier, for at undersøge om frø af nogle kendte arter på tværs af de fire fuglefrøblandinger havde en højere spiringsprocent end andre ($n = 30$). Foretaget med et korrigeret signifikansniveau vha. Bonferroni korrektion.

	Byg (<i>Hordeum vulgare</i> L.)	Hamp (<i>Cannabis sativa</i> L.)	Havre (<i>Avena sativa</i> L.)	Hirse (<i>Panicum miliaceum</i> L.)	Hvede (<i>Triticum aestivum</i> L.)	Milo (<i>Sorghum bicolor</i> L.)
Hamp (<i>Cannabis sativa</i> L.)	$5,9 \cdot 10^{-10}$	-	-	-	-	-
Havre (<i>Avena sativa</i> L.)	0,0008	$2,7 \cdot 10^{-13}$	-	-	-	-
Hirse (<i>Panicum miliaceum</i> L.)	1	$6,2 \cdot 10^{-10}$	0,002	-	-	-
Hvede (<i>Triticum aestivum</i> L.)	$1,1 \cdot 10^{-11}$	$2,2 \cdot 10^{-13}$	0,11	$1,6 \cdot 10^{-11}$	-	-
Milo (<i>Sorghum bicolor</i> L.)	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$3,1 \cdot 10^{-9}$	$<2 \cdot 10^{-16}$	$8,6 \cdot 10^{-12}$	$<2 \cdot 10^{-16}$	-
Solsikke (<i>Helianthus annuus</i> L.)	$1,6 \cdot 10^{-14}$	$4,9 \cdot 10^{-15}$	0,0001	$1,2 \cdot 10^{-14}$	0,82	$<2 \cdot 10^{-16}$

Det illustreres af bloksplot (Figur 4.1) og af de signifikante p-værdier (Tabel 4.6), at *H. annuus* havde den højeste spiringsprocenter, som var signifikant højere end alle arter bortset fra *T. aestivum*. Spiringsprocenterne for *T. aestivum* og *A. sativa* var signifikant højere end for *H. vulgare*, *C. sativa*, *P. miliaceum* og *S. bicolor*. *H. vulgare* og *P. miliaceum* havde en signifikant højere spiringsprocent end hamp.



Figur 4.1. Boksplot for spiringsprocenterne for solsikke (*Helianthus annuus* L.) ($n = 90$), hvede (*Triticum aestivum* L.), havre (*Avena sativa* L.), milo (*Sorghum bicolor* L.) ($n = 60$), byg (*Hordeum vulgare* L.), hirse (*Panicum miliaceum* L.) og hamp (*Cannabis sativa* L.) ($n = 30$) i alle fire fuglefrøblandinger.

Diskussion 5

Dette projekt har vist, at fuglefrøblandinger solgt i Danmark indeholder en række frø af ukendte arter (Bilag B). Af disse er 19 arter identificeret, hvor frø af 15 ud af 19 arter er fundet spiringsdygtige i haver og/eller klimakammer (Tabel 4.4). Derudover er 11 uidentificerede arter ligeledes fundet spiringsdygtige (Bilag C). Frø af de resterende 48 arter er ikke fundet spiringsdygtige indenfor projektets rammer, hvorfor levedygtigheden af disse ikke kan vurderes. Af de identificerede arter anses ager-kål (*Brassica campestris* L.), almindelig kornblomst (*Centaurea cyanus* L.), skarntyde (*Conium maculatum* L.), liden storkenæb (*Geranium pusillum* L.), korn-valmue (*Papaver rhoeas* L.), og snerle-pileurt (*Polygonum convolvulus* (L.) Å.Löve) for at være hjemmehørende i Danmark [Buchwald et al., 2013] (Bilag A). Flere af de resterende arter forekommer i litteratur for dansk flora [Frederiksen et al., 2006], men i en sammenligning af dansk litteratur for hjemmehørende arter, foretaget af Buchwald et al. [2013], anser overvægten af litteraturen arterne som fremmede. På denne baggrund anses de resterende identificerede arter for at være ikke-hjemmehørende i Danmark, om end de alle i et vist omfang forekommer i dansk natur [Frederiksen et al., 2006; Naturbasen, 2009, 2010, 2016, 2017, 2018a,b, 2019, 2021e,g,d,a,c].

5.1 Potentielle problematikker for ikke-hjemmehørende arter

Af de 13 identificerede, ikke-hjemmehørende arter anses flere som værende problemarter i afgrøder og/eller natur eller invasive enten i Danmark eller en række andre lande og områder (Bilag A). Dette gør sig gældende for *A. retroflexus*, *A. artemisiifolia*, *A. fatua*, *C. album*, *E. crus-galli*, *S. faberi* og vild durra (*Sorghum halepense* (L.) Pers.) [Weaver og McWilliams, 1980; Nurse et al., 2009; Buttenschön et al., 2010; Follak et al., 2014; Bajwa et al., 2015; Manea et al., 2016; Ali et al., 2017].

Abutilon theophrasti oprinder fra Asien, men har spredt sig til bl.a. Nordamerika og Europa [Follak et al., 2014; NOBANIS, 2016b]. Spredning er sket via import af pryddplanter, forurenede frøblandinger til enten afgrøder eller foderbrug, til anvendelse i fiberproduktion, til medicinsk brug og/eller via gødsugning, der indeholder frø af *A. theophrasti* [Follak et al., 2014]. Arten anses som værende en ukrudsart i de introducerede områder, da den er konkurrencedygtig overfor afgrøder som f.eks. *H. annuus* eller *Z. mays*. Ydermere kan frø forblive levedygtige i årtier og planten er delvist tolerant overfor flere herbicider, hvortil den kan være svær at

bekæmpe. Arten er udbredt i Syd- og Centraleuropa, hvor bestandene dog er så små, at de ikke forårsager økonomisk belastning i de gældende lande [Westermann et al., 2012; Follak et al., 2014]. Grundet klimaændringer, skabes der levedygtige betingelser i det nordlige Europa, hvorved *A. theophrasti* muligvis kan etablere sig i Danmark. Det er således iagttaget i USA, at arten har tilpasset sig køligere klima. Derudover følger *A. theophrasti* spredningsmønstre der er lignende dem for *A. artemisiifolia* i Europa og Danmark [Follak et al., 2014].

Amaranthus retroflexus er på nuværende tidspunkt fundet på 48 lokaliteter i Danmark og anses som ikke-hjemmehørende art, da Danmark næppe er indenfor potentiel spredningsafstand fra dens naturlige udbredelsesområde [Buchwald et al., 2013; Naturbasen, 2010]. En kendt introduktionsvej for *A. retroflexus* er bl.a. være fuglefrøblandinger. Eksempelvis har Oseland et al. [2020] fundet høje forekomster af *A. retroflexus* i fuglefrøblandinger i USA, der indeholdt *P. miliaceum*, *S. bicolor* og *Z. mays*. *Amaranthus retroflexus* kan tolerere varierende miljøforhold og producere helt op til 500.000 frø pr. individ. Derudover kan arten være vært for parasitter og i store forekomster have en negativ effekt på afgrøder [Weaver og McWilliams, 1980].

Ambrosia artemisiifolia er allerede en kendt problemart i Danmark, da den har en negativ indvirkning på folkesundheden [Buttenschön et al., 2010]. Arten er observeret på 82 lokaliteter i Danmark [Naturbasen, 2018a]. Hvor den primære introduktionsvej anses for at være frøblandinger, hvorfor der er opsat maksimalgrænser for indholdet af arten i foderstoffer [Buttenschön et al., 2010; Europa-Parlamentet og Rådet for den Europæiske Union, 2017]. *Ambrosia artemisiifolia* trives på næringsholdig jord, ved fuld sol og lune temperaturer. Blomstring og modning af frø af *A. artemisiifolia* sker i sensommer og efterår, hvilket begrænser artens udbredelse i dansk natur. Stigende temperaturer som følge af klimaændringer kan dog forlænge vækstsæsonen i Danmark, hvorved der kan forventes en øget udbredelse. *Ambrosia artemisiifolia* forekommer typisk på ruderaler, i grusgrave, på byggepladser, langs veje, jernbaner, og vandløb, samt i haver og parker, der alle er områder præget af høj menneskelige aktivitet. Dette gør *A. artemisiifolia* endnu mere problematisk, da frø af arten sandsynligvis spredes rundt i landskabet af mennesker Buttenschön et al. [2010].

Avena fatua er ligesom *A. artemisiifolia* allerede en kendt problemart i Danmark, fordi den har negativ indvirkning på afgrøder og/eller den hjemmehørende natur [Naturstyrelsen, 2014]. Der er således udgivet en bekendtgørelse i 2009, som bl.a. forbyder udlæggelse af fugle- eller vildtfoder med indhold af *A. fatua* [Plantedirektoratet, 2015]. Arten har en høj reproduktivitet, stor fænotypisk variation og frø af arten kan forblive levedygtige i jorden over en længere periode [Khan et al., 2020]. Derfor anses *A. fatua* som én af de værste ukrudtsarter i marker med afgrøder verden over, da den mindsker udbyttet. Arten findes især i marker med *T. aestivum* og *A. sativa*, der bl.a. bruges som foder til husdyr, hvilket er et stort problem, da frø af *A. fatua* forårsager inflammation i spiserøret hos husdyr [Manea et al., 2016]. Derfor må produkter til konsum eller foderbrug, hvor der er mistanke om forurening med frø af *A. fatua*, ikke anvendes i Danmark [Plantedirektoratet, 2015].

Chenopodium album er meget almindelig i Danmark, hvor den er fundet på 416 lokaliteter [Naturbasen, 2016]. Ligesom *A. retroflexus* er *C. album* fundet i fuglefrøblandinger i USA [Oseland et al., 2020]. Arten er konkurrencedygtig, da den bl.a. er hurtigtvoksende, kan skygge for afgrøder og være vært for bl.a. insektskadedyr og svampepest [Bajwa et al., 2019; Moghadam et al., 2021]. Derfor har *C. album* siden 1950'erne været anset som én af de værste ukrudstarter verden over [Moghadam et al., 2021]. Arten er også tilpasningsdygtig og tåler en bred række miljøforhold [Bajwa et al., 2019; Moghadam et al., 2021]. I Sverige anses *C. album* som værende den primære ukrudtsart i sukkerroer (*Beta vulgaris* L. var. *saccharifera*) og kartofler (*Solanum tuberosum* L.). Derudover kan arten være giftig overfor husdyr, hvis de indtager store mængder over tilpas lange perioder. Ydermere er det en allergen plante, der forårsager høfeber [Basset og Crompton, 1978].

Echinochloa crus-galli er forholdsvis udbredt i Danmark og observeret på 196 lokaliteter [Naturbasen, 2019]. Der er tvivl, om arten spontant kan være kommet til Danmark, da dens naturlige udbredelsesområde er indenfor potentiel spredningsafstand [Buchwald et al., 2013]. *Echinochloa crus-galli* er dog også introduceret via forurenede fuglefrøblandinger og frø af afgrøder [Naturbasen, 2019]. *Echinochloa crus-galli* er en særdeles skadelig ukrudtsart for landbrug, da den er konkurrence- og tilpasningsdygtig. Arten er én af de mest herbicidresistente arter på verdensplan og har et stærkt allelopatisk potentiale, der kan føre til inhibering af vækst af andre omkringstående individer. Frø af *E. crus-galli* kan være i dvale i 8-9 år, hvilket gør den svær at bekæmpe [Bajwa et al., 2015]. Forekomsten af *E. crus-galli* er stigende både på verdensplan og i Danmark [Bajwa et al., 2015; Naturbasen, 2019].

Setaria faberi har en meget lav forekomst i Danmark og er kun observeret syv gange på fem lokaliteter [Naturbasen, 2021e]. På nuværende tidspunkt regnes den ikke som invasiv i Danmark, men i eksempelvis USA anses den som en invasiv ukrudtsart [Nurse et al., 2009]. Her er det iagttaget, at *S. faberi* er konkurrencedygtig overfor afgrøder, hvorved udbyttet af afgrøder kan falde [Staniforth, 1965]. Derudover har *S. faberi* en høj fekunditet, er tilpasset divergerende miljøforhold, producerer sekundære allelopatiske kemikalier og fungerer som vært for insektskadedyr [Nurse et al., 2009].

Sorghum halepense er udbredt i 53 forskellige lande, heraf i Danmark, dog ikke vidt udbredt [Ali et al., 2017; Naturbasen, 2021g]. På verdensplan er den vurderet til at være én af de seks mest udbredte, vedholdende og værste ukrudtsarter, samt yderst invasiv. I infesterede afgrøder, som f.eks. *T. aestivum* og *Z. mays*, kan 57-88 % af udbyttet mistes, hvilket giver stort økonomisk tab. Derudover har *S. halepense* hurtig vegetativ vækst, stor konkurrenceevne og er allelopatisk, hvilket bl.a. kan være skadeligt for herbivorer under frost og tørke, da planten kan indeholde høje koncentrationer af cyanid i bladene. Cyanid frigives også via rødderne, og mindsker jordens frugtbarhed, hvorved naboplanter udkonkurreres. Ydermere værter den insekter, nematoder og/eller patogener, der kan mindske den hjemmehørende biodiversitet i infesterede områder. *Sorghum halepense* kan være svær at nedkæmpe, grundet mimicry, hvor

den udseendesmæssigt efterligner afgrøder, og en øget herbicid tolerance. Arten foretrækker subtropisk og tropisk klima, men via hybridisering med bl.a. *S. bicolor* tilpasser den sig til mere tempereret klima og ekstreme vejrforhold, hvorfor den kan trives i forskellige miljøer og nicher [Ali et al., 2017].

5.2 Metodiske overvejelser

På baggrund af Pagh et al. [2020] blev fire ud af 13 fuglefrøblandinger udvalgt, da disse indeholdt det højeste antal fundne frø af ukendte arter i en prøvestørrelse på 500 g for hver blanding. Plantekasserne blev designet med tre brædder i bunden med to mellemrum, for at nedbør kunne sive ud og ikke oversvømme kasserne. Med den åbne bund blev det taget til overvejelse, at planter fra omgivelserne kunne vokse op gennem kassernes mellemrum, og derved potentielt forstyrrer spiring af såede frø. Hvorfor der blev placeret plantedug i bunden af kasserne, så vand kunne løbe ud, men planter fra omgivelserne ikke kunne komme ind. Syv cm over jorden i kasserne var placeret et hønsenet, så eventuelle dyr som f.eks. fugle og/eller haveejernes hunde ikke forstyrrede forsøgsopstillingen.

Kasserne blev designet til at være håndterbar, hvortil den relativt lille jordvolumen kan have været mere påvirkelig af temperaturer end under naturlige forhold. For april 2021 var den laveste gennemsnitstemperatur i Aalborg kommune $-5,4^{\circ}\text{C}$ og for hele Danmark $-6,8^{\circ}\text{C}$, hvilket vil sige at kasserne blev udsat for nattefrost [DMI, 2021]. Dette kan potentielt have mindsket spiringsprocenterne for frøene, da de har forskellige tolerancer for, hvornår de kan spirer [Travlos et al., 2020]. Placering af kasserne i de forskellige haver blev foretaget ud fra flest mulige soltimer, for at øge sandsynligheden for spiring, da forsøgsperioden var relativt kort.

Sammenlignet med de sidste 10 år, viste april 2021 sig at blive forholdsvis tør. Der faldt gennemsnitligt 23 mm nedbør i hele landet og 19,8 mm nedbør i Aalborg kommune i april 2021. For april de sidste 10 år er der gennemsnitligt faldet 37,7 mm nedbør i hele landet og 39,3 mm nedbør i Aalborg kommune [DMI, 2021]. Da hver plantekasse havde et overfladeareal på $0,12\text{ m}^2$, svarede differencen mellem mængden af nedbør i april 2021 og april de sidste 10 år til, at hver plantekasse kunne vandes med ca. 1,7-2,3 L (Figur 3.1). Derfor blev haveejerne bedt om at vande deres plantekasse ad to omgange i april, først med 0,5 L og derefter 0,75 L. Dog kun hvis den enkelte haveejers vurderede, at jorden i deres plantekasse var tør.

Da kasserne blev indhentet, var ingen tegn på forstyrrelse eller beskadigelse, og der var vækst i samtlige kasser. De to kontrolkasser var negative, dvs. at den anvendte jord var steril og dermed ikke havde kontamineret forsøget. I haverne kan frø fra omgivelserne være spredt til plantekasserne af f.eks. fugle og vind, men spredning anses som værende minimal, grundet kasserne relativt lille overfladeareal. Derfor medtages alle planter i beregning af spiringsprocenterne for hver art i plantekasserne. Grundet forsøgets brede geografiske rækkevidde over Nord- og Midtjylland, forventes resultaterne tilnærmelsesvist at afspejle

naturlig variation i klima- og miljøforhold i hele Danmark (Figur 3.2).

5.3 Spiringsdygtighed for frø af kendte og ukendte arter

I de undersøgte fuglefrøblandinger var frø af både kendte og ukendte arter spiringsdygtige i danske haver, samt under forhold i klimakammeret, der afspejler sommer i det danske klima. For frø af ukendte arter observeres det dog, at frøene var mere spiringsdygtige i klimakammeret end i haverne. Dette ses ud fra spiringsprocenten for hver art, der for alle arter var højere i klimakammeret. Ydermere var frø af flere forskellige arter spiret i klimakammeret (Tabel 4.4). Det vurderes, at frø af ukendte arter ville have en højere spiringsevne, hvis forsøgsperioden havde inkluderet sommer, da forholdene i klimakammeret afspejler dette.

Frø af kendte arter var overordnet set mere spiringsdygtige end frø af ukendte arter (Tabel 4.4 og 4.5). De statistiske analyser viser, at frøenes spiringsevne ikke afhænger af, hvilken fuglefrøblanding de stammer fra, da der ikke er en signifikant forskel i spiringsprocenterne for de kendte arter på tværs af de undersøgte fuglefrøblandinger. Dette understøttes af, at der ingen signifikant forskel er på de samlede spiringsprocenter for hhv. blanding 2 og 4. Resultaterne viser, at uanset hvilke fuglefrøblandinger, der anvendes, er der stor sandsynlighed for at frøene kan spire. Yderligere indikerer resultaterne, at frøenes spiringsevne afhænger af, hvilken art de kommer fra. Således har frø af nogle kendte arter en signifikant højere spiringsprocent end andre, hvilket bl.a. gør sig gældende for *H. annuus*, *T. aestivum* og *A. sativa*.

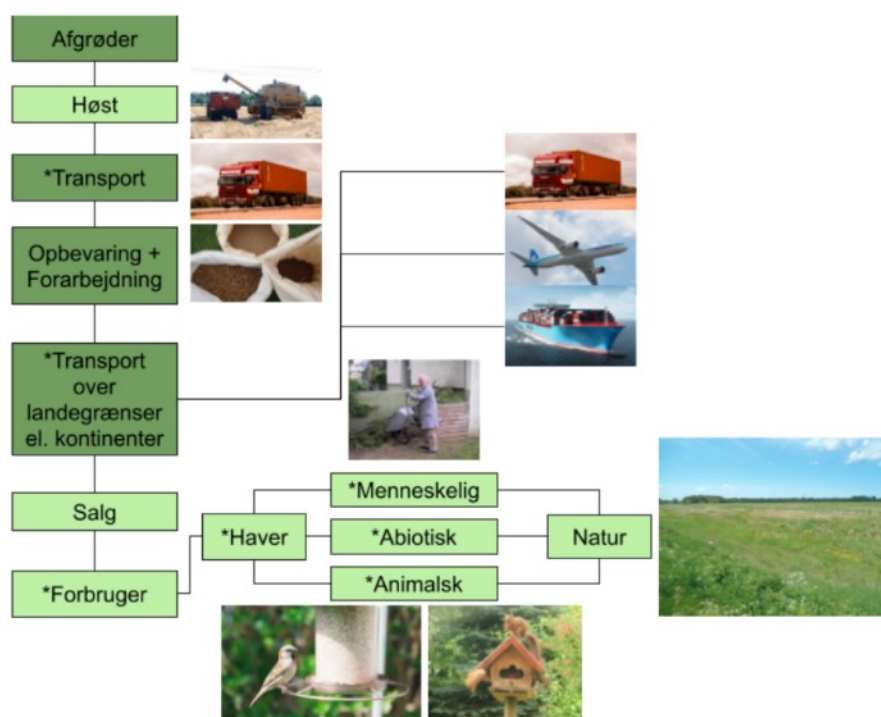
5.4 Spredningsveje for arter via fuglefrøblandinger

Den mest effektive og billigste løsning på problemet med spredningen af ikke-hjemmehørende, potentielle problem- eller invasive arter, er forebyggelse af introduktion til nye områder [Madsen et al., 2014; Ravn, 2015; NOBANIS, 2021]. Dette er dog udfordret af den øgede globalisering, hvor frø kan transporteres over store afstande [Madsen et al., 2014; Ravn, 2015; NOBANIS, 2021]. Figur 5.1 illustrerer spredningsveje for fuglefrøblandinger, samt muligheder for kontaminering. For overordnet set at mindske risiko for forurening af fuglefrøblandinger, bør der kigges på udgangspunktet, i form af markerne. Afgrøder vil som oftest i varierende grad være forurenede med forskellige ukrudtsarter inden høst. Efter høst og indtil produktionen afsluttes, vil afgrøder gennemgå transport én eller flere gange, f.eks. fra mark til lager (Figur 5.1). Under alle former for transport vil der være risiko for spild af de transporterede frø eller for yderligere forurening. Dette kan bl.a. ske, hvis frø transporteres i transportmidler, hvor der findes rester fra tidligere anvendelse [Wilson et al., 2016].

En grundig forarbejdning af fuglefrøblandinger, inden salg, kan mindske forureningen og heraf vil introduktionen af ukendte arter ligeledes mindskes. Fuglefrøblandinger kan med fordel renses og sorteres efter frøenes størrelse, form og vægt. Derudover kan frø varmebehandles, så

de ikke længere er spiringsdygtige. Yderligere anbefales det, at fuglefrøblandinger kun indeholder frø af én eller få arter af afgrøder, da sammenblanding af afgrøder øger sandsynligheden for forurening med frø af ukendte arter [Wilson et al., 2016].

Spredning af ikke-hjemmehørende arter til nye områder, faciliteres yderligere gennem fuglefrøblandinger, hvis de eksporteres over landegrænser eller kontinenter (Figur 5.1). Dette kan mindskes ved, at internationale myndigheder samarbejder om at fastlægge ensartet minimumsgrænser for forureningsgrad, samt øger kontroltjek ved indgangspunkter [Scalera et al., 2012]. I importeringsområderne begynder den videre spredning af frø fra ikke-hjemmehørende arter hos forbrugerne, der køber fuglefrøblandinger til fodring af fugle [Hanson og Mason, 1985]. Fra foderbræt og haver kan frø ydeligere spredes af vind, fugle eller andre dyr, samt menneskelig aktivitet som f.eks. anvendelse af kompost, hvorved der kan forekomme spredning til naturlige habitater [Buttenschøn et al., 2010; Traveset et al., 2014] (Figur 5.1).



Figur 5.1. Flowdiagram, der illustrer hvordan fuglefrøblandinger er medvirkende til spredning af arter, der kan være ikke-hjemmehørende og potentielt invasive, hvor mulige spredningsveje er angivet med *. Derudover illustreres måder hvormed fuglefrøblandinger kan kontamineres med frø af ukendte arter, hvilket angives med mørkegrøn farve. Diagram udarbejdet via Google Sheets, samt billeder uden copyrights fra Wiki Commons.

Konklusion 6

Det konkluderes, at fuglefrøblandinger solgt i Danmark, kan indeholde frø af ukendte arter. I de fire undersøgte fuglefrøblandinger blev der fundet frø af både hjemmehørende og ikke-hjemmehørende arter, der ikke forekom på indholdsfortegnelsen af blandingerne. Af 19 identificerede arter var 15 spiringsdygtige under naturlige og/eller kontrollerede forhold. Flere af de fundne, ikke-hjemmehørende arter, såsom bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.), flyvehavre (*Avena fatua* L.), hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album* L.) og vild durra (*Sorghum halepense* (L.) Pers.), er eller kan blive problematiske i det danske landbrug og/eller den hjemmehørende natur. Frø af alle kendte arter var spiringsdygtige, uanset hvilken fuglefrøblanding de kom fra, men frøenes spiringsevne var forskellig arterne imellem. På baggrund af dette projekt vurderes, at fuglefrøblandinger kan bidrage til introduktion og spredning af ikke-hjemmehørende og potentielt problematiske arter i Danmark.

Litteratur

- Ali, A. M. P. H. H., Hanif, Z., Bajwa, A. A., Kebaso, L., Frimpong, D., Iqbal, N., Namubiru, H., Hashim, S., Rasool, G., Manalil, S., van der Meulen, A., og Chauhan, B. S., 2017. *Eco-biology, impact, and management of Sorghum halepense (L.) Pers.* Biological Invasions, pages ss. 1–19.
- Bajwa, A. A., Jabran, K., Shahid, M., Ali, H. H., Chauhan, B. S., og Ehsanullah, 2015. *Eco-biology and management of Echinochloa crus-galli.* Crop Protection, vol. 75, nr. 3, ss. 151–162.
- Bajwa, A. A., Zulficar, U., Sadia, S., Bhowmilk, P., og Chauhan, B. S., 2019. *A global perspective on the biology, impact and management of Chenopodium album and Chenopodium murale: two troublesome agricultural and environmental weeds.* Environmental Science and Pollution Research, vol. 26, ss. 5357–5371.
- Bakels, C., 2012. *The early history of Cornflower (Centaurea cyanus L.) in the Netherlands.* Acta Palaeobotanica, vol. 52, nr. 1, ss. 25–31.
- Baskin, J. M. og Baskin, C. C., 2004. *A classification system for seed dormancy.* Seed Science Research, vol. 14, nr. 1, ss. 1–16.
- Basset, I. J. og Crompton, C. W., 1978. *The biology of Canadian weeds. 32. Chenopodium album L.* Canadian Journal of Plant Science, vol. 58, ss. 1061–1072.
- Bellanger, S., Guillemin, J.-P., Bretagnolle, V., og Darmency, H., 2012. *Centaurea cyanus as a biological indicator of segetal species richness in arable fields.* Weed Research, vol. 52, ss. 551–563.
- Berenbaum, M. R. og Harrison, T. L., 1994. *Agonopterix alstroemeriana (Oecophoridae) and other lepidopteran associates of Poison Hemlock (Conium maculatum) in East Central Illinois.* The Great Lakes Entomologist, vol. 27, nr. 1, ss. 1–5.
- Borsic, I., Susanna, A., Bancheva, S., og Garcia-Jacas, N., 201. *Centaurea sect. Cyanus: nuclear phylogeny, biogeography, and life-form evolution.* International Journal of Plant Sciences, vol. 172, nr.2, ss. 238–249.
- Brochet, A. L., Guillemain, M., Fritz, H., Gauthier-Clerc, M., og Green, A. J., 2010. *Plant dispersal by teal (Anas crecca) in the Camargue: duck guts are more important than their feet.* Freshwater Biology, vol. 55, ss. 1262–1273.
- Buchwald, E., Wind, P., Bruun, H. H., Møller, P. F., Ejrnæs, R., og Svart, H. E., 2013. *Hvilke planter er hjemmehørende i Danmark?* Flora og Fauna, vol. 118, nr. 3-4, ss. 73–96.

- Buttenschøn, R. M., Holst, N., Hansen, P. B., Kudsk, P., Mathiassen, S. K., og Ravn, H. P., 2010. *Retningslinjer for forebyggelse og bekæmpelse af bynke-ambrosie (Ambrosia artemisiifolia)*, EUPHRESKO.
- CABI, 2019a, *Amaranthus retroflexus (redroot pigweed)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/4652>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 24-05-2021.
- CABI, 2019b, *Chenopodium album (fat hen)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/12648>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 24-05-2021.
- CABI, 2019c, *Abutilon theophrasti (velvet leaf)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/1987>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 26-05-2021.
- CABI, 2019d, *Alopecurus myosuroides (black-grass)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/4360>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 26-05-2021.
- CABI, 2019e, *Avena fatua (wild oat)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/8058>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 26-05-2021.
- CABI, 2020, *Brassica rapa (field mustard)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/121115>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 24-05-2021.
- CABI, 2019f, *Conium maculatum (poison hemlock)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/14820>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 26-05-2021.
- CABI, 2019g, *Echinochloa crus-galli (barnyard grass)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/20367>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 24-05-2021.
- CABI, 2019h, *Galium aparine (cleavers)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/24772>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 24-05-2021.
- CABI, 2019i, *Fallopia convolvulus (black bindweed)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/23874>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 26-05-2021.
- CABI, 2019j, *Sorghum halepense (Johnson grass)*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/50624>. Centre for Agriculture and Bioscience International, læst: 26-05-2021.

- Chao, C.-T., Chen, P.-H., og Tseng, Y.-H., 2017. *Linum usitatissimum* L. (Linaceae), a newly naturalized species in Taiwan. Quarterly Journal of Forest Research, vol. 39, nr. 2, ss. 107–111.
- Chen, C.-H. og Wang, C.-M., 2007. *Geranium pusillum* L. (Geraniaceae): a newly naturalized plant in Taiwan. Taiwanica, vol. 52, nr. 3, ss. 270–275.
- Cotswold Grass Seeds Direct, 2021, *Phacelia tanacetifolia*.
<https://www.cotswoldseeds.com/species/44/phacelia>. læst: 28-05-2021.
- Czarnecka, J. og Kitowski, I., 2013. Rook spring seed dispersal in the agricultural landscape - Frugivory, granivory or accidental transport? Folia Geobotanica, vol. 48, ss. 55–73.
- DMI, 2021, *Vejrarkiv*. <https://www.dmi.dk/vejrarkiv/?fbclid=IwAR2gU4YNmToq1wWZ1UPyvfCleylpGP4UaSCQJzRmbmRa4HWQ5jghavEI3pE>. Dansk Meteorologisk Institut, læst: 30-05-2021.
- Europa-Parlamentet og Rådet, 2014. *Europa-Parlamentet og rådets forordning (EU) nr. 1143/2014 af 22. oktober 2014 om forebyggelse og håndtering af introduktion og spredning af invasive ikkehjemmehørende arter*, Den Europæiske Union, nr. 1143.
- Europa-Parlamentet og Rådet for den Europæiske Union, 2017. *Europa-Parlamentets og Rådets direktiv 2002/32/EF af 7. maj 2002 om uønskede stoffer i foderstoffer*, Den Europæiske Union.
- Follak, S., Aldrian, U., og Schwarz, M., 2014. *Spread dynamics of Abutilon theophrasti in Central Europe*. Plant Protection Science, vol. 50, nr. 3, ss. 157–163.
- Frederiksen, S., Rasmussen, F. N., og Seberg, O., 2006. *Dansk Flora*. ISBN: 978870203032787-02-03032-2, Hardback. Gyldendal. 3. udgave, 1. oplag, ss. 167, 177–178, 256, 306, 320–321, 364, 439, 488, 497, 577, 627.
- Goodwin, B. J., McAllister, A. J., og Fahrig, L., 1999. *Predicting invasiveness of plant species based on biological information*. Conservation Biology, vol. 13, nr. 2, ss. 422–426.
- Graae, B. J., Pagh, S., og Bruun, H. H., 2004. *An experimental evaluation of the arctic fox (Alopex lagopus) as a seed disperser*. Arctic, Antarctic, and Alpine Research, vol. 36, nr. 4, ss. 468–473.
- Grauso, L., de Falco, B., Motti, R., og Lanzotti, V., 2021. *Corn poppy, Papaver rhoeas L.: a critical review of its botany, phytochemistry and pharmacology*. Phytochemistry Reviews, vol. 20, ss. 227–248.
- Gulden, R. H., Warwick, S. I., og Thomas, A. G., 2008. *The biology of Canadian weeds. 137. Brassica napus L. and B. rapa L.* Canadian Journal of Plant Science, vol. 88, ss. 951–996.
- Hanson, C. G. og Mason, J. L., 1985. *Bird seed aliens in Britain*. Watsonia, vol. 15, ss. 237–252.

- Hume, L., Martinez, J., og Best, K., 1983. *The biology of Canadian weeds. 60. Polygonum convolvulus L.* Canadian Journal of Plant Science, vol. 63, ss. 959–971.
- ISA, 2019, *Seed identification guide*.
<https://www.idseed.org/seedidguide/gallery.html>. International Seed Morphology Association, læst: 28-05-2021.
- Jørgensen, J. S., 2010. *Rapport over undersøgelse af vildtfugleblandinger for indhold af bynkeambrosie frø (Ambrosia artemisiifolia L.) - vinter 2009-2010*, Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri - Plantedirektoratet.
- Keller, R. P., Geist, J., Jeschke, J. M., og Kühn, I., 2011. *Invasive species in Europe: ecology, status and policy*. Environmental Sciences Europe, vol. 23, ss. 1–17.
- Kettunen, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Pagad, S., Starfinger, U., ten Brink, P., og Shine, C., 2008. *Technical support to EU strategy on invasive alien species (IAS) - Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU*, Institute for European Environmental Policy (IEEP).
- Khan, M. A. U.-E.-K., Ali, H. H., Ali, L., Rizwan, M. S., Mahmood, A., Raza, A., og Javaid, M. M., 2020. *Competitive interactions of Wild Oat (Avena fatua L.) with quality and yield of Wheat (Triticum aestivum L.)*. Planta Daninha, vol. 38, ss. 1–14.
- Kleyheeg, E., Claessens, M., og Soons, M. B., 2018. *Interactions between seed traits and digestive processes determine the germinability of bird-dispersed seeds*. PLOS ONE, vol. 13, nr. 4, ss. 1–15.
- Lu, S., Aziz, M., Sturtevant, D., Chapman, K. D., , og Guo, L., 2020. *Heterogeneous distribution of erucic acid in Brassica napus seeds*. Frontiers in Plant Science, vol. 10, nr. 1744, ss. 1–10.
- Madsen, C. L., Dahl, C. M., Thirslund, K. B., Grousset, E., Johannsen, V. K., og Ravn, H. P., 2014. *Pathways for non-native species in Denmark*, Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen.
- Malik, N. og Born, W. H. V., 1988. *The biology of Canadian weeds. 86. Galium aparine L. and Galium spurium L.* Canadian Journal of Plant Science, vol. 68, ss. 481–499.
- Manea, D. N., Stef, R., Pet, I., Ienciu, A. A., Grozea, I., og Carabet, A., 2016. *Control of Avena Fatua species (Wild Oat) - a weed in expansion in Banat Area*. Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca series Agriculture, vol. 73, nr. 1, ss. 44–48.
- Miljøstyrelsen, 2017. *Handlingsplan mod invasive arter*, Miljø- og Fødevareministeriet.
- Miljøstyrelsen, 2019. *Liste over ikkehjemmehørende arter i Danmark*, Miljø- og Fødevareministeriet.

- <https://mst.dk/natur-vand/natur/national-naturbeskyttelse/invasive-arter/hvad-goer-myndighederne/tiltag/handlingsplan-for-invasive-arter/>.
- Moghadam, S. H., Alebrahim, M. T., Tobeh, A., Mohebodini, M., Werck-Reichart, D., MacGregor, D. R., og Tseng, T. M., 2021. *Redroot Pigweed (Amaranthus retroflexus L.) and Lamb's Quarters (Chenopodium album L.) populations exhibit a high degree of morphological and biochemical diversity*. *Frontiers in Plant Science*, vol. 12, ss. 151–162.
- Mussaury, R. M. og Fernandes, W. D., 2000. *Studies of the floral biology and reproductive system of Brassica napus L. (Cruciferae)*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, vol. 43, nr. 1, ss. 270–275.
- Nathan, R., Schurr, F. M., Spiegel, O., Steinitz, O., Trakhtenbrot, A., og Tsoar, A., 2008. *Mechanisms of long-distance seed dispersal*. *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 23, nr. 11, ss. 638–647.
- Naturbasen, 2009, *Kinajute*. <https://www.naturbasen.dk/art/9462/kinajute>. læst: 27-05-2021.
- Naturbasen, 2010, *Opret Amarant*. <https://www.naturbasen.dk/art/4472/opret-amarant>. læst: 27-05-2021.
- Naturbasen, 2018a, *Bynke-Ambrosie*. <https://www.naturbasen.dk/art/4959/bynke-ambrosie>. læst: 27-05-2021.
- Naturbasen, 2018b, *Flyvehavre*. <https://www.naturbasen.dk/art/5323/flyve-havre>. læst: 27-05-2021.
- Naturbasen, 2021a, *Burre-snerre*. <https://www.naturbasen.dk/art/3830/burre-snerre>. læst: 30-05-2021.
- Naturbasen, 2016, *Hvidmelet Gåsefod*. <https://www.naturbasen.dk/art/4165/hvidmelet-gaasefod>. læst: 27-05-2021.
- Naturbasen, 2019, *Almindelig Hanespore*. <https://www.naturbasen.dk/art/4492/almindelig-hanespore>. læst: 27-05-2021.
- Naturbasen, 2021b, *Liden Storkenæb*. <https://www.naturbasen.dk/art/4206/liden-storkenaeb>. læst: 29-05-2021.
- Naturbasen, 2021c, *Almindelig Hør*. <https://www.naturbasen.dk/art/13653/almindelig-hoer>. læst: 30-05-2021.
- Naturbasen, 2021d, *Raps*. <https://www.naturbasen.dk/art/8492/raps>. læst: 30-05-2021.
- Naturbasen, 2017, *Ager-rævehale*. <https://www.naturbasen.dk/art/5292/ager-raevemale>. læst: 30-05-2021.

Naturbasen, 2021e, *Fabers Skærmaks*.

<https://www.naturbasen.dk/art/14945/fabers-skaermaks>. læst: 27-05-2021.

Naturbasen, 2021f, *Snerle-pileurt*.

<https://www.naturbasen.dk/art/4347/snerle-pileurt>. læst: 30-05-2021.

Naturbasen, 2021g, *Vild Durra*. <https://www.naturbasen.dk/art/13826/vild-durra>.

læst: 27-05-2021.

Naturbasen, 2021h, *Korn-Valmue*. <https://www.naturbasen.dk/art/2942/korn-valmue>.

læst: 30-05-2021.

Naturstyrelsen, 2014. *Artsforvaltningen i Danmark og sammenlignelige lande - Udredningsprojekt*, Miljøministeriet.

Naylor, R. E. L., 1972. *Biological flora of the British Isles. No. 129 Alopecurus myosuroides Huds. (A. Agrestis L.)*. Journal of Ecology, vol. 60, nr. 2, ss. 611–622.

NOBANIS, 2016a, *Amaranthus retroflexus in Denmark*.

<https://www.nobanis.org/national-species-info?countryid=dk&taxaid=772>. The European Network on Invasive Alien Species, læst: 24-05-2021.

NOBANIS, 2021, *Country statistics - Denmark*.

<https://www.nobanis.org/country-statistics/>. The European Network on Invasive Alien Species, læst: 30-05-2021.

NOBANIS, 2016b, *Abutilon theophrasti in Denmark*.

<https://www.nobanis.org/national-species-info?countryid=dk&taxaid=1412>. The European Network on Invasive Alien Species, læst: 26-05-2021.

NOBANIS, 2016c, *Echinochloa crus-galli in Denmark*.

<https://www.nobanis.org/national-species-info?countryid=dk&taxaid=1958>. The European Network on Invasive Alien Species, læst: 24-05-2021.

NOBANIS, 2016d, *Setaria faberi in Denmark*.

<https://www.nobanis.org/national-species-info?countryid=dk&taxaid=1732>. The European Network on Invasive Alien Species, læst: 24-05-2021.

Nurse, R. E., Darbyshire, S. J., Bertin, C., og DiTommaso, A., 2009. *The biology of Canadian weeds. 141. Setaria faberi Herrm.* Canadian Journal of Plant Science, vol. 89, nr. 2, ss. 379–404.

Oseland, E., Bish, M., Spinka, C., og Bradley, K., 2020. *Examination of commercially available bird feed for weed seed contaminants*. Invasive Plant Science and Management, vol. 13, ss. 14–22.

- Pagh, S., Hansen, S. A., Blendstrup, H., Bruhn, D., Pertoldi, C., og Pagter, M. *Bynke ambrosie (Ambrosia artemisiifolia) i fuglefrø 2019/2020*. Notat fra Institut for Kemi og Biovidenskab, Aalborg Universitet. Rekvireret af Miljøstyrelsen, 2020.
- Parkinson, H., Mangold, J., og Menalled, F., 2013. *Weed seedling identification guide for Montana and the Northern Great Plains*, Montana State University Extension.
- Plantedirektoratet, 2015. *Bekendtgørelse om flyvehavre*, Miljø- og Fødevareministeriet.
- Planteværn Online, 2021a, *Kål, ager*. <https://plantevaernonline.dlbr.dk/cp/graphics/Name.asp?id=DJF&Language=da&TaskID=1&DataSourceID=1&NameID=68>. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet og SEGES, læst: 28-05-2021.
- Planteværn Online, 2021b, *Burresnerre*. <https://plantevaernonline.dlbr.dk/cp/graphics/Name.asp?id=DJF&Language=da&TaskID=1&DataSourceID=1&NameID=145>. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet og SEGES, læst: 28-05-2021.
- Planteværn Online, 2021c, *Gåsefod, hvidmelet*. <https://plantevaernonline.dlbr.dk/cp/graphics/Name.asp?id=DJF&Language=da&TaskID=1&DataSourceID=1&NameID=31>. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet og SEGES, læst: 28-05-2021.
- Planteværn Online, 2021d, *Raps*. <https://plantevaernonline.dlbr.dk/cp/graphics/Name.asp?id=DJF&Language=da&TaskID=1&DataSourceID=1&NameID=987>. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet og SEGES, læst: 28-05-2021.
- Planteværn Online, 2021e, *Pileurt, snerle*. <https://plantevaernonline.dlbr.dk/cp/graphics/Name.asp?id=DJF&Language=da&TaskID=1&DataSourceID=1&NameID=105>. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet og SEGES, læst: 28-05-2021.
- Planteværn Online, 2021f, *Storkenæb*. <https://plantevaernonline.dlbr.dk/cp/graphics/Name.asp?id=DJF&Language=da&TaskID=1&DataSourceID=1&NameID=152>. Institut for Agroøkologi, Aarhus Universitet og SEGES, læst: 28-05-2021.
- Ravn, H. P., 2015. *Invasive arter - en tematisk udredning*, Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, Københavns Universitet.
- Sakai, A. K., Allendorf, F. W., Holt, J. S., Lodge, D. M., Molofsky, J., With, K. A., Baughman, S., Cabin, R. J., Cohen, J. E., Ellstrand, N. C., McCauley, D. E., O'Neil, P., Parker, I. M., Thompson, J. N., og Weller, S. G., 2001. *The population biology of invasive species*. Annual Review of Ecology and Systematics, vol. 32, ss. 305–332.
- Scalera, R., Genovesi, P., Essl, F., og Rabitsch, W., 2012. *The impacts of invasive alien species in Europe*, European Environment Agency.
- Small Farm Success Project, 2013. *Phacelia tanacetifolia: a brief overview of a potentially useful insectary plant and cover crop*, Sustainable Agricultural Systems Lab.

- Staniforth, D. W., 1965. *Competitive effects of three Foxtail species on Soybeans*. Weeds, vol. 13, nr. 3, ss. 191–193.
- Stankiewicz-Kosyl, M., Synowiec, A., and Anna Wenda-Piesik, M. H., Domaradzki, K., Parylak, D., Wrochna, M., Pytlarz, E., Gala-Czekaj, D., Marczevska-Kolasa, K., Marcinkowska, K., og Praczyk, T., 2020. *Herbicide resistance and management options of Papaver rhoeas L. and Centaurea cyanus L. in Europe: a review*. Agronomy, vol. 10, nr. 874, ss. 1–22.
- Sundseth, K., 2017. *Invasive alien species of Union concern*, The European Commission.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., og Murphy, A., 2018. *Plant Physiology and Development*. ISBN: 9781605357454, Paperback. Oxford University Press. ss. 515–520.
- Taylor, K., 1999. *Biological flora of the British Isles: Galium aparine L.* Journal of Ecology, vol. 87, nr. 2, ss. 713–730.
- Theoharides, K. A. og Dukes, J. S., 2007. *Plant invasion across space and time: factors affecting nonindigenous species success during four stages of invasion*. New Phytologist, vol. 176, ss. 256–273.
- Traveset, A., Heleno, R., og Nogales, M., 2014. Seeds: the ecology of regeneration in plant communities, 3rd Edition, chapter 3 - The ecology of seed dispersal. CAB International.
- Travlos, I., Gazoulis, I., Kanatas, P., Tsekoura, A., Zannopoulos, S., og Papastylianou, P., 2020. *Key factors affecting weed seeds' germination, weed emergence, and their possible role for the efficacy of false seedbed technique as weed management practice*. Frontiers in Agronomy, vol. 2, nr. 1, ss. 1–9.
- Viana, D. S., Santamaría, L., Michot, T. C., og Figuerola, J., 2013. *Allometric scaling of long-distance seed dispersal by migratory birds*. The American Naturalist, vol. 181, nr. 5, ss. 649–662.
- Weaver, S. E. og McWilliams, E. L., 1980. *The biology of Canadian weeds. 44. Amaranthus retroflexus L., A. powellii S. Wats. and A. hybridus*. Canadian Journal of Plant Science, vol. 60, ss. 1215–1234.
- Weiss, E. og Zohary, D., 2011. *The neolithic Southwest Asian founder crops: their biology and archaeobotany*. Current Anthropology, vol. 52, nr. 4, ss. 237–254.
- Westermann, P. R., Diesterheft, J., og Gerowitt, B., 2012. *Phenology of velvetleaf (Abutilon theophrasti Medic.) populations grown in Northern Germany*. Julius-Kühn-Archiv, vol. 434, ss. 595–600.
- Wilson, C. E., Castro, K. L., Thurston, G. B., og Sissons, A., 2016. *Pathway risk analysis of weed seeds in imported grain: a Canadian perspective*. NeoBiota, vol. 30, ss. 49–74.

- Wilson, P. J., 2007. *The status of Centaurea cyanus in Britain*. Natural England - Plantlife, pages ss. 1–17.
- Worku, N., Heslop-Harrison, J. S., og Adugna, W., 2015. *Diversity in 198 Ethiopian linseed (Linum usitatissimum) accessions based on morphological characterization and seed oil characteristics*. Genetic Resources and Crop Evolution, vol. 62, nr. 7, ss. 1037–1053.

Fakta for identificerede arter



A.1 Kinajute (*Abutilon theophrasti* Medik.)

Oprindelse	Asien [NOBANIS, 2016b].
Udbredelse	Europa, Nordamerika, Korea og Japan [Follak et al., 2014].
Spredningsveje	Kontaminerede frøblandinger, importeret som prydpilante, til medicinsk brug eller til produktion af fibre [Follak et al., 2014].
Habitat	Forekommer i marker, haver og affaldspladser. Vokser i tempereret klima [CABI, 2019c].
Reproduktion	Enårig plante, der er selvbestøvende og udelukkende reproducerer sig vha. frø. Et individ kan producere 700-44.200 frø. Frø kan forblive levedygtig i jorden i op til 50 år [CABI, 2019c].
Vurdering i andre lande	Dyrkes med henblik på produktion af tekstiler, men forekommer som ukrudtsarter i marker med afgrøder, hvor den reducerer udbyttet. Anses dog ikke som invasiv overfor hjemmehørende vegetation, da den ikke i høj grad påvirker biodiversiteten [Follak et al., 2014; CABI, 2019c].
Nuværende vurdering i DK	Forekommer sjældent. Ikke-invasiv, men der er manglende viden om dens indvirkning på den hjemmehørende natur i DK [NOBANIS, 2016b].

A.2 Ager-rævehale (*Alopecurus myosuroides* Huds.)

Oprindelse	Formodentlig Europa, Vestasien og Indien [Naylor, 1972].
Udbredelse	Introduceret til Nordamerika, Australien, New Zealand og Kina [Naylor, 1972; CABI, 2019d].
Habitat	Trives i leret jord med et stort vandpotentiale [CABI, 2019d]. Findes langs vej og på affaldspladser [Frederiksen et al., 2006; CABI, 2019d]. Muligvis mere tilpasset til at vokse i marker end bestemte jordtyper [Naylor, 1972].
Reproduktion	Enårig plante, der udelukkende reproducerer sig vha. frø. Blomstrer og sætter frø om sommeren/efteråret. Et individ kan producere 50-6000 frø [Frederiksen et al., 2006; CABI, 2019d].
Vurdering i andre lande	Udbredt ukrudtsart i marker med afgrøder [Naylor, 1972]. Anses som signifikant ukrudt marker med af f.eks. hvede (<i>Triticum aestivum</i> L.) og havre (<i>Avena sativa</i> L.) i områder med tempereret klima, bl.a. i Frankrig, Tyskland, Belgien og England [CABI, 2019d].
Nuværende vurdering i DK	Forekommer i litteratur for dansk flora [Frederiksen et al., 2006], men i følge Buchwald et al. [2013] anser 4/7 kilder arten som fremmed.

A.3 Opret amarant (*Amaranthus retroflexus* L.)

Oprindelse	Nordamerika [NOBANIS, 2016a; CABI, 2019a].
Udbredelse	Observeret i Europa, Mellemøsten, Japan, Kina og Rusland [Weaver og McWilliams, 1980].
Spredningsveje	Importering som prydblade [Miljøstyrelsen, 2019].
Habitat	Arten har en bred geografisk udbredelse og antages at kunne tolerere en bred rækkevidde af miljøforhold. Vokser godt i frugtbar jord og har et højt krav til jordens indhold af nitrogen. Vokser sjældent i områder med skygge Forekommer ofte i marker, haver, langs vej og i andre åbne habitater [Weaver og McWilliams, 1980; CABI, 2019a].
Reproduktion	Enårig plante, der udelukkende reproducerer sig via frø. Enkelte individer kan producere 230.000-500.000 frø [CABI, 2019a].
Vurdering i andre lande	Som ukrudtsart i marker med afgrøder reducerer den udbyttet og kan være vært for parasitter [Weaver og McWilliams, 1980].
Nuværende vurdering i DK	Anses som ikke-hjemmehørende af flere danske kilder. Flygtig forekomst. DK er næppe indenfor potentiel spredningsafstand fra andre kontinenter [Buchwald et al., 2013]. Ikke-invasiv, men med manglende viden om dens indvirkning på den hjemmehørende natur i DK [NOBANIS, 2016a].

A.4 Bynke-ambrosie (*Ambrosia artemisiifolia* L.)

Oprindelse	Nordamerika og Canada [Buttenschön et al., 2010]
Udbredelse	Europa, Asien, Australien [Buttenschön et al., 2010]
Spredningsveje	Primært importering af forurende landbrugsprodukter, såsom fuglefrøblandinger. Derudover ved høst af marker, transport af jord og anvendelse af kompost [Buttenschön et al., 2010]
Habitat	Trives ved fuld sol og lune temperaturer. Foretrækker let sur eller neutrale jordforhold. Kan klare sig på tør jordbund. Arten etablerer sig nemt på områder med blottet jord eller sparsom vegetation [Buttenschön et al., 2010].
Reproduktion	Enårig plante, der er selvbestøvende og kan producere op til 6000 frø pr. individ. Frø danner frøbanker, hvor dvale med kuldepåvirkning inducerer spiring. Frø har spiringsrate på 85 % selv efter 20 års dvale [Buttenschön et al., 2010].
Vurdering i andre lande	Mest udbredte art af slægten <i>Ambrosia</i> på verdensplan. Stigende problem pga. den allergene pollen og indvirkning på marker og natur, hvilket skaber store omkostninger for samfundet [Buttenschön et al., 2010]
Nuværende vurdering i DK	Problemart med negativ virkning på folkesundhed, samt samfundsøkonomi. Potentiale til at blive invasiv [Buttenschön et al., 2010]

A.5 Flyvehavre (*Avena fatua* L.)

Oprindelse	Centralasien og Europa [CABI, 2019e] [Miljøstyrelsen, 2019].
Udbredelse	Europa og USA [CABI, 2019e].
Spredningsveje	Introduceret via agrikulturen [Miljøstyrelsen, 2019]
Habitat	Vokser på næsten alle jordtyper og kan tolerere lave temperaturer [CABI, 2019e]. Forekommer på agerjord, ruderater og i vejkanter [Naturbasen, 2018b].
Reproduktion	Enårig plante, hvor et individ kan producere op til 1000 frø [CABI, 2019e]. Blomstrer og sætter frø om sommeren/ efteråret [Frederiksen et al., 2006].
Vurdering i andre lande	Anses som én af de værste ukrudtsarter i marker med afgrøder af <i>T. aestivum</i> og <i>A. sativa</i> , da den reducerer væksten, udbyttet og kvaliteten af afgrøderne [Manea et al., 2016].
Nuværende vurdering i DK	Ikke-hjemmehørende, ikke invasiv, problemart og utilsigtet introduceret [Miljøstyrelsen, 2019]

A.6 Ager-kål (*Brassica campestris* L.)

Oprindelse	Eurasien [Gulden et al., 2008].
Udbredelse	Udbredt på alle kontinenter, men mest almindelig i tempereret klima [CABI, 2020].
Spredningsveje	Bl.a. introduceret til Nordamerika via forurenede frø af afgrøder og ved flugt fra marker, hvor den er dyrket som afgrøde [Gulden et al., 2008].
Habitat	Trives i tempereret klima og i højden i subtropisk og tropisk klima. Forekommer i marker, græsgange, åbne skove, haver, langs vej og jernbaner, samt ved flodbredder [CABI, 2020].
Reproduktion	En-toårig plante, der ikke kan selvbestøve, men kræver bestøvning via insekter [CABI, 2020]. Blomstrer og sætter frø om sommeren/efteråret [Frederiksen et al., 2006].
Vurdering i andre lande	Dyrkes udbredt som afgrøde, men anses i andre sammenhænge som ukrudt eller invasiv art, der kan erstatte hjemmehørende vegetation [Gulden et al., 2008; CABI, 2020].
Nuværende vurdering i DK	Anses som hjemmehørende med en aftagende forekomst af flere dansk kilder. Mulig spontan art, da DK sandsynligvis er indenfor potentiel spredningsafstand fra den naturlige udbredelse [Buchwald et al., 2013].

A.7 Raps (*Brassica napus* L.)

Oprindelse	Eurasien [Gulden et al., 2008].
Udbredelse	Verdens mest dyrkede art med henblik på olieproduktion [Lu et al., 2020].
Spredningsveje	Bl.a. introduceret til Nordamerika via forurenede frø af afgrøder og ved flugt fra marker, hvor den er dyrket som afgrøde [Gulden et al., 2008].
Habitat	Tempereret klima [Lu et al., 2020].
Reproduktion	Selvbestøvende og krydsbestøvende, megen pollen, producerer nektar, samt har duft [Mussaury og Fernandes, 2000]. Blomster og sætter frø om sommeren [Frederiksen et al., 2006].
Vurdering i andre lande	Dyrkes udbredt som afgrøde til produktion af olie [Gulden et al., 2008; Lu et al., 2020].

A.8 Almindelig kornblomst (*Centaurea cyanus* L.)

Oprindelse	Vestasien [Wilson, 2007]
Udbredelse	Central og Sydeuropa, Asien, Nordafrika [Borsic et al., 201]
Spredningsveje	Anvendt som prydpilte, importeret med forurenede frøblandinger [Wilson, 2007; Borsic et al., 201]
Habitat	Foretrækker neutral eller syrlig jord. Gerne sandet eller lerjord [Bakels, 2012]. Vokser naturligt på dyrkbar jord og trues af intensiveret landbrug, som inddrager flere og flere landområder [Bellanger et al., 2012].
Reproduktion	Ënårig plante, der blomstrer og sætter frø om sommeren/ efteråret [Frederiksen et al., 2006].
Vurdering i andre lande	Anses i Europa som ukrudtsart i marker med afgrøder [Stankiewicz-Kosyl et al., 2020].
Nuværende vurdering i DK	Anses som hjemmehørende med en almindelige forekomst af flere dansk kilder [Buchwald et al., 2013]. Ukrudtsart i kornmarker [Frederiksen et al., 2006].

A.9 Hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album* L.)

Oprindelse	Europa og Vestasien [Bajwa et al., 2019; Moghadam et al., 2021].
Udbredelse	Indien, Sydafrika, Australien og Amerika [CABI, 2019b].
Spredningsveje	Forurenede frø til afgrøder eller via fæces fra både pattedyr og fugle [Basset og Crompton, 1978].
Habitat	Trives i tempereret klima. Tolererer en bred rækkevidde miljøforhold ift. temperatur, jordtype, pH, lys og nedbør [CABI, 2019b]. Foretrækker dog meget lys og små mængder nedbør [Bajwa et al., 2019]. Tolererer frost, hvis den vokser i tempereret klima. Forekommer ofte i marker og haver, men også i græsgange, ukultiverede områder, lands vej og flodbredder [CABI, 2019b].
Reproduktion	Ënårig plante, der udelukkende reproducerer sig via frø. Et individ producerer gennemsnitligt 3.000-20.000 frø, men enkelte kan producere 50.000-70.000 [CABI, 2019b]. En moden plante producerer ca. 20.000 pollenkorner på én sæson [Bajwa et al., 2019]. Frø kan forblive levedygtige efter mere end 20 års dvale [Basset og Crompton, 1978]
Vurdering i andre lande	Anses i Canada og Europa som én af de værste ukrudtsarter i afgrøder, men er også potentielt problematisk i bl.a. USA, Japan og New Zealand [CABI, 2019b].
Nuværende vurdering i DK	Introduceret itilsigtet, ikke-invasiv [Miljøstyrelsen, 2019].

A.10 Skarntyde (*Conium maculatum* L.)

Oprindelse	Europa, Vestasien og Nordafrika [Berenbaum og Harrison, 1994; CABI, 2019f].
Udbredelse	Introduceret Amerika, Australien og New Zealand, hvor den har tilpasset sig til klimaet [Berenbaum og Harrison, 1994].
Spredningsveje	Anses som lav risiko for introduktion via forurenede frø af afgrøder, men er i nogle lande importeret som prydpilante eller med henblik på anvendelse i urtemedicin [CABI, 2019f].
Habitat	Vokser i græsmarker, skov- og markkanter, samt ruderaer. Foretrækker næringsholdig og fugtig jord, men undgå habitater med megen skygge og sur jord [Berenbaum og Harrison, 1994; CABI, 2019f].
Reproduktion	Toårig plante, der pollineres af insekter. Blomstrer og sætter frø om sommeren [Frederiksen et al., 2006]. Producerer 1.500-39.000 frø pr. individ, hvoraf ca. 80 % er levedygtige [CABI, 2019f].
Vurdering i andre lande	Anses som problematisk i Australien, New Zealand og Amerika, da den konkurrerer med afgrøder og hjemmehørende vegetation [CABI, 2019f]. Derudover er planten meget giftig og udgør en trussel for husdyr og mennesker [Berenbaum og Harrison, 1994].
Nuværende vurdering i DK	Anses som hjemmehørende med en almindelige forekomst af flere dansk kilder [Buchwald et al., 2013].

A.11 Almindelig hanespore (*Echinochloa crus-galli* (L.) P.Beauv.)

Oprindelse	Europa [Bajwa et al., 2015].
Udbredelse	Vidt udbredt i Asien, Amerika og Australien [Bajwa et al., 2015].
Spredningsveje	Via forurenede frø af afgrøder, spredes via kunstvanding [Bajwa et al., 2015]. Introduceret til DK i 1868 og 1878, via salg hos to planteskoler [NOBANIS, 2016c].
Habitat	Arten kan tolerere et varmt tempereret klima med temperaturer ned til $\geq 0^{\circ}\text{C}$. Foretrækker meget sollys og fugtig jord, men kan tilpasse sig til forskellige temperaturer og fugtighed [Bajwa et al., 2015; CABI, 2019g].
Reproduktion	Enårig plante, som producerer mellem 2.000-4.000 frø pr. individ. Dog kan ét individ under optimale forhold producere op til 1.000.000 frø. Frøene kan gå i dvale og spire under gunstige forhold [Bajwa et al., 2015].
Vurdering i andre lande	Anses som værende én af værste ukrudtsarter, da fjerner op til 80 % af tilgængelig nitrogen i jorden, hvorved den reducerer udbyttet af afgrøder [CABI, 2019g].
Nuværende vurdering i DK	Anses som ikke-hjemmehørende af flere dansk kilder. Almindelig forekomst. Mulig spontan art, da DK sandsynligvis er indenfor potentiel spredningsafstand fra den naturlige udbredelse [Buchwald et al., 2013]. Ikke-invasiv, men med manglende viden om dens indvirkning på den hjemmehørende natur i DK [NOBANIS, 2016c].

A.12 Burresnerre (*Galium aparine* L.)

Oprindelse	Eurasien [Malik og Born, 1988].
Udbredelse	Udbredt på alle kontinenter i områder med tempereret klima, samt i højden i tropisk klima. Bl.a. Amerika, Sibirien, Vestasien og Nordvestafrika [Malik og Born, 1988; Taylor, 1999]
Spredningsveje	Introduceret til bl.a. Amerika via forurenede frø af afgrøder under europæisk kolonisering [Malik og Born, 1988].
Habitat	Vokser i en bred rækkevidde af miljøforhold i tempereret klima. Foretrækker næringsholdig og fugtig jord, men kan også vokse på løst, sandet eller leret jord [Malik og Born, 1988; CABI, 2019h]. Forekommer i haver, løvskov, krat og på strandvolde [Frederiksen et al., 2006].
Reproduktion	Ènårig plante, der er selvbestøvende eller bestøves af insekter [Malik og Born, 1988; Naturbasen, 2021a]. Kan både være sommer- og vinterårlig [Naturbasen, 2021a]. Blomstrer og sætter frø om sommeren/efteråret [Frederiksen et al., 2006]. Reproducerer sig udelukkende via frø. Et individ producerer gennemsnitligt 300-400 frø [Malik og Born, 1988].
Vurdering i andre lande	Anses som en dominerende ukrudsart i bl.a. England, Polen og Japan. Konkurrerer effektivt med bl.a. <i>T. aestivum</i> og <i>A. sativa</i> [Malik og Born, 1988].
Nuværende vurdering i DK	Almindelig forekomst i hele landet [Frederiksen et al., 2006; Naturbasen, 2021a].

A.13 Liden storkenæb (*Geranium pusillum* L.)

Oprindelse	Europa, Nordafrika og Vestasien [Chen og Wang, 2007].
Udbredelse	Introduceret til Amerika, Østasien og New Zealand, samt landområder i den nordlige og centrale del af Stillehavet [Chen og Wang, 2007].
Habitat	Lever bl.a. på agerjord, vejkanter, græsplæner og ruderaler [Naturbasen, 2021b].
Reproduktion	Vinterårlig én-toårig plante [Naturbasen, 2021b].
Vurdering i andre lande	Har tilpasset sig til habitater i områder udenfor dens oprindelse [Chen og Wang, 2007].
Nuværende vurdering i DK	Anses som hjemmehørende med en almindelige forekomst af flere dansk kilder [Buchwald et al., 2013].

A.14 Almindelig hør (*Linum usitatissimum* L.)

Oprindelse	Formodentlig Europa og Vestasien [Weiss og Zohary, 2011].
Udbredelse	Udbredt over store dele af verden pga. kultivering [Chao et al., 2017].
Habitat	Forekommer bl.a. på udyrket jord og affaldspladser, forvildet [Frederiksen et al., 2006].
Reproduktion	Énårig plante, der blomstrer og sætter frø om sommeren. Primært selvbestøvende [Frederiksen et al., 2006; Weiss og Zohary, 2011].
Vurdering i andre lande	Dyrkes til produktion af tekstiler, samt foder og afgrøde [Worku et al., 2015].

A.15 Korn-valmue (*Papaver rhoeas* L.)

Oprindelse	Formodentlig Europa, Nordafrika og Vestasien [Grauso et al., 2021].
Udbredelse	Udbredt over store dele af verden [Grauso et al., 2021].
Habitat	Forekommer almindeligvis på agerjord og andre åbne områder, som f.eks. ruderater og langs vejkanter [Frederiksen et al., 2006; Naturbasen, 2021h].
Reproduktion	Énårig plante, der bestøves af insekter, blomstrer og sætter frø om sommeren/efteråret. Frø kan bevare spiringsevnen i mange år og indgå i frøbanker [Frederiksen et al., 2006; Naturbasen, 2021h].
Vurdering i andre lande	Anses som almindelig ukrudtsart i mange områder. Kan spises og anvendes med et medicinsk formål [Grauso et al., 2021].
Nuværende vurdering i DK	Urt af almindelig forekomst [Frederiksen et al., 2006; Naturbasen, 2021h].

A.16 Almindelig honningurt (*Phacelia tanacetifolia* L.)

Oprindelse	USA og Mexico [Small Farm Success Project, 2013].
Udbredelse	Introduceret tilsigtet til Europa [Small Farm Success Project, 2013].
Habitat	Forekommer bl.a. i vejkanter og på affaldspladser, forvildet [Frederiksen et al., 2006].
Reproduktion	Énårig plante, der blomstrer og sætter frø om sommeren [Frederiksen et al., 2006].
Vurdering i andre lande	Anvendes bl.a. som dækafgrøde og sås pga. dens værdi for pollinerende insekter [Small Farm Success Project, 2013].

A.17 Snerle-pileurt (*Polygonum convolvulus* (L.) Á.Löve)

Oprindelse	Eurasien [CABI, 2019i].
Udbredelse	Udbredt i det meste af verden, især i Europa og Nordamerika [Hume et al., 1983; CABI, 2019i].
Spredningsveje	Bl.a. via forurenede frø af afgrøder [Hume et al., 1983].
Habitat	Tilpasset til brede klimatiske forhold [Hume et al., 1983]. I nordlige landområder vokser den i varme og ikke for våde habitater. Trives bedst på frugtbar jord, men kan også vokse på mere næringsfattig jord. Dens dybe rodnet betyder, at den i høj grad ikke påvirkes af tørke eller et lavt indhold af nitrogen i jorden [CABI, 2019i]. Forekomst mindskes af kulde og korte vækstperioder [Hume et al., 1983].
Reproduktion	Enårig sommerårlig plante, der bestøves af insekter. Frø kan indgå i frøbanker i mange år og stadig være spiringsdygtige [Naturbasen, 2021f]. Et individ kan producere op til 30.000 frø [Hume et al., 1983].
Vurdering i andre lande	Ukrudtsart i haver, marker, langs vej, ved affaldspladser og ind i mellem i enge og ved flodbredder. I forbindelse med kultivering af prydplanter og afgrøder anses den som en problematisk ukrudtsart [Hume et al., 1983; CABI, 2019i]. Listet som invasiv i bl.a. Australian og New Zealand [CABI, 2019i].
Nuværende vurdering i DK	Ansес som hjemmehørende med en almindelige forekomst af flere dansk kilder [Buchwald et al., 2013]. Urt af almindelig forekomst [Frederiksen et al., 2006; Naturbasen, 2021f].

A.18 Fabers skærmaks (*Setaria faberi* Herrm.)

Oprindelse	Østasien [NOBANIS, 2016d].
Udbredelse	Bl.a. det østlige Nordamerika, hvor arten blev introduceret via forurende frø af hirse importeret fra Kina i 1920'erne [Nurse et al., 2009]. Derudover rapporteret i det østlige Canada, Centraleuropa, Rusland, Mellemøsten og Østasien [NOBANIS, 2016d].
Spredningsveje	Primært via forurenende frø af afgrøder. Andre spredningsveje kan være via gødning, strøelse til husdyr, forurenede maskiner og fuglefrøblandinger [Nurse et al., 2009].
Habitat	Arten har en bred geografisk udbredelse, hvormed den er tilpasset en bred rækkevidde af miljøforhold. Frø kan tolerere temperaturer ned til -17,68°C. Plantens temperaturlolerance er mellem 15,48°C-40,18°C [Nurse et al., 2009].
Reproduktion	Enårig plante, der er selvbestøvende og hvor hvert individ kan producere 165-2.127 frø pr. forgrenet blomsterstand [Nurse et al., 2009].
Vurdering i andre lande	Anses udbredt som en ukrudtsart i marker med afgrøder, som forårsager mindsket udbytte og øget omkostninger til kontrol [Nurse et al., 2009].
Nuværende vurdering i DK	Ikke-invasiv, men med manglende viden om dens indvirkning på den hjemmehørende natur i Danmark [NOBANIS, 2016d].

A.19 Vild durra (*Sorghum halepense* (L.) Pers.)

Oprindelse	Sydvestasien, Sydøsteuropa og Nordafrika [Ali et al., 2017].
Udbredelse	53 lande verden over, bl.a. Amerika, Australien og New Zealand [Ali et al., 2017].
Spredningsveje	Via forurenede frø af afgrøder og jord [Ali et al., 2017; CABI, 2019j].
Habitat	Vokser i varmt tempereret og tropisk klima. Trives med forholdsvis meget nedbør. Tåler som regel ikke temperaturer under -3°C. Blomstring inhiberes af temperaturer under 13°C. Underjordiske dele kan overleve frostgrader [Ali et al., 2017; CABI, 2019j].
Reproduktion	Flerårig plante, der er selvbestøvende og reproducerer sig via frø. Frø kan forblive levedygtige i jorden i mindst 25 år [Ali et al., 2017; CABI, 2019j].
Vurdering i andre lande	Dyrkes med henblik på anvendelse som foder, men anses også som en ekstremt invasiv ukrudtsart, da den reducerer jordens frugtbarhed allelopatisk, fungerer som vært for patogener i marker med afgrøder og er svær at udrydde [CABI, 2019j].
Nuværende vurdering i DK	Forekommer sjældent, men dog introduceret. Ikke-invasiv, men der mangler viden om dens indvirkning på den hjemmehørende natur i DK [Ali et al., 2017; CABI, 2019j].

Billede og forekomst af fundne

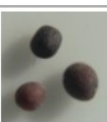
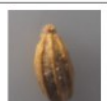
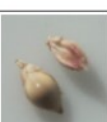
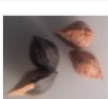
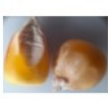
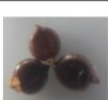
frø **B**

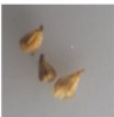
Tabel over identificerede frø, der ikke forekom på indholdsfortegnelserne af de fire fuglefrøblandinger. Indeholder billede af hver type af fundne frø, en identificering på enten den familie, slægt eller art, hvorfra frøet stammer, samt en notering af, hvis frøet er uidentificeret. Derudover angives antallet af frø af hver art fundet i de fire fuglefrøblandinger. Bindestreg angiver ingen frø fundet.

Frø	Familie/ slægt/ art	Blanding	Antal
	Kinajute (<i>Abutilon theophrasti</i> Medik.)	1	-
		2	-
		3	-
		4	3
	Ager-rævehale (<i>Alopecurus myosuroides</i> Huds.)	1	-
		2	-
		3	-
		4	6
	Opret amarant <i>Amaranthus retroflexus</i> L. (øverst til højre, nederst til venstre) og Hvidmelet gåsefod (<i>Chenopodium album</i> L.) (øverst til venstre, nederst til højre)	1	267
		2	121
		3	270
		4	1
	Bynke-ambrosie (<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.)	1	-
		2	1
		3	-
		4	-

Gruppe Bio6ff21

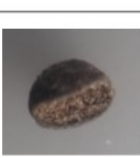
B. Billede og forekomst af fundne frø

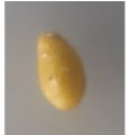
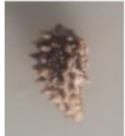
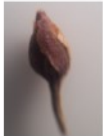
	Jordnød (<i>Arachis hypogaea</i> L.)	1	-
		2	32
		3	-
		4	-
	Flyvehavre (<i>Avena fetua</i> L.)	1	-
		2	9
		3	-
		4	-
	Raps og Ager-kål (<i>Brassica spp.</i> L.)	1	1
		2	66
		3	59
		4	43
	Almindelig kornblomst (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	1	-
		2	3
		3	-
		4	-
	Skarntyde (<i>Conium maculatum</i> L.)	1	1
		2	-
		3	-
		4	-
	Almindelig hanespore (<i>Echinochloa crus-galli</i> L.)	1	4
		2	76
		3	96
		4	325
	Burresnerre (<i>Galium aparine</i> L.)	1	1
		2	8
		3	3
		4	29
	Liden storkenæb (<i>Geranium pusillum</i> L.)	1	-
		2	-
		3	1
		4	-
	Soja (<i>Glycine max</i> (L.) Merr.)	1	-
		2	3
		3	2
		4	-
	Almindelig hør (<i>Linum usitatissimum</i> L.)	1	-
		2	-
		3	-
		4	59
	Korn-valmue (<i>Papaver rhoeas</i> L.)	1	-
		2	-
		3	309
		4	-
	Almindelig honning- urt (<i>Phacelia tanacetifolia</i> L.)	1	-
		2	1
		3	3
		4	-
	Snerle-pileurt (<i>Polygonum convolvulus</i> (L.) Å.Löve)	1	117
		2	5
		3	87
		4	14
	Mandel (<i>Prunus dulcis</i> (Mill.) D.A.Webb)	1	-
		2	1
		3	-
		4	-
	Fabers skærmaks (<i>Setaria faberi</i> Herrm.)	1	1
		2	7
		3	1
		4	126
	Vild durra (<i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.)	1	1
		2	2
		3	-
		4	-
	Majs (<i>Zea mays</i> L.)	1	-
		2	3
		3	-
		4	-
	Pileurtslægt (<i>Persicaria</i>)	1	1
		2	-
		3	165
		4	-

	Pileurtslægt (<i>Polygonum</i>)	1	2		Uidentificeret 2	1	1
		2	-			2	-
		3	9			3	60
		4	-			4	-
	Pileurtslægt (<i>Polygonum</i>)	1	-		Uidentificeret 3	1	3
		2	-			2	-
		3	11			3	-
		4	-			4	1
	Skræppeslægt (<i>Rumex</i>)	1	1		Uidentificeret 4	1	1
		2	-			2	-
		3	2			3	-
		4	-			4	-
	Skærmaksslægt (<i>Setaria</i>) Grøn skærmaks (<i>Setaria viridis</i> (L.) P.Beauv.) eller Blågrøn skærmaks (<i>Setaria glauca</i> (L.) P.Beauv.)	1	-		Uidentificeret 5	1	6
		2	-			2	-
		3	-			3	-
		4	241			4	-
	Skærmaksslægt (<i>Setaria</i>)	1	-		Uidentificeret 6	1	6
		2	6			2	1
		3	-			3	-
		4	-			4	-
	Solhatslægt (<i>Rudbeckia</i>)	1	-		Uidentificeret 7	1	5
		2	3			2	-
		3	-			3	-
		4	-			4	-
	Kløverslægt (<i>Trifolium</i>)	1	-		Uidentificeret 8	1	2
		2	-			2	-
		3	1			3	-
		4	-			4	-
	Valmueslægt (<i>Papaver</i>)	1	-		Uidentificeret 9	1	1
		2	-			2	-
		3	1			3	-
		4	-			4	-
	Uidentificeret 1	1	1		Uidentificeret 10	1	1
		2	3			2	-
		3	-			3	-
		4	-			4	-

Gruppe Bio6ff21

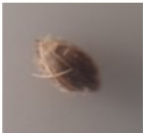
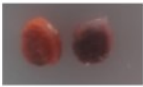
B. Billede og forekomst af fundne frø

	Uidentificeret 11	1 2 3 4	2 - - -
	Uidentificeret 12	1 2 3 4	6 - - -
	Uidentificeret 13	1 2 3 4	- 1 - -
	Uidentificeret 14	1 2 3 4	- 9 - -
	Uidentificeret 15	1 2 3 4	- 2 - -
	Uidentificeret 16	1 2 3 4	- 1 - -
	Uidentificeret 17	1 2 3 4	- 1 4 -
	Uidentificeret 18	1 2 3 4	- 2 - -
	Uidentificeret 19	1 2 3 4	- 1 - -
	Uidentificeret 20	1 2 3 4	- 1 - -
	Uidentificeret 21	1 2 3 4	- 1 - -
	Uidentificeret 22	1 2 3 4	- 1 - -
	Uidentificeret 23	1 2 3 4	- 1 - -
	Uidentificeret 24	1 2 3 4	- 1 - -

	Uidentificeret 25	1	-		Uidentificeret 32	1	-
		2	1			2	-
		3	-			3	1
		4	-			4	-
	Uidentificeret 26	1	-		Uidentificeret 33	1	-
		2	1			2	-
		3	-			3	1
		4	-			4	-
	Uidentificeret 27	1	-		Uidentificeret 34	1	-
		2	-			2	-
		3	2			3	1
		4	-			4	-
	Uidentificeret 28	1	-		Uidentificeret 35	1	-
		2	-			2	-
		3	3			3	1
		4	-			4	-
	Uidentificeret 29	1	-		Uidentificeret 36	1	-
		2	-			2	-
		3	1			3	-
		4	-			4	2
	Uidentificeret 30	1	-		Uidentificeret 37	1	-
		2	-			2	-
		3	1			3	-
		4	-			4	1
	Uidentificeret 31	1	-		Uidentificeret 38	1	-
		2	-			2	-
		3	3			3	-
		4	-			4	1

Gruppe Bio6ff21

B. Billede og forekomst af fundne frø

	Uidentificeret 39	1	-
		2	-
		3	-
		4	1
	Uidentificeret 40	1	-
		2	-
		3	-
		4	1
	Uidentificeret 41	1	-
		2	-
		3	-
		4	1
	Uidentificeret 42	1	-
		2	-
		3	-
		4	2
	Uidentificeret 43	1	-
		2	-
		3	-
		4	1
	Uidentificeret 44	1	-
		2	-
		3	-
		4	1
	Uidentificeret 45	1	-
		2	-
		3	4
		4	-

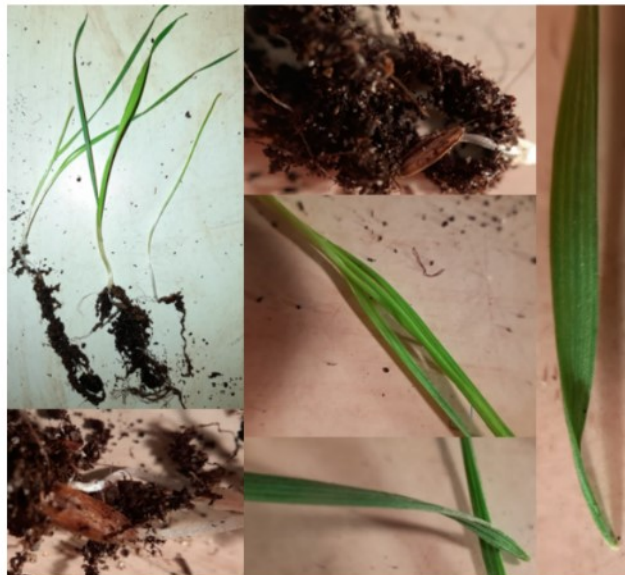
Billeder af kimplanter C



Figur C.1. Kinajute (*Abutilon theophrasti* Medik.)



Figur C.2. Opret amarant (*Amaranthus retroflexus* L.)



Figur C.3. Ager-rævehale (*Alopecurus myosuroides* Huds.)



Figur C.4. Ager-kål (*Brassica campestris* L.)



Figur C.5. Raps (*Brassica napus* L.)



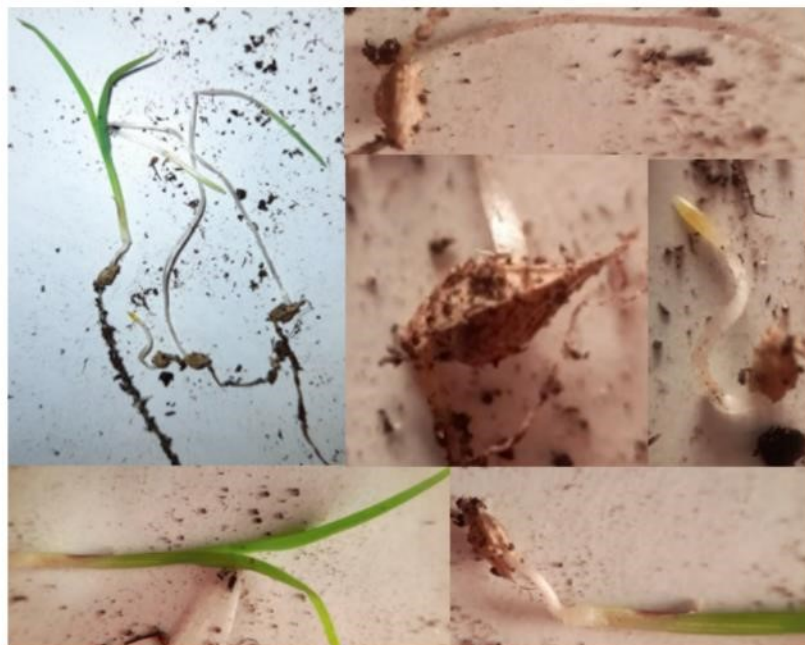
Figur C.6. Almindelig kornblomst (*Centaurea cyanus* L.)



Figur C.7. Hvidmelet gåsefod (*Chenopodium album* L.)



Figur C.8. Skarntyde (Conium maculatum L.)



Figur C.9. Almindelig hanespore (Echinochloa crus-galli (L.) P. Beauv.)



Figur C.10. Burresnerre (*Galium aparine* L.)



Figur C.11. Liden storkenæb (*Geranium pusillum* L.)



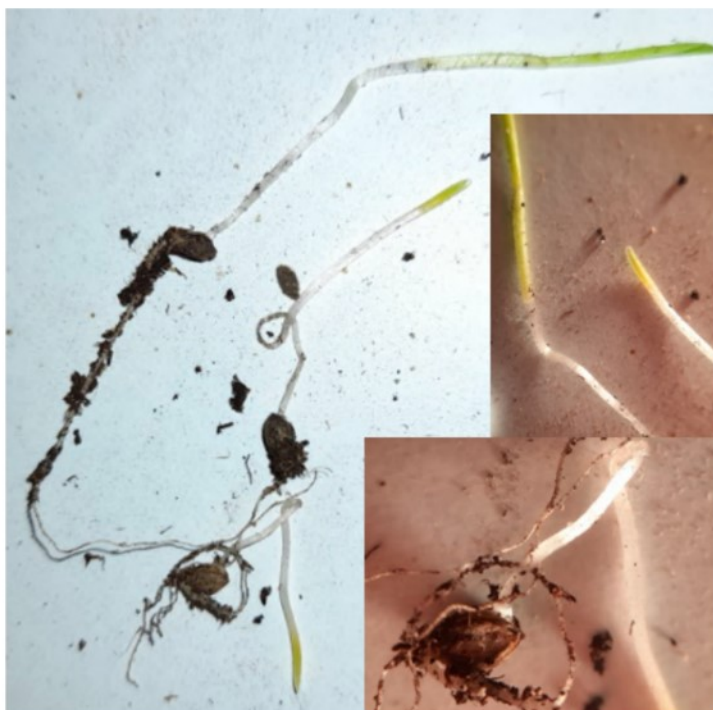
Figur C.12. Almindelig hør (*Linum usitatissimum* L.)



Figur C.13. Almindelig honningurt (*Phacelia tanacetifolia* L.)



Figur C.14. Snerle-pileurt (*Polygonum convolvulus* (L.) Á.Löve)



Figur C.15. Fabers skærmaks (*Setaria faberi* Herrm.)



Figur C.16. Uidentificeret A.



Figur C.17. Uidentificeret B.



Figur C.18. Uidentificeret C.



Figur C.19. Uidentificeret D.



Figur C.20. Uidentificeret E.



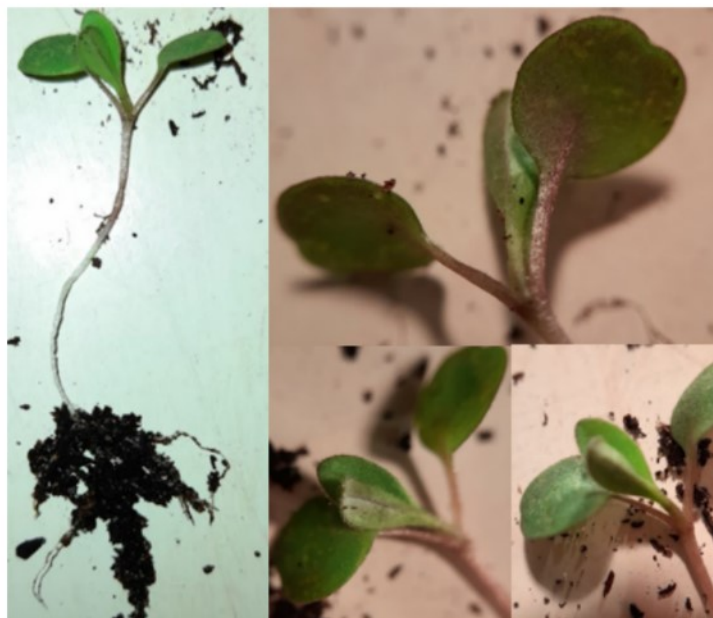
Figur C.21. Uidentificeret F.



Figur C.22. Uidentificeret G.



Figur C.23. Uidentificeret H.



Figur C.24. Uidentificeret I.



Figur C.25. Uidentificeret J.

R kode for statistiske analyser

D

```

1 data = read.csv2('Arterblanding.csv')
2 #Subset for solsikke
3 solsikke = subset(data, Art == 'Solsikke')
4 #Vektorer for hver art fra hver blanding (undtagen solsikke):
5 hve2 = c(data[c(91:120),1])
6 hve4 = c(data[c(121:150),1])
7 hav2 = c(data[c(151:180),1])
8 hav4 = c(data[c(181:210),1])
9 mil2 = c(data[c(211:240),1])
10 mil4 = c(data[c(241:270),1])
11 #Kruskal-Wallis rank sum
12 #Solsikke - (skrevet anderledes, da der er 3 variable (blandinger))
13 kruskal.test(solsikke$Spiringsprocent, solsikke$Blanding)
14 #Hvede
15 kruskal.test(hve2, hve4)
16 #Havre
17 kruskal.test(hav2, hav4)
18 #Milo
19 kruskal.test(mil2, mil4)

1 data = read.csv2('Blanding2og4.csv')
2
3 #Vektor for hver blanding
4 bl2 = c(data[c(1:120),1])
5 bl4 = c(data[c(121:300),1])
6
7 #Bl. 2 og Bl. 4
8 kruskal.test(list(bl2, bl4))

1 data = read.csv2('Artersamlet.csv')
2 #Kruskal-Wallis rank sum test
3 kruskal.test(data$Spiringsprocent, data$Art)
4 #Pairwise Wilcoxon rank sum test
5 pairwise.wilcox.test(data$Spiringsprocent, data$Art,
6                       p.adjust.method = "bonferroni", exact = FALSE,
7                       alternative = "two.sided")

```

APPENDIX 4. RESULTATER AF FUGLETÆLLINGER I PERIODEN D. 20 TIL D. 30. SEPTEMBER 2022 I HAVEN, HVOR EKSKEKREMENTER FRA SMÅFUGLE BLEV INDSAMLET.

Dato og kl.	Musvit	Blåmejse	Jernspurv	Skovspurv	Bogfinke	Spætmejse	Sumpmejse	Sortmejsse	Solsort	Andre fugle
20/9 09.45	2	2		4			1	2	2	1 Grønirisk
20/9 15.45	3	3	1	3			2	3	1	
21/9 09.00		2	1	6				1	1	1 Rødhals
21/9 14.45	1	2	1	4			1	2		
22/9 10.10	1	2		4				1	1	
22/9 15.30	2	1	1	7		1	1	3	2	
23/9 09.15	2	2		5			1	2	1	
23/9 14.15	2	2		4			1	2	1	1 Skovskade
24/9 09.30	1	2		3	1		1	1	1	2 Tyrkerdue
24/9 14.30	1		1		1	1		1	1	1 Gærdesmutte
25/9 09.15		1		5				1	1	1 Skovskade
25/9 14.35	2	2	1	6				1		
26/9 09.15	1	1		5			1	1	1	
27/9 09.30	1	1		4			1	1	1	
27/9 15.05		1		2						
28/9 09.00	1	1		5			1	1	1	
28/9 14.50	1	1	1	10+			1	1		1 Skovskade
29/9 10.00	1	1		3				1		
29/9 15.15		1		6				1		
30/9 09.30	1	2		5	1			2	1	
Samlet registrering i perioden	23	30	7	91	3	2	12	28	16	

APPEDIX 5. INDHOLD AF EKSKEMENTER FRA SMÅFUGLE INDSAMLET UNDER FODERBRÆT.

Ekskrement	Indsamlings dato	Længde (mm)	Bredde (mm)	Indhold	Hele frø	Kommentarer
1	30.09 2022	12	2	frø	Nej	Frø - findes stykker af skal og moset indmad. Ingen hele frø
2	30.09 2022	9.5	2	frø	Nej	Frø - findes stykker af skal og moset indmad. Ingen hele frø
3	30.09 2022	9	2	frø, plante	Nej	Frø - findes stykker af skal og moset indmad. Desuden små plantestykker. Mange sten. Ingen hele frø
4	30.09 2022	13	2.5	frø	Nej	Frø - findes stykker af skal (mange mørke skaller) og moset indmad. Ingen hele frø
5	30.09 2022	8	1.8	frø, plante	Nej	Meget hård/sej pga. hårlignende strukturer på "skaller". Frøskaller og indmad, få små stykker plante. Ingen hele frø
6	30.09 2022	7	1.5	Frø, plante, insekt	Nej	Mange plantestykker (helt grøn). Enkelte små skaller og indmad fra frø. Desuden insektdele (vinge, ben, øjen"net")
7	30.09 2022	6.2	2	Frø	Nej	Enkelte skaller og ellers mest indmad/mos fra frø
8	30.09 2022	11	2	Frø, insekt	Nej	Primært frø indmad/mos. Enkelte insekt ben
9	20.09 2022	9	2	Insekt, plante	Nej	Primært insekt (skaller fra rygskjold og lign. + ben) og enkelte dele plante
10	20.09 2022	8	2	Insekt, plante, frø	Nej	Insektdele (øjennet, skjolddele, ben) små dele plante og frødele
11	20.09 2022	11	2	Insekt, frø, fjer	Nej	Insektben, dele fra frø. Mange fjer
12	20.09 2022	6.2	2	Frø, insekt, plante	Nej	Frødele, insektdele og plantedele
13	20.09 2022	15	2.5	Frø, insekt	Ja	Hele frø fra brombær (2 stk). Insekt (ben og vinge)
14	20.09 2022	8	2.2	Frø, insekt, fjer	Nej	Primært insekt (skaller fra rygskjold og lign, ben, vinger). Enkelte dele fra frø. Enkelte fjer
15	20.09 2022	6	2	Frø, insekt, plante	Nej	Insektben, enkelte dele fra frø og strukturer fra plante
16	20.09 2022	18	2-5	Frø, insekt, plante	Nej	Insektben og skjolddele, få stykker frøskal og meget lidt plante. Meget uidentificerbart
17	20.09 2022	8.5	2.5	Frø, insekt, plante	Nej	Primært plante og frø. Enkelte insektdele
18	20.09 2022	7	2	Insekt	Nej	Enkelte insektdele. Meget uidentificerbart

Fuglefrøspredning med særlig fokus på invasive arter

19	20.09 2022	7	2	Plante, insekt, frø	Nej	Primært plante og frø. Enkelte insektdele
20	20.09 2022	7	2	Frø, insekt	Nej	Primært frø (skaller og indmad). Enkelte insektdele
21	20.09 2022	6.5	1.8	Frø, insekt	Nej	Primært frø (skaller og indmad). Enkelte insektdele
22	20.09 2022	6	1.8	Frø, insekt	Nej	Primært frø (skaller og indmad). Enkelte insektdele. Mange sten
23		6.5	2.2	Plante, insekt	Nej	Primært plante (grøn) Enkelte insektdele. Mange sten
24	26.09 2022	7	2	Frø, insekt	Nej	Frøskal og indmad. Enkelte insektdele
25	26.09 2022	10	2.5	Frø	Nej	Frødele
26	26.09 2022	12	2.2	Frø	Nej	Frødele. Meget uidentificerbart (muligvis plante)
27	26.09 2022	7.5	2	Frø, plante	Nej	Frødele, enkelte planteagtige strukturer (græslignende). Enkelte småsten
28	26.09 2022	10	2.5	Frø, plante	Nej	Primært frø. Enkelte plantestykker
29	26.09 2022	7.2	2	Frø, plante	Nej	Primært frø. Enkelte plantestykker
30	26.09 2022	7	1.8	Frø	Nej	Frødele
31	26.09 2022	8.5	1.7	Frø	Nej	Frødele
32	26.09 2022	7	2.5	Frø, plante	Nej	Ekskrementet ser ikke helt ud. Primært frødele. Enkelte plantestykker
33	3.9 2022	8	2.1	Frø, insekt	Nej	Frødele og insektdele (hoved, ben, "behårede" ben/kroppe)
34	3.9 2022	8.2	2.0	Frø	Nej	Enkelte frødele, meget uidentificerbart
35	3.9 2022	11	2.2	Frø, insekt	Nej	Primært frødele, enkelte insektdele (ben, rygskjold)
36	3.9 2022	9	2.0	Frø, insekt	Nej	Frødele, meget få insektdele (ben)
37	3.9 2022	7	1.8	Frø, insekt	Nej	Enkelte frødele, enkelte insektdele (ben)
38	3.9 2022	9	2.0	Frø, insekt	Nej	Frødele og enkelte insektdele (ben, "klo")
39	3.9 2022	5.5	1.8	Frø	Nej	Frødele
40	3.9 2022	7	2.0	Frø, insekt, plante	Nej	Enkelte frødele, enkelte insektdele (ben, hoved), enkelte plantestrukturer
41	3.9 2022	6.5	1.8	Frø, insekt, fjer	Nej	Primært frødele, enkelte insektdele, et par fjer
42	3.9 2022	9	2.0	Insekt	Nej	Mange insektdele (ben, hoveder, skjolddele osv)
43	3.9 2022	7	2.0	Frø, insekt	Nej	En del småsten
44	3.9 2022	9	2.0	Frø, insekt	Nej	Frødele og insektdele (hoved, ben, kroppe)
45	3.9 2022	6	1.8	Frø	Nej	Frødele

Fuglefrøspredning med særlig fokus på invasive arter

46	3.9 2022	6	2.0	Frø, insekt	Nej	Enkelte frødele, primært insekt.
47	3.9 2022	5	2.0	Insekt	Nej	Ser ikke hel ud. Mange insektdele
48	3.9 2022	7	2.0	Frø	Nej	Frødele
49	3.9 2022	5.2	2.0	Insekt	Nej	Ser ikke hel ud. Insektdele (vinger, hoved, krop) og indmad/uidentificerbart
50	3.9 2022	8.5	1.8	Frø, insekt	Nej	Enkelte frødele, enkelte insektdele
51	3.9 2022	7	1.8	Insekt	Nej	Ser ikke hel ud. Insektdele (vinger, hoved, krop) og indmad/uidentificerbart
52	3.9 2022	11	2.0	Frø, insekt	Nej	Frødele, insektdele
53	3.9 2022	6.5	1.5	Frø, insekt, plante	Nej	Frødele, enkelte insektdele, plante ligner måske noget græsagtigt
54	3.9 2022	6	1.8	Frø, insekt	Nej	Primært frødele og enkelte insektdele (øjne)
55	3.9 2022	11	1.8	Insekt	Nej	Insektdele (vinger, øjne, ben osv.) og indmad/uidentificerbart
56	3.9 2022	7	1.2	Frø, insekt	Nej	Primært frødele, enkelte insektdele
57	3.9 2022	6	1.8	Frø, insekt	Nej	Primært frø, enkelte insektdele
58	3.9 2022	6	2.2	Frø	Nej	Ser ikke hel ud. Frødele
59	3.9 2022	7	2.0	Frø, insekt	Nej	Primært frø, enkelte insektdele
60	3.9 2022	6.2	1.8	Frø, insekt	Nej	Primært frø, enkelte insektdele
61	3.9 2022	9	2.2	Frø, insekt	Nej	Primært frø, enkelte insektdele
62	11.09 2022	7	2.2	Frø, insekt, plante, fjer	Nej	Frødele, enkelte insekt- og plantedele. Mange fjer
63	11.09 2022	7	1.8	Frø, insekt, plante, fjer	Nej	Frødele, enkelte insektdele, plantestrukturer og fjer.
64	11.09 2022	8.5	2.2	Frø, insekt	Ja	Frødele og enkelte insektdele (ben). Hele frø fra stor nælde (2 stk)
65	11.09 2022	8	2.0	Frø, insekt, fjer	Nej	Frødele, enkelte insektdele (ben). Mange fjer
66	11.09 2022	7	2.2	Frø, insekt, fjer	Nej	Primært frø, enkelte insektdele og fjer
67	11.09 2022	9	2.0	Frø, plante	Nej	Primært frø, enkelte plantedele (grønne)
68	11.09 2022	12	1.8	Frø, insekt	Nej	Primært frødele, enkelte insektdele

Fuglefrøspredning med særlig fokus på invasive arter

69	11.09 2022	8	2.0	Frø, insekt, plante	Nej	Frødele, enkelte insekt- og plantedele
70	11.09 2022	11	2.0	Frø, insekt	Nej	Frødele, insektdele, meget uidentificerbart
71	11-09-2022	9	2.0	Frø, plante	Nej	Frødele og plantedele (grønne)
72	11-09-2022	8	2.0	Frø	Nej	Frødele
73	11.09 2022	8	1.8	Frø, plante	Nej	Frødele og enkelte plantedele
74	11.09 2022	9	1.8	Frø, insekt, plante	Nej	Enkelte frø- og plantedele, insektdele (ben, hoved, rygskjold)
75	11.09 2022	5.5	1.2	Insekt	Nej	Ser ikke hel ud. Insektdele

APPENDIX 6. SPECIALEPROJEKT I FLORA OG FAUNA: SEED DISPERSAL BY ROOKS (*CORVUS FRUGILEGUS*) ANALYSED FROM THE CONTENT OF REGURGITATION PELLETS - WITH FOCUS ON INVASIVE SPECIES

Af Amalie Slot Sørensen, Majken Pagter, Sussie Pagh

Artikel sendt til tidsskriftet Flora og Fauna

DANSK RESUMÉ

Frøspredning er en essentiel økologisk funktion. En lang række planter er afhængige af dyrespredning, for at opnå en øget spredning væk fra moderplanten til fjernere områder for at undgå mindsket intraspecifik konkurrence. Frøspredning er vigtigt for den naturlige succession og regenerering af plantesamfund, men kan også spille en rolle i spredningen af invasive arter. Rågen (*Corvus frugilegus*) er en omnivor art, som andre steder i verden er kendt for at indtage og sprede en bred vifte af frø, i både naturlige og urbane habitater. I dette studie blev danske rågers rolle i frøspredning belyst ved at undersøge gylp fra ynglekolonier. Formålet med projektet, var at undersøge 1) hvilke typer af frø råger indtager, herunder om de indtager frø af invasive og ikke hjemmehørende arter; 2) om frø fra rågegylp spiringsdygtige; og 3) om vegetationen under rågekolonien ændres i forhold til den omgivende vegetation og om ændringen kan tilskrives det opgyldede materiale. Der blev indsamlet 153 gylp, fra seks rågeynglekolonier i Midt- og Nordjylland i perioden april til juni 2021. I prøverne blev der fundet 124 frø tilhørende 8 taxa. Størstedelen af de fundne arter var frø af kornsorter og andre tørfrugtede arter, som hovedsageligt var vilde urter og ruderatarter. Et spiringsforsøg viste, at frø af *Poaceae* sp., Almindelig Vej-Pileurt (*Polygonum aviculare*) og Almindelig Fuglegræs (*Stellaria media*) var levedygtige i gylpene. Der blev ikke fundet frø af invasive eller ikke hjemmehørende arter i rågegylpene.

Keywords: rooks; *Corvus frugilegus*; seed dispersal; regurgitation pellets; germination ability; vegetation survey, invasive species.

INTRODUCTION

The growing human population, globalisation, and urbanisation has prompted an increased spread and distribution of invasive species that are threatening global biodiversity (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Rai & Singh 2020). It has been projected that the loss of biodiversity is going to continue over the next 50 years (Millennium Ecosystem Assessment, 2005) affecting environmental quality, ecosystem services, and ultimately human welfare (Rai and Singh, 2020). Biological invasions are one of the largest threats to biodiversity (Pyšek et al. 2020; Rai and Singh 2020) and the loss of biodiversity and increased risk of extinction is only being further exacerbated by climate change (Millennium Ecosystem Assessment 2005; Pyšek et al. 2020). The increased travel and commerce have led to extensive transport across borders resulting in the dispersal and distribution of invasive species that in Europe alone costs around 12.5 billion EUR/year (Richardson et al. 2000; Kettunen et al. 2008). Invasive species can be introduced to novel habitats by various seed dispersal mechanisms, and especially zoochory has gained a lot of focus (Gosper et al. 2005; Kitowski et al. 2017; Green et al. 2019). One variant of zoochory is ornithochory, which is the dispersal of seeds by birds (Gosper et al. 2005; Benvenuti 2007). Birds are effective seed dispersers being responsible

for the dispersal of around 40% of trees and shrubs in temperate regions (Jordano 2000), and around 25% of the universal invasive plant species (Gosper et al. 2005; Green et al. 2019). Corvid family, including rooks, are important avian seed dispersers and are associated with urban environments and human altered landscapes (Czarnecka et al. 2013; Kitowski et al. 2017). Rooks are omnivores that eat small invertebrates, fruits, and seeds (Fog 1963; Gromadzka 1980; Czarnecka and Kitowski 2013; Kitowski et al. 2017). In Poland, they have been found to be a disperser of e.g., the alien walnut (*Juglans regia*) (Lenda et al. 2012), exotic kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*) and pepper (*Capsicum annuum*), most likely originating from human food waste (Czarnecka et al. 2013). More studies have found large proportions of fleshy-fruited species such as cherry (*Prunus avium*), strawberries (*Fragaria* sp.), cereals, and weed species such as barley (*Hordeum vulgare*) and chickweed (*Stellaria media*) in rook regurgitation pellets (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013). A range of 19-60 plant taxa have been observed in regurgitation pellets from rooks of which a considerable proportion was also found in the vegetation below the rookeries (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013; Czarnecka et al. 2013; Kitowski et al. 2017). Consequently, rooks are potentially capable of dispersing invasive alien plant species in Denmark as well as other countries, which could have detrimental effects on biodiversity and human health.

The aim of this study is to investigate 1) what types of seeds are ingested by Danish rooks and whether they include seeds of invasive or exotic species; 2) if regurgitated seeds are viable; and 3) if the plant species found in the regurgitated material are present below the rookeries and if they alter the vegetation under the rookeries.

METHODS

Study areas and collection of regurgitation pellets

Regurgitation pellets from six rookeries in Central and Northern Jutland (Figure 1) were collected from April to June 2021. The rookeries contained between 20 and 90 nests. The landscape surrounding the locations of the rookeries was largely dominated by agriculture. However, two rookeries were close to anthropogenic organic waste sources with one being close to the city of Aarhus (L4) and one located near a highway restaurant (L5). Some of the rookeries were visited more than once (Table 1) and all available pellets were collected. Collected pellets were stored in filter bags in sealed or unsealed plastic bags at approx. 22°C until sorting in the beginning of 2022, at which time a large part of the pellets stored in sealed plastic bags were mouldy.

Table 1. Location of rookeries, the collection date of the regurgitation pellets and the number of collected pellets (n). The total number of pellets was N=153.

Tabel 1. Lokationen for rågekolonier, indsamlingsdato for gylp og antallet af indsamlede gylp (n). Det totale antal gylp var N=153.

	Location of rookeries	Coordinates (DDM)	Collection date	
L1	Aalborg Zoo	57°2.3352 N, 9°53.9369 E	08-05-2021 (n=28)	03-06-2021 (n=2)
L2	Dyrehaven Aarhus	56°7.3556 N, 10°13.1531 E	25-04-2021 (n=1)	13-06-2021 (n=27)
L3	Nimtofte	56°24.3799 N, 10°33.4193 E	29-04-2021 (n=30)	14-06-2021 (n=23)
L4	Nydam/Randersvej Aarhus	56°11.2199 N, 10°11.6788 E	01-05-2021 (n=1)	

L5	Randers	56°26.9796 N, 9°59.9474 E	03-06-2021 (n=4)	08-06-2021 (n=12)	22-06-2021 (n=12)
L6	Vorsø	55°52.1339 N, 10°0.2440 E	13-06-2021 (n=13)		

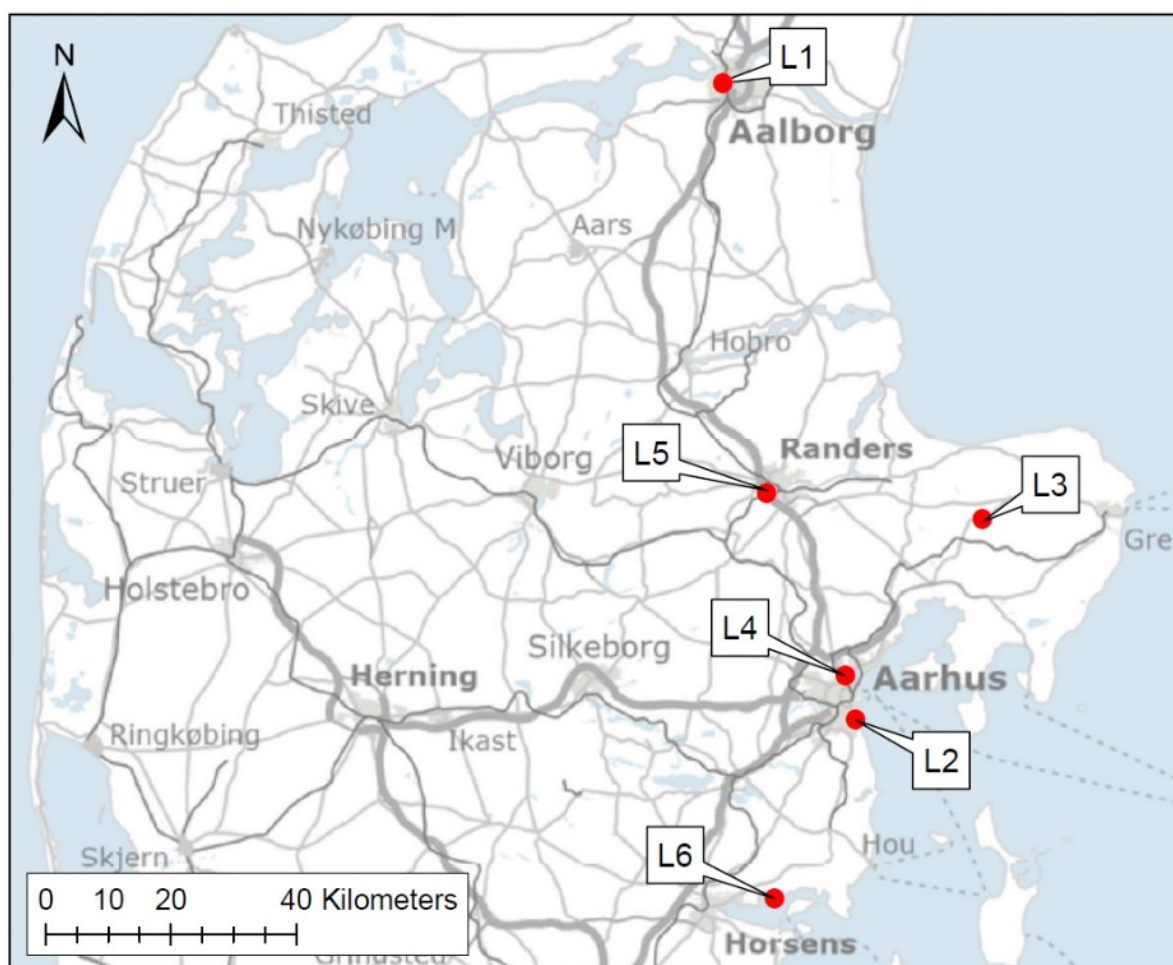


Figure 1. Overview of the six locations of the rookeries in Central and Northern Jutland, Denmark. Map was created using ArcGIS® software by Esri.

Figur 1. Overblik over de seks rågekoloniers lokation i Midt- og Nordjylland, Danmark. Kortet er genereret med ArcGIS® software af Esri.

Regurgitation pellets

The pellets (one pellet = one sample) were weighed and examined using a stereo microscope under 10x magnification in petri dishes (Figure A). The pellets were systematically sorted through with tweezers and all seeds and animal items were sorted and stored in 1.5 mL Eppendorf tubes at around 22°C for further investigation. Both intact and damaged seeds were counted and identified as a minimum to family level, and some were identified to genus- or

species level. The proportion of seeds, animal items, and small stones in the pellets were noted to nearest 5%. No notable amounts of anthropogenic items were found. Identification of seeds was carried out using own reference collection of seeds from common Danish berries, grasses, and herbaceous plants - both wild and cultivated species. Also, relevant literature and websites containing photos and illustrations of seeds was used (Lindman and Keuck 1999; Groningen Institute of Archaeology and Deutsches Archäologisches Institut 2006; International Seed Morphology Association 2019; Department of Agroecology at Aarhus University and SEGES Innovation 2022).



Figure A. Regurgitation pellet from rook.

Figure A. Rågegylp.

Germination experiment

Sorting of the regurgitation pellets resulted in 63 intact seeds and 61 damaged seeds. The viability of the intact seeds was determined by a germination experiment. Prior to sowing, the seeds were hydrated in demineralised water for three days at 5°C (Ahmad and Ibrar 1996). It was assumed that the seeds had been naturally cold stratified since the seeds were most likely from the previous year given that few plants develop and disperse seeds that early in the spring (April-June). Hydrated seeds were sown in garden soil and germinated at 16/8 h of light/dark at 23°C:20°C with a relative humidity of 65% and a light intensity of approx. 120 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. The seeds were watered when necessary and monitored daily for a period of 60 days. After 30 days all seeds with visible signs of mould were taken out of the experiment, which resulted in 48 seeds being discarded.

Vegetation survey

To assess whether regurgitation pellets lead to vegetation changes below rookeries, a vegetation survey was conducted on the ground below the surveyed rookeries in this study. Due to a small location (L4), poor accessibility (L6), and the disappearance of a rookery (L2), only three locations (L1, L3 and L5) were included in the vegetation survey. The vegetation survey was carried out in ultimo April 2022. The method of the vegetation survey followed

Fredshavn et al. (2022) where all species in a test field measuring 0.5×0.5 metres was registered; supplementary species were registered in a circle measuring 5 metres in radius (78.5 m²); and surrounding vegetation, shrubs and trees were registered to provide an overview of the area. At each location, four test fields and one 5-metre circle was applied and the same was done for a control area at least 50 m away from visible rook nests.

Data Analysis

The data for weight of the pellets was tested for normality with Shapiro-Wilk's test and for homogeneity of variance using Bartlett's test. If the variances were equal, a one-way ANOVA was performed to evaluate the differences between months or locations.

Chi squared test was applied to pooled data for the number of pellets containing seeds compared to the number of pellets without seeds in the different months and in the different locations; and to pooled data for the number of different species found in the vegetation survey in the three locations. If the value was <5 in the Chi squared test, the data was excluded, which resulted in the exclusion of one location (L4) in comparison of pellets with or without seeds. Kruskal-Wallis test was applied to the data for number of seeds per pellet for month and location, respectively. A Mann-Whitney U test (pairwise) with Bonferroni correction was applied to the data for number of seeds per pellet for locations. For all statistical tests, $p < 0.05$ was considered statistically significant.

RESULTS

Regurgitation pellets

A total number of 153 pellets was analysed and 29% of the pellets contained seeds. In these pellets, there were on average 2.76 seeds pr. pellet. Out of all pellets, there were on average of 0.8 seeds per pellet which for locations ranged from 0.3-3 seeds per pellet and for months from 0.4-1.3 seeds per pellet (Table 2). The number of seeds was significantly higher in location L5 than L3 ($p=0.02$). No significant difference was found when comparing number of seeds per pellet between months ($p=0.10$). Of all found seeds ($N=124$), 51% were intact and 49% were damaged in varying degrees. The seeds belonged to eight plant families, with the majority being *Poaceae* sp. (Figure 2). Cereals (barley (*Hordeum vulgare*), oat (*Avena sativa*), and wheat (*Triticum aestivum*)) comprised 64% of the total number of seeds. Barley alone, which was found in 14% of the pellets, included 50% of the total number of seeds. All the seeds identified to species level were dry-fruited species and apart from the cereals, that are associated with cultivated areas, all found species are considered weeds, ruderal species or at least associated with disturbed or urban areas. The number of pellets with or without seeds did not differ between months ($p=0.17$) or locations ($p=0.06$). The majority of pellets (94%) contained small stones ranging in size from 0.1-10 mm. Stones constituted on average 10% ranging from 0-70% of the pellet material. Animal items were found in 87% of the pellets and 26% of the pellets contained visible mould. The mean weight of the pellets was 1.85 g ranging from 0.12-5.14 g. Pellet weight did not vary with month ($p=0.91$) or location ($p=0.47$).

Table 2. Characteristics of the seed pool of pellets for either location or month, respectively. The data for month as well as location is pooled and is viewed separately.

Tabel 2. Oversigt over gylpens frøpulje for henholdsvis lokation eller måned. Data for måned såvel som lokation er samlet og skal ansues separat.

Locations	Months

	L1	L2	L3	L4	L5	L6	April	May	June
Number of pellets (N=153)	30	28	53	1	28	13	57	29	67
Total number of seeds (N=124)	14	16	17	3	62	12	22	15	87
Number of intact seeds (N=63)	11	11	11	1	18	11	13	10	40
Number of seeds per pellet	0.47	0.57	0.32	3	2.21	0.92	0.39	0.52	1.30
Frequency of pellets with seeds (%)	23.3	25.0	20.8	100	50.0	38.5	22.8	24.1	37.3
Mean mass of pellet (g)	1.90	1.77	2.03	1.73	1.60	1.75	1.87	1.91	1.81

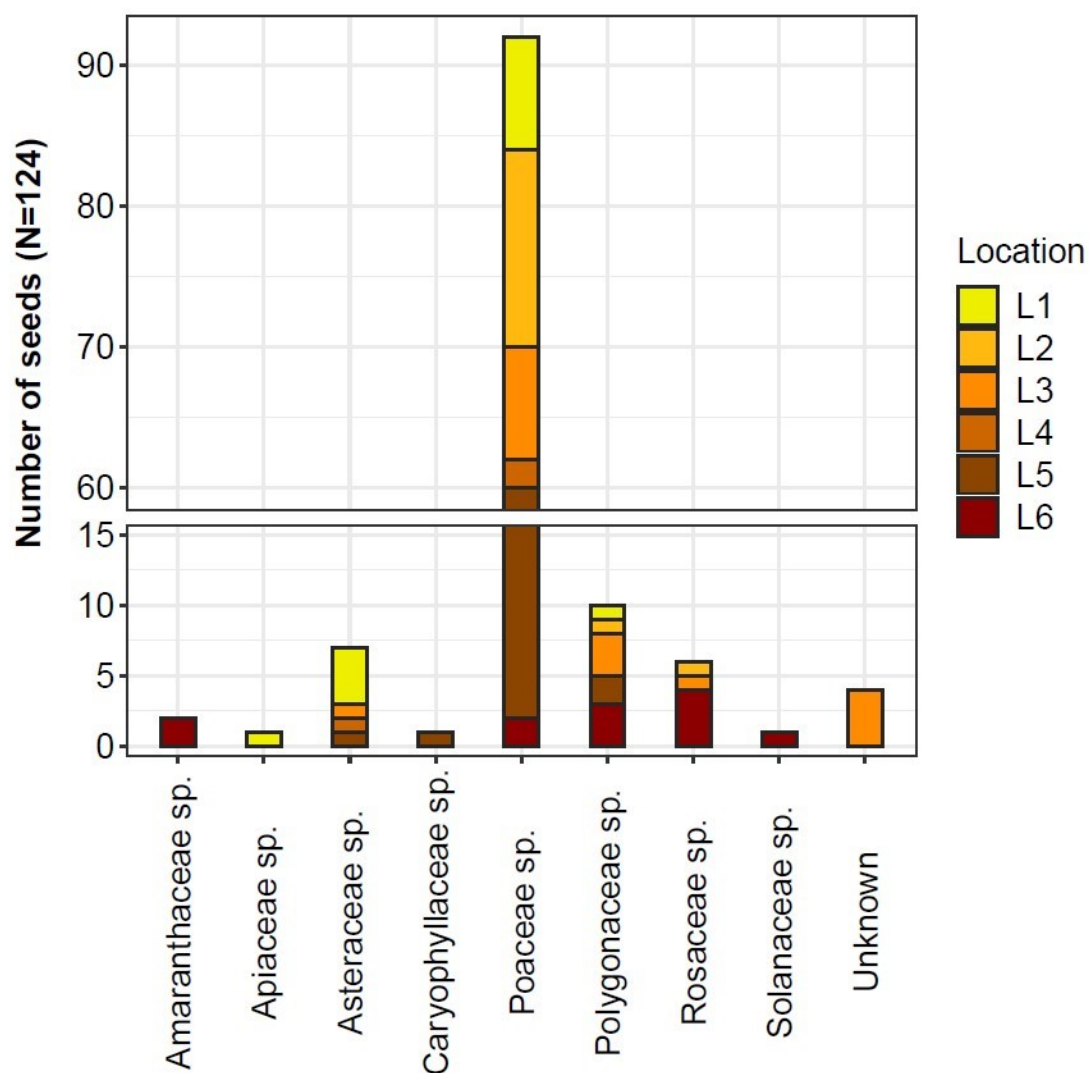


Figure 2. Number of different seed taxa (family) grouped by months and location, respectively. The total number of seeds found in pellets was N=124.

Figur 2. Antal forskellige taxa (familie) af frø grupperet efter henholdsvis måned og lokation. Det totale antal frø fundet i gylpene fra kolonierne var N=124.

Germination experiment

A total of three seeds germinated corresponding to 4.8% of the 63 seeds sowed. The germinated seeds were: *Poaceae* sp., common knotgrass (*Polygonum aviculare*; Figure 4) and chickweed (Figure 5). All three seeds germinated within the first four days of sowing. Mould was present in 76% of the sowed seeds.

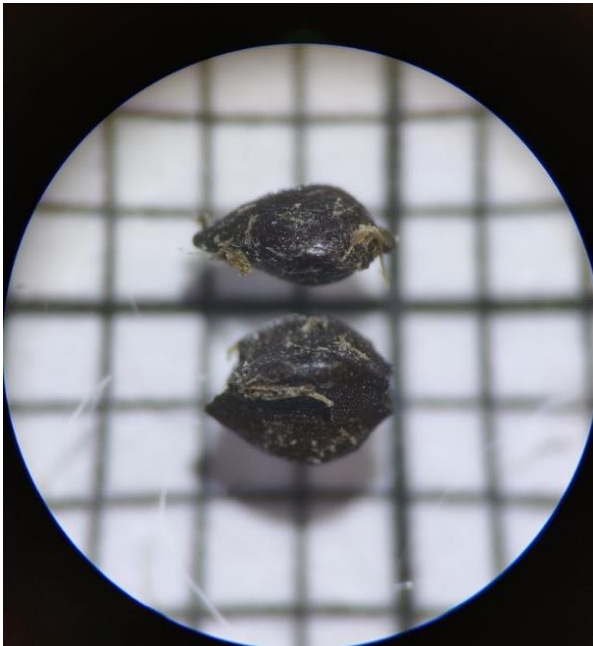


Figure B. Seeds from common knotgrass (*Polygonum aviculare*)

Figur B. Frø fra Vejpileurt (*Polygonum aviculare*)



Figure C. Seed from chickweed (*Stellaria media*)

Figur C. Frø af almindelig fuglegræs (*Stellaria media*).

Vegetation survey

The vegetation survey for the three locations (L1, L3 and L5) resulted in an average of 3.8 species under the rookeries compared to 3 species in the control areas (Figure 3). Furthermore, in the 5-metre circle another 10 species were recorded under rookeries whereas the control had 14 species. In the three areas, an additional 14 species were found (Table 3). There was no significant difference in the vegetation below rookeries compared to the vegetation in the control areas when comparing the pooled number of species in the three locations ($p=0.86$). Chickweed was the only species found in both the pellets and beneath the rookeries and this species also germinated. None of the species observed in the survey were invasive or exotic.

Table 3. Number of species in vegetation survey under the rookeries and the control area for the test fields, 5-metre circles and the surrounding area. The numbers for the test fields are averages based on four test fields in each location.

Table 3. Antal arter i vegetationsundersøgelsen under rågekolonierne og kontrolområdet for testfelterne, 5-meter cirklen og det omkringliggende område. Værdierne for testfelterne er gennemsnit baseret på fire testfelter for hver lokation.

No. of species	Area and total/average	L1	L3	L5	Total
Test field	Rookery (average)	3.25	3	5.2	3.83
	Control (average)	3	2	4	3
5-metre circle	Rookery (total)	3	5	2	10
	Control (total)	5	2	7	14
Additional	Surroundings (total)	4	4	6	14

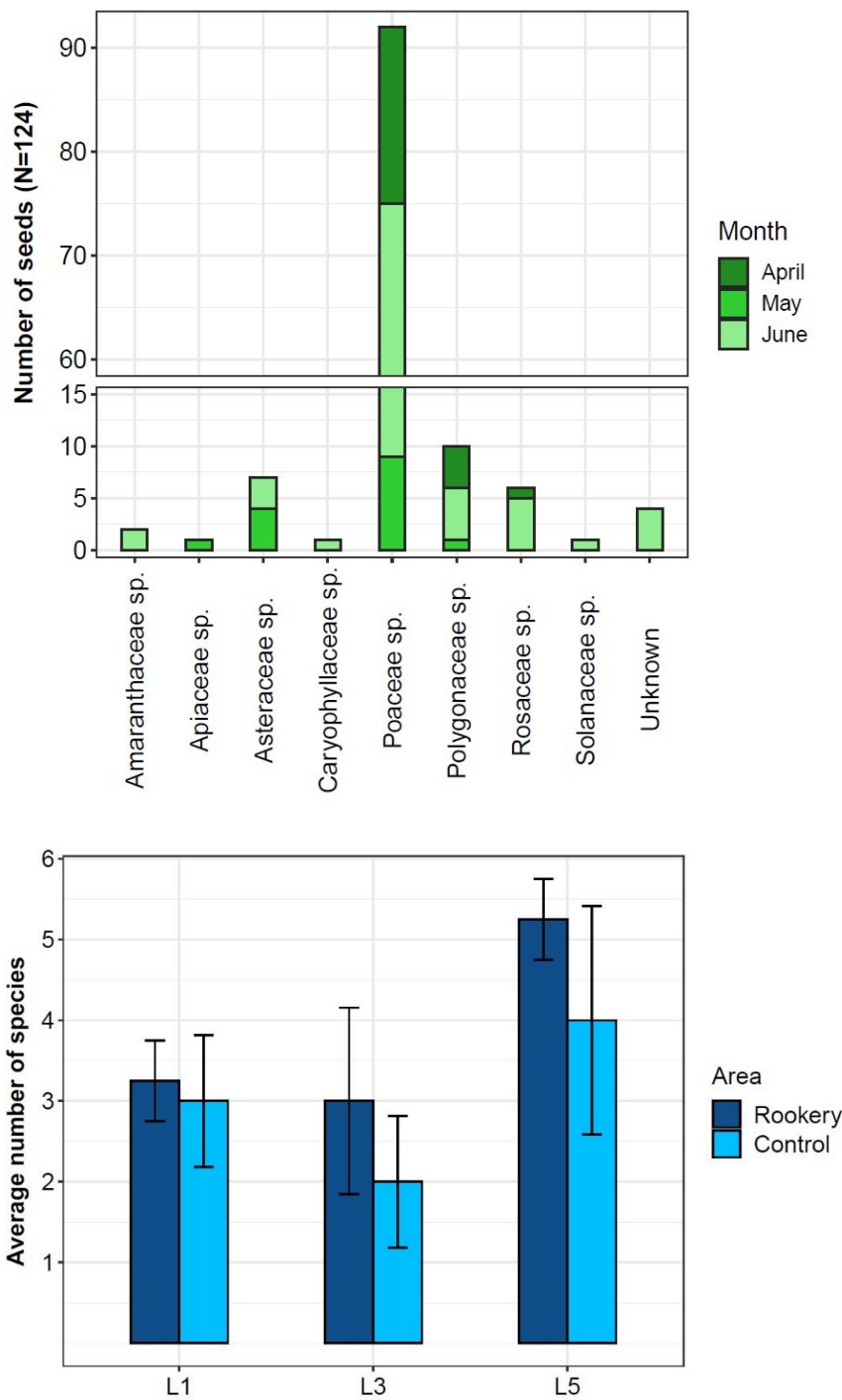


Figure 3. Average number of species (+/-SE) in the test fields in the three locations (L1, L3 and L5) under the rookeries and in the control areas. The total number of test fields in each location was N=4.

Figur 3. Gennemsnitligt antal arter (+/-SE) i testfelterne på de tre lokationer (L1, L3 og L5) under rågekolonierne og i kontrolområderne. Det totale antal testfelter for hver lokation var N=4.

DISCUSSION

Regurgitation pellets

A study by Green et al. (2019) have investigated faecal matter instead of regurgitation pellets from two corvids and found that there were a higher number of intact seeds in the regurgitation pellets compared to the faeces, which means that some corvids might be better at dispersing seeds through regurgitation rather than faeces, and that regurgitation pellets is the best method for analyzing seed dispersal by rooks.

The average number of seeds per pellet found in this study was considerably lower than the average 3.94 seeds per pellet dispersed by rooks in the spring in Poland (Czarnecka and Kitowski 2010). However, another study by Czarnecka and Kitowski (2013) found on average 1.84 seeds per pellet ranging from 0.27 to 4.60 seeds per pellet across months with the number being lowest in April and highest in June. The same tendency can be seen in this study, with fewer seeds per pellet in April (0.39 seeds per pellet in this study vs 0.27) compared to June (1.30 seeds per pellet in this study vs 4.6) and May having an intermediate value (0.53 in this study vs 0.65). An increasing number of seeds per pellet from April to June is partly due to an increasing proportion of pellets containing seeds. This in agreement with the findings by Czarnecka et al. (2013). Also, the overall proportion of pellets containing seeds (29%) is similar to the proportion (34%) found by Czarnecka et al. (2013). In their study, the large number of seeds found in June raises the overall average. A study by Kitowski et al. (2017) investigated the diet of rooks in the spring in Poland and Romania and found on average 2.16 seeds per pellet ranging from 1.90 to 2.95 seeds per pellet across locations, which is high compared to this study. An explanation for this difference in number of seeds per pellet may be attributed to the differences in cultivation level. Denmark is the most intensively cultivated country in Europe with more than 60% of the total area constituted of cultivated land compared to 46% in Poland (Holmstrup et al. 2018). This could lead to an increased foraging for invertebrates instead of seeds causing the rooks in Denmark to have a higher consumption of animal items compared to Poland and Romania.

The significantly higher number of seeds per pellet at location L5 compared to location L3 is not surprising given the marked differences between the two locations, with L3 being a beech forest with a dense canopy (Figure D) and L5 being one large tree on a lawn by a pull-up along the motorway (Figure E). The difference between the locations is influenced by the higher number of cereals (barley and wheat) found at L5 indicating that the rooks in L5 feed on cultivated land to a greater extent than the rooks in L3. This is also evident when looking at the surrounding landscape of the two locations, with L3 surrounded by larger stretches of forest than L5. The lack of significant differences in number of seeds per pellet for months could indicate that there were no differences in the seed consumption of the rooks in the three months investigated in this study.



Figure D: Rookery in Nimtofte (L3).



Figure E: Rookery in Randers (L5).

In the current study, a total of 8 different taxa (families) from 124 seeds was found (Figure 2), which is lower than other studies, that have found 19-60 taxa with the number of seeds ranging from 571-2,257 (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013; Czarnecka et al. 2013; Kitowski et al. 2017). The much larger seed pool in the other studies probably makes up for the difference in number of taxa found. Moreover, there are differences in what "taxa" encompass with some studies exclusively looking at species level and other studies looking at both family, genus, and species level. Another possible explanation could be difference in the proportion of cultivated area in Denmark compared to Poland (Holmstrup et al. 2018). This could lead to the

rooks consuming a disproportionately high number of cereals compared to other types of seeds resulting in a lower seed diversity in the rook's diet.

The pellets were mainly comprised of plant material and chitin fragments from insects, with remains of insects being present in 87% of the pellets. This is in accordance with previous findings (Czarnecka and Kitowski 2013; Kitowski et al. 2017). It has been established that rooks eat both plant and animals in equal proportions most of the year, with increasing importance of animal items in the breeding season (Gromadzka 1980; Kitowski et al. 2017). Consequently, a larger proportion of animal items than was found in this study may have been expected. The minimal proportion of animal items in each pellet may be due to complete digestion of animal items, since rooks are able to fully digest earthworms (*Lumbricidae* sp.) within 30-40 minutes (Luniak 1977).

Czarnecka et al. (2013) noted that the pellets mainly consisted of plant material mixed with human remnants such as paper, plastic bags, glass, and aluminium foil, which they found in 65.7% of the pellets. This was not the case in this study which could be ascribed to the time of year, since Czarnecka et al. (2013) collected the pellets in December and January. It has been found that human remnants are more common in pellets from winter roosts due to the rooks foraging on garbage dumps (Czarnecka and Kitowski 2010).

In comparison with other studies (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013; Czarnecka et al. 2013; Kitowski et al. 2017), this study also found barley, chickweed, dandelion (*Taraxacum officinale*; Figure F), oat, proso millet (*Panicum miliaceum*; Figure G), wheat, wild buckwheat (*Fallopia convolvulus*), yellow foxtail (*Setaria pumila*), and the following genera: *Echinochloa* sp., *Polygonum* sp., *Rubus* sp., and *Rumex* sp. The majority of the dry-fruited species are considered weeds, ruderal species or associated with urban areas. According to Holland et al. (2006), who investigated the food of farmland birds in Europe, the most important plant genera (not including cereals) are *Stellaria* sp., especially chickweed, *Polygonum* sp., especially common knotgrass and several genera belonging to the *Poaceae*. In addition, cereals are an important food source throughout the year and *Poaceae* sp. comprised 38% of the rooks' diet (Holland et al. 2006). These are all dry-fruited species, indicating that weeds comprise a stable component of the rook's diet, which has also been found for other seed-eating birds (Holland et al. 2006; Orłowski and Czarnecka 2009). The reason for the absence of fleshy-fruited species in this study is not clear. However, species from the genera *Rubus* as well as the families *Solanaceae* and *Rosaceae* frequently have fleshy-fruited seeds (Czarnecka et al. 2013; Czarnecka & Kitowski 2013; Kitowski et al. 2017), and these comprised around 10% of the total seed pool in this study. Fleshy fruits have been found to be an important and stable element of the diet of breeding rooks in Poland (Czarnecka and Kitowski 2013; Czarnecka et al. 2013), however, this has not been observed in this study. Kitowski et al. (2017) observed a higher frequency of fleshy-fruited species in urban areas (54-66%) compared to agricultural areas (12-38%). The range of agricultural areas is the most comparable to this study potentially indicating that the rooks have been foraging in agricultural areas. The absence of fleshy-fruited species could also be due to a higher proportion of easily digested invertebrates such as earthworms or differences in waste management. Denmark does not have open waste dumps, whereas these can still be found in Poland and constitute a food source for omnivores such as the rook (Czarnecka and Kitowski 2010; Czarnecka et al. 2013). Consequently, the access to fleshy-fruited seeds might be higher in Poland compared to Denmark.



Figure F. Seed from dandelion (*Taraxacum officinale*)

Figur. F. Frø fra almindelig mælkebøtte (*Taraxacum officinale*)

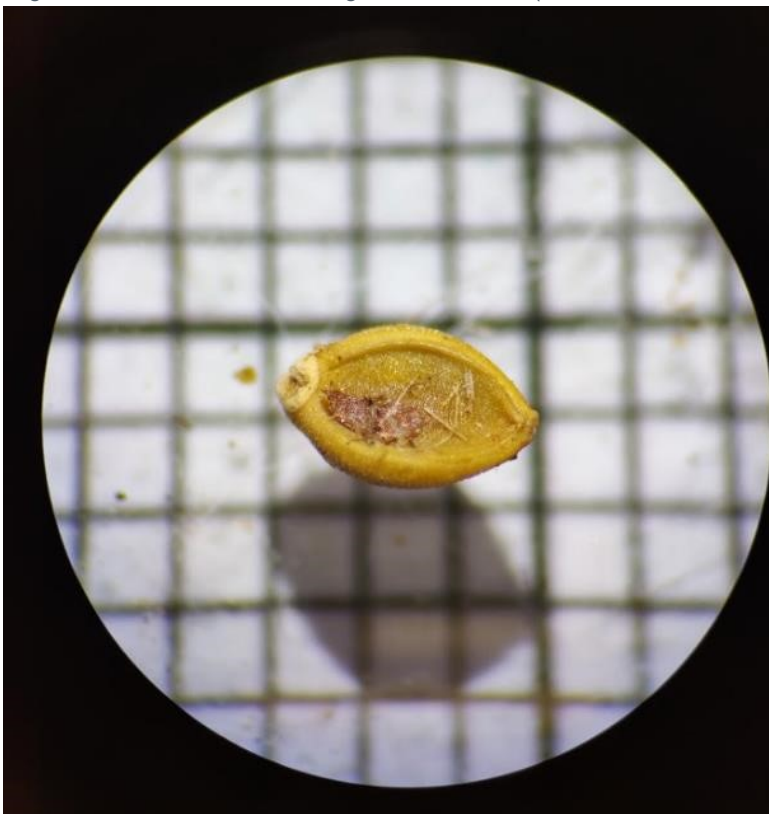


Figure G. Seed from Proso millet (*Panicum miliaceum*)

Figur G, Frø almindelig hirse (*Panicum miliaceum*)

Germination experiment

The results of the germination experiment demonstrate that some seeds can be ingested and regurgitated by the rook alive and unscathed. The germination rate (4.8%) was lower than previously reported rates of 11% (Czarnecka et al. (2013) and 18 % (Czarnecka and Kitowski 2013), which could have several explanations. When the samples were collected, it was not possible to determine how recently they were regurgitated meaning the possibility of the samples being from another month could not be eliminated. In continuation hereof, the seeds were stored for a year at room temperature and unsuitable storage conditions for instance regarding temperature and moisture can have a significant effect on the viability of the seeds (Sauer 1988; Rajjou and Debeaujon 2008; De Vitis et al. 2020). Furthermore, an increased seed age can result in slow germination or inability to germinate (Rajjou and Debeaujon 2008; De Vitis et al. 2020).

The species may also have affected the germination rate. The two germinated species identified to species level in this study, common knotgrass, and chickweed, are common species that thrive under a wide range of conditions (Turkington et al. 1980; Costea and Tardif 2005). Common knotgrass has a seed viability of 57% after 9 months (Costea and Tardif 2005), whereas the seeds of chickweed can have a viability of 95-97% after a year (Turkington et al. 1980) which could explain why these species were able to germinate. Another reason for the low germination rate could be ascribed to a lack of scarification, which is needed by certain seeds in order to germinate (Howe and Smallwood 1982; Bartuszevige and Gorchoy 2006; Kimura and Islam 2012). Mechanical scarification can happen in the gizzard of a bird, consequently leading to uptake of water and enhanced germination of the seed (Howe and Smallwood 1982; Bartuszevige and Gorchoy 2006; Kimura and Islam 2012). However, the mechanical damage that most likely took place in the rook's gizzard could have impacted other seeds negatively because deteriorated membranes result in cellular substances leaking out of the seed (Woodstock 1988). Therefore, the ingestion of seeds by the rook could have positively affected hard seeds but negatively affected softer seeds leading to the low germination rate. Given that more than half of the seeds found in this study were cereals that are typically soft and part of the rook's diet and since it has already been established that seed predators such as the rook often destroy the seeds they ingest, this is a very logical explanation for the low germination in this study (Richardson et al. 2000; Czarnecka and Kitowski 2013). Seed imbibition can similarly affect the vitality of the seed since a too rapid water uptake can cause injury to the seed (Woodstock 1988). This is especially evident at low temperatures in older seeds and in seeds with a damaged seed coat (Woodstock 1988). This means that if the sowed seeds in this study had injuries to their seed coat, the preliminary soaking of the seeds could have caused more harm than good.

Mould, which was present in 76% of the sowed seeds, can also result in decreased germination ability (Sauer 1988; Maftai et al. 2014). Especially the cereals, which are naturally contaminated with moulds (Maftai et al. 2014), were highly affected by mould and none of these seeds germinated. Furthermore, if the seeds were damaged by the rook's digestive tract, this injury could lead to increased risks of fungal invasions (Woodstock 1988).

An increased length of the germination experiment could have prompted germination of additional species, as seeds of some species, e.g., *Opuntia* sp., has a dormancy period during the first year (Padrón et al. 2011). However, in this study two of the germinated species (common knotgrass and chickweed) displayed mature seeds at the end of the germination experiment (Figure H), so similar species would have been expected to germinate within the 60 days.



Figure H. Mature seeds from chickweed (*Stellaria media*).

Figur H. Modne frø af almindelig fuglegræs (*Stellaria media*)

Vegetation survey

Only chickweed occurred in both pellets and under rookeries in the vegetation survey, which is in agreement with vegetation studies in Poland (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013; Czarnecka et al. 2013) where this species was found in the vegetation under the rookeries - together with several other species. In Czarnecka and Kitowski (2013) chickweed was present under more than a half of the investigated rookeries. Chickweed is native to Europe and can be found throughout most of the world (Turkington et al. 1980; Bitarafan and Andreasen 2019). Chickweed is a common and dominant weed species in cereal fields in Scandinavia and in Denmark it has a frequency of more than 10% in all fields (Bitarafan and Andreasen 2019). Therefore, the presence of chickweed under the rookeries can probably be attributed to this as well as its persistence.

Other studies found more plant species under the rookeries ranging from a mean number of species of 21 (Czarnecka and Kitowski 2013) to 31 (Czarnecka et al. 2013), whereas this study found a mean number of species under the rookeries of 3.8. The difference in the mean number of species is probably due to differing methods. Czarnecka and Kitowski (2013) and Czarnecka et al. (2013) examined all species below the rookeries, whereas this study looked at four 0.5×0.5 metres test fields as well as a 5-metre circle, but the species from the latter were not included in the mean value (Table 3). Another factor potentially affecting the number of species found in the vegetation survey is seasonality, which exert strong controls on biodiversity. Czarnecka and Kitowski (2013) and Czarnecka et al. (2013) conducted their vegetation surveys in July, and some of the species they found do not flower until June e.g.,

Cow vetch (*Vicia cracca*), field bindweed (*Convolvulus arvensis*), common lambsquarters (*Chenopodium album*), cornflower (*Centaurea cyanus*), and common poppy (*Papaver rhoeas*) (Frederiksen & Rasmussen, 2019). Consequently, the chances of finding the above-mentioned species in this study were low since the vegetation survey was conducted in April. It has been observed that the presence of rookeries causes a rise in the soil acidity, nutrient level, and the humidity, which can affect plant species differently depending on the type of habitat (Weir 1969; Borkowska et al. 2015). An apparent lack of significant differences between the vegetation under the rookeries compared to the control in this study could be the small size of the rookeries. In Poland, rookeries of almost 600 nests have been observed whereas the current rookeries ranged from 20-90 nests. Also, rookeries move from localities to others due to persecution by hunters.

In this study, the majority of rookeries were located in forests, where the forest floor was covered by litter with scattered prevalence of herbs, bushes and small trees which do not provide suitable germination conditions for all species (Valladares et al. 2016). For instance, locations L1 and L3 were beech forests, where the mature trees had formed a dense canopy outshading the majority of other plant species. However, several species of birds such as the American robin (*Turdus migratorius*), three-wattled bellbird (*Procnias tricarunculata*), magpie (*Pica pica*), hooded crow (*Corvus cornix*), common raven (*Corvus corax*) and rook have been found to disperse seeds to disturbed habitats such as edges and gaps of forests (Gosper et al. 2005; Bartuszevige and Gorchoy 2006) rather than to understory sites (Bartuszevige and Gorchoy 2006). This might not be the case in this study, where the rooks regurgitate from their nest and consequently only disperse seeds below the rookeries, but in the cases where nests are located in the edges of forests or woodlots, it might be applicable. This has for instance been found for ravens that regurgitated more than 75% of ingested seeds in suitable habitats (Nogales et al. 1999).

Further research

This study is a small-scale study attempting to elucidate the role of the rook in the dispersal of invasive plants in Denmark, and a promising starting point for additional research on this topic. Since other studies have already established that rooks are able to disperse a lot of different plant species (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013; Czarnecka et al. 2013; Kitowski et al. 2017), it is very likely that they can also disperse invasive species, and further research in this field could potentially have valuable effects in mitigating the biological consequences and economic costs of invasive species in Denmark. A potential reiteration of this study would benefit from including a greater number of pellets from each month in spring and also from autumn and winter roosting sites. A general challenge in these types of studies is the informative value of the germination experiment given that it is not possible to ensure the same number of seeds of each species can be sown (Czarnecka and Kitowski 2010, 2013) which makes comparisons between locations or months difficult.

CONCLUSIONS

This study showed that Danish rooks are able to act as seed dispersers of several plant species. Cereals and other dry-fruited species such as weeds, and ruderal species were the dominant seeds found in rook pellets. The seeds of *Poaceae* sp., common knotgrass and chickweed were viable, and the latter was also present in the vegetation below the investigated rookeries. No exotic or invasive species were found however, this does not exclude the possibility of the rooks being able to disperse them. The lack of exotic fruit found in the pellets of Danish rooks may be due to waste management in Denmark, not having open waste dumps and open compost heaps with spillovers from the kitchen is not recommended.

Acknowledgements

The study was funded by the Danish Ministry of Environment (J.nr. MST-2019-14239). Thanks go to Sophie Albrekt Hansen and Jens Sigsgaard for help in laboratory and with the collection of pellets in rookeries.

CITED LITERATURE

- Ahmad, S. and Ibrar, R. 1996. Differential water imbibition in wheat varieties related to germination. *Pakistan Journal of Botany* 28:103-108.
- Bartuszevige A.M. and Gorchoy, D.L. 2006. Avian seed dispersal of an invasive shrub. *Biological Invasions* 8(5):1013-1022.
- Benvenuti, S. 2007 Weed seed movement and dispersal strategies in the agricultural environment. *Weed biology and management* 7(3):141-157.
- Bitarafan Z. and Andreasen C. 2019 Harvest weed seed control: Seed production and retention of *Fallopia convolvulus*, *Sinapis arvensis*, *Spergula arvensis* and *Stellaria media* at spring oat maturity. *Agronomy* 10(1):46.
- Borkowska, L., Królak, E., Kasprzykowski, Z., and Kaczorowski, P. 2015. The influence of *Corvus frugilegus* nesting on soil parameters and plant composition in poor and fertile habitats. *Landscape and Ecological Engineering* 11(1):161-167.
- Costea M. and Tardif, F.J. 2005. The biology of Canadian weeds. 131. *Polygonum aviculare* L. *Canadian journal of plant science* 85(2):481-506.
- Czarnecka, J. and Kitowski, I. 2010. Seed dispersal by the rook *Corvus frugilegus* L. in agricultural landscape—mechanism and ecological importance. *Polish Journal of Ecology* 58(3):511-523.
- Czarnecka, J. and Kitowski, I. 2013. Rook spring seed dispersal in the agricultural landscape—frugivory, granivory or accidental transport? *Folia Geobotanica* 48(1):55-73.
- Czarnecka, J., Kitowski, I., Sugier, P., Mirski, P., Krup iński, D., and Pitucha, G. 2013. Seed dispersal in urban green space—does the rook *Corvus frugilegus* L. contribute to urban flora homogenization? *Urban forestry & urban greening* 12(3):359-366.
- De Vitis M., Hay F.R., Dickie J.B., Trivedi C., Choi J., and Feigner, R. 2020. Seed storage: maintaining seed viability and vigor for restoration use. *Restoration Ecology* 28:249-255.
- Department of Agroecology at Aarhus University & SEGES Innovation 2022. Planteværn online.
<https://plantevaernonline.dlbr.dk/cp/applications/traitkey.aspx?ID=DJFkeyID=4language=da>. Accessed 18 April 2022.
- Fog, M. 1963. Distribution and food of the Danish rooks. JH Schultz.
- Frederiksen, S. and Rasmussen, F.N. 2019. Dansk flora. Gyldendal A/S.
- Fredshavn J., Nielsen K.E., Ejrnæs, R. and Nygaard, B. 2022. Tekniske anvisninger til overvågning af terrestriske naturtyper. Technical report, Fagdatacenter for Biodiversitet og Terrestrisk Natur, DCE, Aarhus Universitet, N01. Version 4.1.

- Gosper, C.R., Stansbury, C.D., and Vivian-Smith, G. 2005. Seed dispersal of fleshy-fruited invasive plants by birds: contributing factors and management options. *Diversity and distributions* 11(6):549-558.
- Green, A.J., Elmerberg, J., and Lovas-Kiss, Á. 2019. Beyond scatter-hoarding and frugivory: European corvids as overlooked vectors for a broad range of plants. *Frontiers in Ecology and Evolution* 7(133).
- Gromadzka, J. 1980. Food composition and food consumption of the rook *Corvus frugilegus* in agrocoenoses in Poland. *Acta Ornithologica* 17.
- Groningen Institute of Archaeology & Deutsches Archäologisches Institut 2006.. Digital plant atlas. <https://www.plantatlas.eu/>. Accessed 20 April 2022.
- Holland, J., Hutchison, M., Smith, B., and Aebischer, N. 2006. A review of invertebrates and seed-bearing plants as food for farmland birds in Europe. *Annals of Applied Biology*, 148(1):49-71.
- Holmstrup, G., Schjelde, J., Lundsgaard, R., Nygaard, T., Ogstrup, L., et al 2018. Sådan ligger landet – tal om landbruget 2017. Technical report, Danmarks Naturfredningsforening og Dyrenes Beskyttelse, pp 6-12
- Howe, H.F. and Smallwood, J. 1982. Ecology of seed dispersal. *Annual review of ecology and systematics* 13(1):201-228.
- International Seed Morphology Association 2019. Seed identification guide. <https://www.idseed.org/seedidguide/keys/details/Use-the-Poaceae-key-if2.html>. Accessed 24 April 2022.
- Jordano, P. 2000. Fruits and frugivory. In: Fenner M (ed) *Seeds: the Ecology of Regeneration in Natural Plant Communities*. CABI Publishing, Wallingford, pp 125-166.
- Kettunen, M., Genovesi, P., Gollasch, S., Pagad, S., Starfinger, U., ten Brink, P., and Shine C. 2008. Technical support to EU strategy on invasive alien species (IAS) — Assessment of the impacts of IAS in Europe and the EU (final module report for the European Commission). Technical report, Institute for European Environmental Policy (IEEP), Brussels, Belgium.
- Kimura, E. and Islam, M. 2012. Seed scarification methods and their use in forage legumes. *Research Journal of Seed Science* 5(2):38-50.
- Kitowski, I., Sandor, A.D., Czarnecka, J., and Grzywaczewski, G. 2017. Diet of rooks *Corvus frugilegus* and potential seed dispersal in urban and agricultural habitats of Romania and Poland. *North-Western Journal of Zoology* 13(1).
- Lenda, M., Skórka, P., Knops, J.M., Moroń, D., Tworek, S., and Woyciechowski, M. 2012. Plant establishment and invasions: an increase in a seed disperser combined with land abandonment causes an invasion of the non-native walnut in Europe. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences* 279(1733):1491-1497.
- Lindman, C.A.M. and Keuck, G. (1999) *Bilder ur Nordens Flora (1901-1905)*. <http://www.biolib.de/lindman/>. Accessed 15 April 2022.
- Luniak, M. 1977. Consumption and digestion of food in the rook, *Corvus frugilegus* L., in the condition an aviary. *Acta Ornithol* 16:213-234.
- Maftai, N.A., Ramos-Villarreal, A.Y., Nicolau, A.I., Martín-Belloso, O., and Soliva-Fortuny, R. 2014. Pulsed light inactivation of naturally occurring moulds on wheat grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 94(4):721-726.

- Millennium Ecosystem Assessment 2005. Ecosystems and human well-being: Biodiversity Synthesis. World Resources Institute, Washington, DC.
- Nogales, M., Hernández, E.C., and Valdés, F. 1999. Seed dispersal by common ravens *Corvus corax* among island habitats (Canarian Archipelago). *Ecoscience* 6(1):56-61.
- Orłowski, G. and Czarnecka, J. 2009. Granivory of birds and seed dispersal: viable seeds of *Amaranthus retroflexus* L. recovered from the droppings of the grey partridge *Perdix perdix* L. *Pol. J. Ecol* 57(1):191-196.
- Padrón, B., Nogales, M., Traveset, A., Vilá, M., Martínez-Abraín, A., Padilla, D.P., and Marrero, P. 2011. Integration of invasive *Opuntia* spp. by native and alien seed dispersers in the Mediterranean area and the Canary Islands. *Biological invasions* 13(4):831-844.
- Pyšek, P., Hulme, P.E., Simberloff, D., Bacher, S., Blackburn, T.M., Carlton, J.T., Dawson, W., Essl, F., Foxcroft, L.C., Genovesi, P., Jeschke, J.M., Kühn, I., Liebhold, A.M., Mandrak, N.E., Meyerson, L.A., Pauchard, A., Pergl, J., Roy, H.E., Seebens, H., van Kleunen, M., Vilá, M., Wingfield, M.J., Richardson, D.M., 2020. Scientists' warning on invasive alien species. *Biological Reviews* 95(6):1511-1534.
- Rai, P.K. and Singh, J. 2020. Invasive alien plant species: Their impact on environment, ecosystem services and human health. *Ecological indicators* 111:106020.
- Rajjou, L. and Debeaujon, I. 2008. Seed longevity: survival and maintenance of high germination ability of dry seeds. *Comptes rendus biologies* 331(10):796-805.
- Richardson, D.M., Allsopp, N., D'Antonio, C.M., Milton, S.J., and Rejmánek, M. 2000. Plant invasions—the role of mutualisms. *Biological Reviews* 75(1):65-93.
- Sauer, D.B. 1988. Effects of fungal deterioration on grain: nutritional value, toxicity, germination. *International Journal of Food Microbiology* 7(3):267-275.
- Turkington, R., Kenkel, N.C. and Franko, G.D. 1980. The biology of Canadian weeds.: 42. *Stellaria media* (L.) Vill. *Canadian Journal of Plant Science* 60(3):981-992.
- Valladares, F., Laanisto, L., Niinemets, Ü., and Zavala, M.A. 2016. Shedding light on shade: ecological perspectives of understorey plant life. *Plant Ecology & Diversity* 9(3):237-251.
- Weir, J.S. 1969. Importation of nutrients into woodlands by rooks. *Nature* 221(5179):487-488.
- Woodstock, L. 1988. Seed imbibition: a critical period for successful germination. *Journal of Seed Technology* 12(1): 1–15.