

KASVUN SÄÄTELY PRIMO MAXXIN AVULLA POHJOISMAISILLA GOLFKENTILLÄ



Sterk



Trygve S.Aamlid



Peter Edman

ESIPUHE

Kesällä 2011 Syngentan kasvunsäädä Primo Maxx hyväksyttiin käyttöön Ruotsin golfkentille (Suomessa hyväksytty 2013). Muiden dokumenttien lisäksi hyväksymisprosessi perustui testeille, jotka suoritettiin vuosina 2007 ja 2008. Testit Syngentan puolesta suorittivat Bioforsk Turfgrass Research Group Norjassa ja Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus (MTT). Myöhemmin testejä Primo Maxxille on suoritettu eri heinälajeilla sekä kentän eri alueilla, joiden perusteella ruotsalaiset kentänhoitajat ovat saaneet paljon käytännön kokemuksia. Tämän oppaan tarkoituksena on yhdistää näitä tuloksia ja käytännön kokemuksia ohjeistamaan pohjoismaisia kentänhoitajia.

Tämän oppaan julkaisemisen on rahoittanut Syngenta sen teollisen yhteisösovimuksen kautta. Sopimus on tehty Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundationin (STERF:n) kanssa, mutta kirjoittajat ovat yksinomaan vastuussa kaikista johtopäätöksistä ja suosituksista. Haluamme myös kiittää Agnar Kvalbeiniä loistavista ehdotuksista ja rakentavista kommentteista ensimmäisen version sisältöön.

Landvik & Skara, 3 toukokuu 2014

Trygve S. Aamlid

Head of Research,
Bioforsk Turfgrass Research Group
(NIBIO, Turfgrass Research Group)

Peter Edman

Turfgrass Agronomist,
Swedish Golf Federation

SISÄLLYSLUETTELO

Esipuhe	2
Unelma kemikaalisesta leikkuusta	4
Primo MAXX Pohjoismaissa	6
Hyväksyntä	
Vaikutukset pohjoismaiden lämpötila ja valo-olosuhteissa	
Hiilihydraattitaso	
Optimaaliset käsittelyvälit Primo Maxxilla	
Primo Maxxin dokumentoidut vaikutukset leikkuujätteeseen, viheriönopenteen ja visuaaliseen laatuun Pohjoismaisissa testeissä	8
Viheriöt	
Väylät	
Eri heinälajien vaste Primo Maxx -käsittelyyn	10
Primo Maxx stressinsietokyky	11
Talvenkestävyys	
Kuivuuden sietokyky	
Varjon sietokyky	
Kulutuksenkestävyys	
Kilpailukyky rikkakasveja vastaan	
Tautiherkkyys	
Käytännön kokemukset Primo Maxxin käytössä ruotsalaisilla golfkentillä vuosina 2012 ja 2013	14
Taustaa	
Käyttökokemuksia viheriöillä	
Käyttökokemuksia lyöntipaikoilla	
Käyttökokemuksia väylillä	
Yhteenveto ja suositukset	16
Lähteet	17



Kuva 1: Testeihin käytetyn kylänurmikkaviheriön leikkuu Bioforsk Landvikissa . Kuva:Trygve S Aamlid

UNELMA KEMIKAALISESTA LEIKKUUSTA

Leikkuutyö on suurin työllistävä ja resursseja vaativa toimenpide golfkentillä. Leikkuutarvetta voidaan vähentää valitsemalla hitaasti kasvavia heinälajeja, harkitulla lannoituksella, jyräämisellä ja muilla hoitotoimilla. Kuitenkin geneettisen kasvupotentiaalin vähentämiseen on olemassa rajat, sillä haluamme nurmipintojen voivan palautua vaurioista. Kasvun vähyys voi olla erityisen tärkeää alueilla, joita on vaikeaa käsitellä leikkureilla, kuten esimerkiksi bunkkerin luiskat ja jyrkät karheikkoalueet.

Heinää alettiin käsitellä kemikaalisilla kasvunsääteillä heti toisen maailmansodan jälkeen USA:ssa. Sen aikaiset aineet estivät kasvin solujen jakautumista ja vaikutukset kasvuston väriin ja tiheyteen olivatkin paikoin dramaattiset. USA:ssa tämän kaltaiset solunjakautumisiinhibiittorit ovat vieläkin käytössä estämässä kylänurmikan siemenen muodostamista golfkentillä.

1960- ja 1970-luvuilla kehitettiin kasvunsäätteet, jotka eivät ensisijaisesti vaikuttaneet solunjakautumiseen vaan solujen pidentymiseen (katso sivupalkki). Yleistä solunpidentymisiinhibiittoreille on, että ne vähentävät kasvin kasvuhormonin, gibberelliinihapon, tuotantoa. Gibberelliinihapon eri muotoja syntetisoidaan useilla biokemikaalisilla reaktioilla kasvin

soluissa. Biologisesti aktiivisen gibberelliinihapon muodostaminen epäaktiivisesta gibberelliinhaposta on viimeinen vaihe tässä prosessissa. Trineksapakkietyyli (Primo Maxxin aktiivinen aine) estää tämän viimeisen ja ratkaisevan vaiheen gibberelliinihapon biosynteesissä. Muut solunpidentymisen inhibiittorit eivät ole yhtä tehokkaita niiden vaikuttaessa aiempiin vaiheisiin gibberelliinihapon biosynteesissä. Tämä pätee esimerkiksi muihin tuotteisiin, kuten Cutless (aktiivinen aine flurprimidoli) ja Trimmit/Turf Enhancer (aktiivinen aine paklobutrasoli), jotka ovat sallittuja USA:ssa ja joissakin Euroopan maissa, mutta eivät Pohjoismaissa. Kloorimekvatti (CCC, Cycocel), joka on käytössä pohjoismaisessa maanviljelyssä, kuuluu myös tähän ryhmään.

Kolmanteen kasvunsääderyhmään kuuluvat aineet, jotka sisältävät etefonia, luonnollisen kasvihormonietyleenin syntetistä muotoa. Tämän ryhmän tärkein kaupallinen tuote on Proxy, jota käytetään amerikkalaisilla golfkentillä kylänurmikan kukinnan estämiseen.

Seuraava kirjoitus keskittyy kuitenkin vain Primo Maxxiin, sillä tämä on ainoa sallittu kasvunsäädö Pohjoismaisilla golfkentillä.

Miten heinä kasvaa?

Kaksi prosessia ovat pakollisia heinän kasvamiseksi; solunjakautuminen ja solujen pidentyminen. Solunjakautuminen tapahtuu tietyssä paikassa kasvissa – meristeemeissä.

Heinillä meristeemit sijaitsevat kasvupisteen alueella; maanpinnan tasolla ja juurten päissä sekä erityisillä alueilla nuorissa lehdissä ja varsissa.

Suurin osa näkyvästä kasvusta ei tapahdu solunjakautumisella vaan niiden venymisellä, kasvattaen kasvin pituutta ja leveyttä.



Kasvihormonit

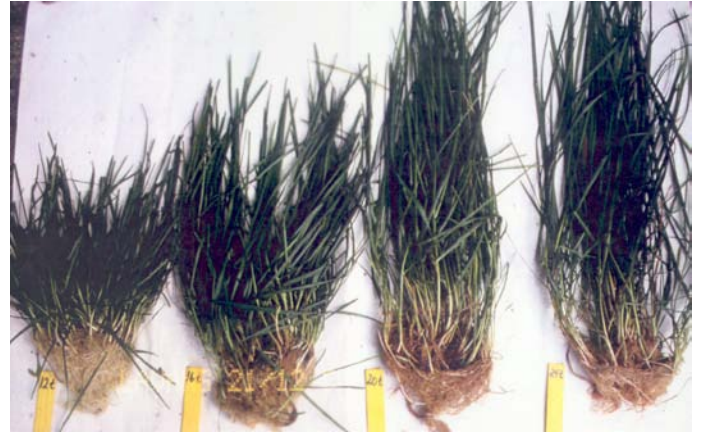
Kasvihormoni on luonnollinen aine, jota kasvi tuottaa itse soluissaan ja siirtää sitten muihin soluihin, joissa ne jopa pieninä pitoisuuksina vaikuttavat kasvin kasvuun ja kehitykseen.

Kasvihormonit, jotka muokkaavat kasvua jakautuvat neljään ryhmään; auksiinit, gibberelliinihappo, sytokiniinit ja brassinosteroidit. Kasvihormonit, jotka rajoittavat kasvua, jaetaan kahteen ryhmään; abskisihappo ja etyleeni.

PRIMO MAXX POHJOISMAISSA

Hyväksyntä

Trineksapakkiautyyliä sisältäviä maataloustuotteita on käytetty Pohjoismaiden heinänsiemenen ja pienikokoisten viljojen tuotannossa 1990-luvun lopulta alkaen, mutta vasta viime vuosina tämä aktiivinen aines on ollut saatavilla myös golfkenttäkäyttöön. Primo Maxx on trineksapakkiautyyli yhdiste, joka on suunniteltu nurmelle ja on tällä hetkellä maailman laajimmin käytetty kasvunsäädö golfkentillä. Ruotsi oli ensimmäinen Pohjoismaa, joka salli Primo Maxxin käytön kesällä 2011. Ennen vuoden 2013 kasvukauden alkua tuote sallittiin myös Suomessa. On vieläkin epävarmaa, milloin tuote hyväksytään Norjan ja Tanskan markkinoille.



Kuva 2. Päivän pituuden vaikutus norjalaiseen niittynurmikkaan (Lavang), jota on kasvatettu 12, 16, 20 ja 24 tunnin valossa.
Kuva: Trygve S.Aamlid

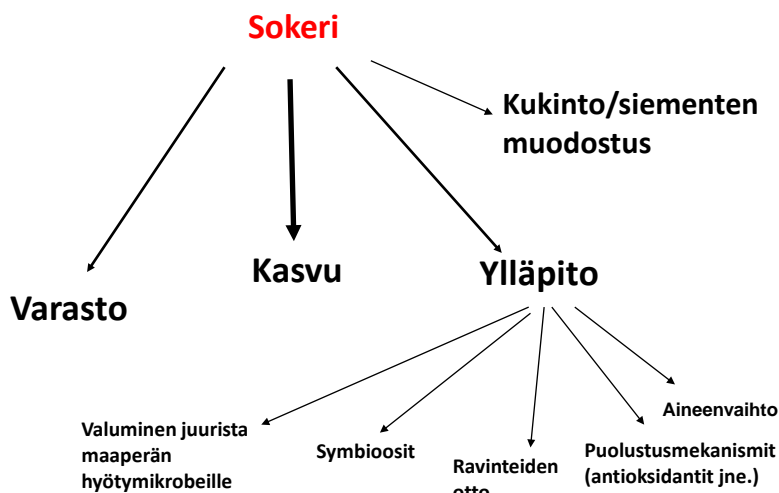
Vaikutukset Pohjoismaiden lämpö- ja valo-olosuhteissa

Kasvitieteilijät ovat väittäneet Primo Maxxin tarpeen olevan suurempi Pohjoismaissa kuin eteläisemmissä maissa. Tämä johtuu Pohjoismaiden valo-olosuhteista, kun pitkät päivät lisäävät gibberelliinihapon tuotantoa ja siten solujen pitenemistä. Hormoni vähentää myös versojen tuotantoa, mikä aiheuttaa nurmen harvemman kasvun. Heinälajeilla eteläisemmillä pituusasteilla päivän pituus -vaste ei ole samanlainen kuin kuvassa on esitetty, mutta eroavaisuuksia on löydetty testeissä myös amerikkalaisilla rönsyröllilajikkeilla. Näissä kokeilla leikkuujätteen paino kasvoi 22%, kun päivän pituus kasvoi viidestätoista kahteenkymmeneen tuntiin (Kuva3).



Kuva 3. Kasvutunnelitesteissä rönsyröllä, leikattu väyläkorkoon ja käsitelty Primo Maxxilla. Astia vasemmalla on altistettu 15 tunnin päivänpituudelle, verrattuna 20 tuntia oikeanpuoleisessa astiassa.
Kuva: Trygve S.Aamlid

Miten fotosynteesissä syntyneet sokerit käytetään?



Hiilihydraattistatus

Kasvi ottaa Primo Maxxin lehdeksi nopeasti ja siirtää sen lehtien pidentymisalueille ja varsiiin, sekä osin myös juurten kasvupisteisiin. Soluista tulee pienempiä ja tiiviimpiä ja klorofyllien pitoisuus soluissa kasvaa. Tämä normaalisti muuttaa heinän tummemmaksi. Useimmat tutkimukset osoittavat, että sokereiden (hiilihydraatit) nettotuotanto ei muutu käsittelyn jälkeen, mutta vähemmän sokeria käytetään kasvuun. Tämä tarkoittaa, että enemmän sokeria on vapautettavissa puolustusmekanismeihin, symbiooseihin (esim. Mykorritsa), ravinteiden ottoon, juurten erittämiseen mikro-organismeille sekä kasvualustaan ja muihin hyödyllisiin tarkoituksiin (katso kaavio). Kylänurmikassa osa sokereista käytetään yleensä kukintoon ja siementen tuotantoon, mutta tähän Primo Maxx ei juurikaan vaikuta.

Optimaalinen Primo Maxx -käsittelyväli

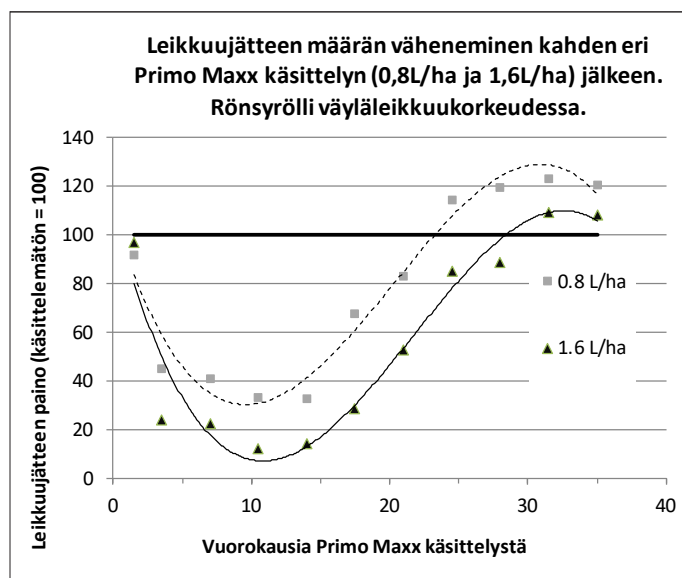
Trineksapakkiettyyli, Primo Maxxin aktiivinen aine, hajoaa kasveissa 2–4 viikon kuluessa ruiskutuksesta. Kasvua rajoittava vaikutus on täten melko lyhytaikainen, ja kun tämä vaikutus lakkaa, alkaa heinä kasvaa enemmän, kuin jos käsittelyä ei olisi tehty lainkaan Primo Maxxilla. Fysiologisesti tämän voi selittää fakta siitä, että ajanjaksona ruiskutuksen jälkeen gibberelliinihappo ja varastoituneet hiilihydraatit ovat kerääntyneet kasviin ja tulevat käyttöön, kun viimeinen vaihe gibberelliini biosynteesissä ei ole enää estetty.

Tätä ilmiötä kutsutaan 'reboundiksi', joka tarkoittaa, että heinä kasvaa voimakkaammin. Kestävän kasvunsäätelyn saavuttamiseksi säännöllinen käsittely on tarpeen.

Ensimmäisissä Pohjoismaisissa kokeissa viheriöiden ja väylien Primo Maxx -käsittelyissä ruiskutusväli oli neljä viikkoa.

Näissä kokeissa totesimme nopeasti, että kasvun säätely oli paljon voimakkaampaa ensimmäisen kahden viikon aikana, kuin kolmen viikon kuluttua käsittelystä. Neljännellä viikolla käsittelystä leikkuujätteen paino oli jopa suurempi, kuin käsittelemättömillä alueilla. Tämä on myöhemmin vahvistettu kasvutunneli kokeissa, jotka myös näyttävät, että 'rebound' tulee myöhemmin, kun Primo Maxxin annostelua kasvatetaan. (Katso kuva)

Biokemikaaliset reaktiot kasvissa tapahtuvat yleensä nopeammin, kun lämpötila on korkeampi. Tästä syystä amerikkalaiset tutkijat suosittelevat käyttämään lämpösummaa päivien laskemisen sijasta arvioimaan ruiskutusväliä. Lämpösumma saadaan laskemalla yhteen päivän keskilämpötilat (esimerkki sivupalkissa). Amerikkalainen suositus on toistaa käsittely, kun lämpösumma on noin 200 astetta (°C). Olemme todenneet, että tämä pätee eteläisissä osissa Pohjoismaita heinä- ja elokuun lämpimimpinä aikoina. Kuitenkin pohjoisilla (ja erityisesti rannikko-) alueilla Pohjoismaissa lämpötilan ollessa matala kauden alussa, lämpösumman ei tulisi ylittää 150°C käsittelyjen välillä. Useissa sääasemissa on olemassa automaattinen keskilämpö-laskuri, mutta päivän keskilämpötila on myös laskettavissa päivän korkeimman ja matalimman lämpöarvon keskiarvona, saaden lähes todellisen keskilämmön.



Miten laskea lämpösumma (°C)?

Taulukossa on päivän keskilämpötila ja kumulatiivinen lämpösumma Bioforskin tutkimuslaitokselta Landvikista kesäkuun 1.-15.2013. Primo Maxx käsittely tehtiin toukokuun 31. päivä. Amerikkalaisen mallin mukaisesti Primo Maxx käsittely pitäisi toistaa 200 °C jälkeen, eli 14. tai 15. kesäkuuta.

Dato	Døgnmiddel, °C	Varmesum etter siste sprøyting, d°C
1. juni	17.5	17.5
2. juni	16.0	33.5 (=17.5+16.0)
3. juni	14.6	48.1 (=33.5+14.6)
4. juni	12.6	60.7 (=48.1+12.6)
5. juni	10.9	71.6
6. juni	11.3	82.9
7. juni	14.0	96.9
8. juni	16.0	112.9
9. juni	15.2	128.1
10. juni	15.7	143.8
11. juni	13.6	157.4
12. juni	12.3	169.7
13. juni	13.1	182.8
14. juni	14.3	197.1
15. juni	11.2	208.3

Juni = kesäkuu

Da to= päivämäärä

Døgnmiddel = keskilämpötila

Varmesum etter siste sprøyting = Lämpösumma viimeisen ruiskutuksen jälkeen

PRIMO MAXXIN DOKUMENTOIDUT VAIKUTUKSET LEIKKUJÄTTEEN MÄÄRÄÄN, VIHERIÖNOPEUTEEN JA VISUAALISEEN LAATUUN POHJOISMAISISSA KOKEISSA

Sijainti ^{Ref}	Vuosi	Heinälaji	Käsittelyväli	Annos, L/ha	Primon vaikutus		Kommentit
					Leikkuujäte	Viheriönopeus	
Lepaa, FIN ⁶	2007	Rönsyrölli	4 viikkoa	0.20	- 8 %	Ei mitattu	'Rebound'. Ei muutosta visuaaliseen laatuun
				0.40	- 15 %		
Ballerud, N ⁶	2007	Rönsyrölli	3 viikkoa	0.40	- 44 %	+ 13 %	Tummempi ja tasalaatuisempi väri
Bogstad, N ⁶	2007	Kylänurmikka	3 viikkoa	0.40	- 26 %	Ei mitattu	Tummempi väri
Landvik, N ⁸	2008	Rönsyrölli	1 viikko	0.15	- 26 %	+ 4 %	Tasainen leikkuujätteen väheneminen. Tummempi väri.
			2 viikkoa	0.30	- 23 %	+ 6 %	
Fullerö, S ⁹	2010	Punanata	2 viikkoa	0.30	- 37 %	+ 3 %	Parempi yleisilme
Landvik, N ¹⁰	2011	Kylänurmikka	2 viikkoa	0.40	- 19 %	+ 6 %	Kellastuu herkästi
Landvik, N ¹¹	2013	Rönsyrölli	2 viikkoa	0.20	- 11 %	+ 7 %	Tummempi väri. Parempi yleisilme
			2 viikkoa	0.40	- 10 %	+ 7 %	
Loimijoki, FIN ¹¹	2013	Kylänurmikka/ rönsyrölli/ luhtarölli	2 viikkoa	0.20	- 8 %	Ei mitattu	Tummempi väri. Parempi yleisilme
			2 viikkoa	0.40	- 22 %		

Taulukko 1. Yhteenveto Pohjoismaisista Primo Maxx -kokeista viheriöillä.

Viheriöt

Taulukko 1 vetää yhteen Pohjoismaisten kokeiden tulokset Primo Maxxin käytöstä viheriöillä. 0,4L/ha käyttömäärällä, mikä ruotsalaisen etiketin mukaisesti on peruskäyttömäärä Primo Maxxille viheriöillä, keskimääräinen leikkuujätteen määrän väheneminen on ollut 23% ja visuaalienn yleisilme on ollut suurilta osin parempi kuin käsittelemättömällä alueella. Pääosin visuaalista ilmettä on parantanut tummempi väri.

Silti on todettava, että myös pienemmät käyttömäärät Primo Maxxia antavat myös hyvän kasvun säätelyn olettaen, että käsittelykertoja on riittävän usein. Esimerkiksi Landvikin kokeissa 2008 saatiin 26% väheneminen leikkuujätteen määrässä ruiskuttamalla 0,15L/ha Primo Maxxia kerran viikossa. Joillekin kentänhoitajille tämä tarkoittaa, että he voivat sekoittaa pienen määrän Primo Maxxia ruiskuttaessaan nestelannoitteita viheriöille.



Kuva 4: Viheriönopeuden mittaaminen Primo Maxx -kokeissa. Koska koalueet eivät ole kuin 2 metriä pitkiä, käytettiin lyhyempää stimpimetriä. Kuva: Trygve S.Aamlid

Väylät

Ensimmäisissä väyläkokeissamme (taulukko 2) saavutimme tasaisen kasvun vähenemisen, mutta väylien visuaalinen laatu heikentyi (Kuva 5). Tämä ongelma ratkesi, kun tiivistimme käsittelyväliä joka toiseen viikkoon. On todennäköistä, että voimme saavuttaa kasvun vähenemisen myös kolmen viikon käsittelyväliillä ainakin, jos annosmäärä on 1,2 – 1,6L/ha. Ruotsalainen etiketti Primo Maxxille kertoo, että normaaliannoksella 1,6L/ha saavuttaa jopa 50% vähenemisen heinän kasvussa neljän viikon ajaksi minimaalisella kellastumisella, mutta ensimmäistä kertaa Primo Maxxia käyttävien on turvallisempaa aloittaa matalammalla annostuksella ja tiheämmällä käsittelyväliillä, esimerkiksi 1.0-1.2 L/ha joka toinen tai joka kolmas viikko Myöhemmin annosta ja käsittelyväliä voidaan kasvattaa, kun saadaan enemmän kokemuksia käytöstä.

Taulukko 2 näyttää, että Pohjoismaisissa väyläkokeissamme olemme saavuttaneet yli 50% vähennyksen kasvussa, vain yhdessä kokeessa: Loimijoki Golfissa Suomessa vuonna 2013. Todellisuudessa kentänhoitajien tulisi olla tyytyväisiä siihen, että käyttämällä Primo Maxxia voidaan vähentää väyläleikkuun tarvetta kolmanneksella, mikä tarkoittaa kahta leikkuukertaa kolmen sijasta.



Kuva 5: Byneset Golf Clubilla Trondheimissa ensimmäinen käsittely 1,6L/ha määrällä johti väylän laadun heikkenemiseen.
Kuva: Trygve S.Aamlid

Sijainti ^{Ref}	Vuosi	Heinälajit (vallitseva laji mainittu ensiksi)	Käsittelyväli	Annos L/ha	Leikkuujätteen määrä verrattuna käsitlemättö- mään alueeseen	Kommentit
Landvik, N ⁷	2007	Punanata/Niittynur- mikka/Nurmirölli/ Kylänurmikka	4 viikkoa	1.0	- 1 %	Merkittävä 'rebound'. Kellastuminen, visuaalisen laadun heikkeneminen
				1.5	- 15 %	
Lepaa, FIN ⁷	2007	Niittynurmikka/ punanata	4 viikkoa	1.0	- 8 %	Rebound. Ei muutosta visuaalisessa laadussa
				1.5	- 21 %	
Ballerud, N ⁷	2007	Kylänurmikka	4 viikkoa	1.5	- 37 %	Taipumus 'reboundille' ja kellastumiselle
Lepaa, FIN ⁸	2008	Niittynurmikka/ Punanata	2 viikkoa	0.8	- 23 %	Ei 'reboundia'. Ei muuto- sta visuaaliseen laatuun
				1.6	- 34 %	
Landvik, N ¹¹	2013	Punanata/ Nurmirölli/ Niittynurmikka	2 viikkoa	1.2	- 38 %	Ei 'reboundia' Tummempi väri
				2.0	- 46 %	
Loimijoki, FIN ¹¹	2013	Niittynurmikka	2 viikkoa	1.2	- 64 %	Ei 'reboundia' Tummempi väri.
				2.0	- 67 %	

Taulukko 2: Yhteenveto Pohjoismaisista kokeista Primo Maxxin käytöstä väylillä.



Kuva 6: Niittynurmikkavaltaisen esikarheikon käsittelyllä 2,2L/ha annostuksella oli huono vaikutus raiheinään. Käsittely johti raiheinän 'tupsuuntumiseen'. Kuva: Tatsiana Espevig.

ERI HEINÄLAJIEN VASTE PRIMO MAXX -KÄSITTELYYN

Primo Maxxia käytettiin ensiksi USA:ssa missä rönsyrölli ja kylänurmikka ovat valtalajit viileän kauden alueen viheriöillä ja rönsyrölli väylillä. Molemmat nämä lajit ovat antaneet hyvän vasteen Primo Maxxille. Hyödyt ovat mahdollisesti suuremmat kylänurmikkaviheriöillä, joskin kellastumisen riski on suurempi kuin rönsyröllillä.

Yhtäkään kokeistamme ei tähän mennessä ole tehty punanataaviheriöillä, mutta on todennäköistä, että Primo Maxxin hyödyt ovat pienemmät kuin rönsyrölli- ja kylänurmikkaviheriöillä. Tämä johtuu matalammasta kasvupotentiaalista ja täten pienemmästä ravinteiden käytöstä punanataaviheriöillä. Vaikutukset nurmiröllillä ovat todennäköisesti jossain punanadan ja rönsyrölli/kylänurmikan välillä. Hitaasta lehden kasvusta johtuen luhtarölliviheriöt pelaavat nopeina ilman kasvunsääteitä, mutta varjossa viheriöiden laatua voi parantaa Primo Maxxin avulla.

Väylillä on todettu kasvun vähenemisen olevan suurempaa Primo Maxx -ruiskutuksen jälkeen niittynurmikalla ja kylänurmikalla, kuin punanadalla ja nurmiröllillä. Väylillä, esikarheikossa ja jalkapallokentillä monivuotinen raiheinä antaa vasteen Primo Maxxille vain, jos annostusta nostetaan 2,5 – 3,5L/ha, mikä tarkoittaa merkittävästi suurempaa annostusta kuin muilla heinälajeilla. Kokeessa Ballerud Golf Clubilla, Norjassa niittynurmikkavaltaisen esikarheikon käsittely 2,2L/ha johti raiheinän muodostamiin tupsuihin, kuten pieniin 'saarekkeisiin' (kuva6).



Kuva 7: Primo Maxx -kokeet rönsyrölliviheriöllä Lepaalla, kevät 2008. Kontrollialuetta, jossa oli eniten lumihomevaurioita etuvasemmalla ei käsitelty Primo Maxxilla vuonna 2007. Kuva: Trygve S.Aamlid

PRIMO MAXX JA STRESSINSIETOKYKY

Talvenkestävyys

Lyhyeksi leikattu heinä on altis talvivaurioille ja parempi talvenkestävyys voi olla tärkeä argumentti Primo Maxxin käytölle Pohjoismaisilla golfkentillä. Ensimmäisissä viheriö- ja väyläkokeissa Suomessa säännölliset Primo Maxx -käsitelyt johtivat huomattavasti pienempiin lumihomevaurioihin (*Microdochium nivale*) seuraavana keväänä (Kuva 7), ja myöhemmissä kokeissa sama vaikutus todettiin kylänurmikkoviheriöllä Landvikissa. Mahdollinen syy tähän voi olla Primo Maxxin heikko ennaltaehkäisevä torjunnallinen vaikutus sienitauteihin, mutta tärkeämpää on suurempien hiilihydraattivarastojen vaikutus tehden heinästä vahvemman sekä vastustamaan, että korjaamaan talvivaurioita. Primo Maxxin vaikutus lumihomeeseen ei riitä kuitenkaan korvaamaan kasvinsuojeluaineita.

Kokeessa Landvikissa lumihomevauriot seuraavana keväänä putosivat 23%:sta 14%:n testialueella, kun ennaltaehkäisevä kasvinsuojeluaineruiskutus vähensi vauriot alle 1%:n. Toisessa kokeessa Primo Maxx johti parempaan pakkasen sietoon vahvempina rönsyrölliyksilöinä, vaikkakin vaikutus oli marginaalinen (-31°C säännöllisen ruiskutuksen 0.4 L/ha annoksella seurauksena, verrattuna -29°C kontrollikäsitelyssä). Me väitämme, että Primo Maxx on yksi monista talvehtimiseen positiivisesti vaikuttavista tekijöistä Pohjoismaisilla golfkentillä.



Kuva 8: Primo Maxx väylä kokeet Landvikissa aikaisin aamulla vuonna 2013. Vasemmanpuoleiset koeruudut on käsitelty Primo Maxxilla eri käyttömäärillä ja formulaatioilla. Kuva: Agnar Kvalbein

Kuivuudensietokyky

Olemme usein havainnoineet vähemmän guttaatiovettä aamuisin, toisin sanoen kuivempia pintoja Primo Maxx -käsittelyn jälkeen (Kuva 8). Tämä saattaa indikoida pienemmästä vedenotosta, mitä tukee amerikkalaisen kirjallisuuden tulokset pienemmästä evapotranspiraatiosta (ET) Primo Maxx -ruiskutusten jälkeen. Ensimmäisissä väyläkokeissa Landvikissa havainnoimme hieman pienempää veden osuutta leikkuujätteessä alueilta, jotka olivat saaneet Primo Maxx -käsittelyn, ja myöhemmät kokeet dokumentoivat

hieman Primo Maxxista johtuvaa negatiivista vaikutusta juuriston syvyyteen kylänurmikka viheriöillä. Kuitenkaan ei ole syytä uskoa, että Primo Maxx -käsittelyllä olisi merkittävää vaikutusta kuivuuden kestoon ja siten kasteluvaatimukseen Pohjoismaisilla golfkentillä.



Kuva 9: Primo Maxx lisää heinän varjonsietokykyä. Kuva:Trygve S.Aamlid

Varjonsietokyky

Varjossa kasvava heinä tuottaa normaalisti vähemmän versoja, mutta pidemmät ja ohuemmat lehdet vastaanottavat enemmän auringon valoa. Samoin kuin pitkien päivien vaikutuksessa, tämä on vähintään osittain gibberelliinistä johtuvaa ja USA:ssa on dokumentoitu Primo Maxxilla olevan vahvempi positiivinen vaikutus visuaaliseen laatuun ja pelipintojen laatuun varjossa, kuin täydessä auringonvalossa. Vaikka meillä ei ole Pohjoismaisia kokeita tätä todentamaan, parempi varjonsietokyky on luultavasti yksi suurimmista Primo Maxxin hyödyistä kylänurmikka- ja ryönsyrölliviheriöillä Pohjoismaissa.

Kulutuksenkesto

Primo Maxx -ruiskutukset lisäävät normaalisti versotiheyttä ja samalla tiivistävät soluja, joissa on pienempi vesipitoisuus. Tämä lisää heinän sietokykyä kulutukselle, mutta saamaan aikaan pienentynyt kasvutahti vähentää heinän mahdollisuutta paikata jo syntyneitä vaurioita. 'Rebound' vaiheessa vaurioiden korjaamisvaihe voi olla parempi Primo Maxx -käsittelyllä alueella, kuin käsittelemättömällä heinällä. Kentänhoitajat voivat käyttää tätä hyödykseen, jos kentälle on suunniteltu pelattavaksi tärkeitä turnauksia.

Kilpailukyky rikkakasveja vastaan

Primo Maxxilla on vähän tai ei lainkaan vaikutusta voikukkien, ratamoiden, valkoapilan tai muiden kaksisirkkaisten kasville. Heinän kilpailukyky rikkakasveja vastaan laskee, kun Primo Maxx on käytössä ja kokeissamme olemme toistuvasti nähneet rikkakasvien esiintyvän useammin käsiteltyillä väylillä, kuin käsittelemättömillä väylillä (esim. Kuva 5). Kenttien, jotka eivät halua käyttää rikkakasvintorjunta-aineita tulisi olla varovaisia käyttäessään Primo Maxxia.

Tautiherkkyys

Olemme jo maininneet, että Primo Maxx voi vähentää lumihomeongelmia golfkentillä. Kylänurmikkaviheriöillä yleisen keltaläikkätaudin (anthracnose) osalta amerikkalaiset kokeet osoittavat, että Primo Maxxilla on vähän tai ei lainkaan ennaltaehkäisevää vaikutusta. Jälkimmäinen näistä on erityisesti todenmukaista, jos kasvun säätelyn tuloksena kentänhoitajat lannoittavat hieman vahvemmin vaikuttamatta palon rulliin.

Kuten mainittu Taulukossa 2, olemme huomanneet ajoittain väyläkokeissamme enemmän punarihmatautia ison annoksen Primo Maxx -käsittelyn jälkeen. Tämä riski on myös mainittu tuotteen ruotsalaisessa etiketissä.

KÄYTÄNNÖN KOKEMUKSET PRIMO MAXXIN KÄYTÖSSÄ RUOTSALAISILLA GOLFKENTILLÄ VUOSINA 2012 JA 2013



Taustaa

Vuoden 2012 kasvukausi oli ensimmäinen täysi kausi, kun Ruotsin golfkentillä oli mahdollisuus käyttää Primo Maxxia. Syksyllä 2012 Ruotsin golfliitto suoritti kyselyn, jossa kentänhoitajilta kysyttiin, miten he olivat käyttäneet Primo Maxxia ja mitkä heidän käyttökokemuksensa olivat.

Ennen kun Primo Maxxin käyttö sallittiin, Ruotsin golfkenttien tuli toimittaa lomake kunnalliseen ympäristöjärjestöön. Tämä on sama käytäntö, kuin muidenkin kasvinsuojelua-aineiden kanssa. Suurin osa kunnista salli Primo Maxxin käytön.

Noin 130 kenttää Ruotsin 430 kentästä vastasi kyselyyn. Suurin osa vastauksista tuli eteläisestä Ruotsista, Tukholman korkeuden eteläpuolelta. Arvioimme, että noin 100 kenttää osti ja käytti Primo Maxxia vuonna 2012 ja tämä määrä pysyi lähes samana vuonna 2013.

Primo Maxxin pääasiallinen käyttökohde oli viheriöt. Alle 10% kentistä käytti Primo Maxxia lyöntipaikoilla, väylillä tai karheikoissa. Yli 80% kentistä oli puhtaat kylänurmikka-viheriöt tai sekaviheriöt. Muutamilla kentillä oli puhtaat rönsyrölli-, nurmirölli- tai punanataviheriöt.

Useimmilla kentillä käyttöväli täsmäsi tuotteen Ruotsin etiketin mukaiseen. Muutamilla poikkeuskentillä tuotetta käytettiin pienemmällä annostuksella tai pidemmällä käyttövälillä. Hyvin pieni osa kentistä koki ongelmia 'rebound'-efektin kanssa.

Seuraavaksi joitain kyselystä ilmi käyneitä käyttökokemuksia.

Käyttökokemuksia viheriöillä

Tasaisempi ja parempi pallon rullaavuus

Suurin osa kentistä raportoi viheriöiden laadun parantuneen Primo Maxxin käyttöönoton jälkeen. Viheriönopeus (stimp) tuli hyvin tasalaatuiseksi ja vaihtelut päivän sisällä vähenivät. Suurin osa kentistä näki tämän suurimmaksi hyödyksi Primo Maxxin käytössä.

Tummempi väri

Suurin osa kentistä näki hyödyksi kylänurmikka- ja sekaviheriöiden muuttumisen tummemmiksi Primo Maxx -ruiskutusten jälkeen. Kellastumista ruiskutusten jälkeen tapahtui muutamissa paikoissa. Mutta tätä ei nähty ongelmaksi, kun tuotetta käytettiin suositellulla käyttömäärällä.

Tiheät viheriöt – ongelmia dressauksessa

Jotkut kentät raportoivat kylänurmikkaviheriöiden kasvaneen niin tiheiksi, että dressaushiekan saaminen kasvuston sisään oli vaikeaa. Tästä syystä jotkut kentät lopettivat Primo Maxxin käytön. Muut olivat jatkaneet, mutta keskittyneet enemmän ilmastukseen ja pystyleikkuihin kentänhoito-ohjelmassaan.

Lyhyemmät siemenvarret kylänurmikalla

Primo Maxxin Ruotsin etiketin mukaan tuotteella on vähäinen vaikutus kylänurmikan kukintaan ja siementuotantoon. Suurin osa kentistä oli samaa mieltä, mutta monet sanoivat kukintojen olevan huomattomampia, koska kukintojen varret olivat lyhyempiä.

Vähemmän keltaläikkätautia (anthracnose)

Useat kentät kokivat keltaläikkätaudin vähenemistä kylänurmikkaviheriöillä. Tähän voi olla monia syitä, muun muassa pallon rullaavuuden paraneminen, minkä takia kentänhoitajat nostivat leikkuukorkeutta tai jättivät muutamia leikkuita väliin vähemmän kasvun aikaan, erityisesti myöhäisin kesällä tai aikaisin keväällä. Jotkut myös raportoivat sekoittaneensa Primo Maxxin kanssa hieman enemmän lannoitetta, joka paransi väriä vaikuttamatta pallon rullaavuuteen.

Varjonsietokyky ja talvehtiminen

Monet raportoivat Primo Maxxin olevan tehokkain varjosiemen viheriöillä. Varjostetut kylänurmikkakasvit tulivat tiiviimmiksi ja terveemmiksi. Jotkut myös uskoivat viheriöiden tulleen aiempaa talvenkestävämmiksi, erityisesti lumihöyrynsaltoa. Talvehtimisen osalta on kuitenkin vaikea parin talvikauden jälkeen vetää johtopäätöksiä, sillä monet kentänhoitajat olivat unohtaneet jättää käsittelemättömiä alueita vertailtavaksi.

Primo Maxxin yhteys ylikylvöihin tai talvihuhojen paikkaamiseen

Harvat kentät olivat kokeneet ylikylvöjen tai uudelleen-kylvöjen ja Primo Maxxin yhteyttä talvihuhojen jälkeen, mutta jotkut varoittivat ruiskuttamasta talvivaurioista kärsineitä viheriöitä keväällä. Sääntö on, että talvivaurioiden täytyy olla täysin parantuneet, ennen Primo Maxxin käyttöönottoa keväällä.

Vaikutukset eri heinälajeihin

Monet golfkentät, joilla oli monivuotisia heinälajeja, kuten eri röllejä tai punanataa, olivat sitä mieltä, että Primo Maxx -ruiskutuksiin ei ollut painavaa syytä. Erityisesti punanadalle Primo Maxx -ruiskutuksilla on vain hyvin vähän hyötyä leikkuujätteen määrässä tai pallon rullaavuudessa.

Käyttökokemuksia lyöntipaikoilla

Harvat kentät olivat käsitelleet lyöntipaikkoja Primo Maxxilla, mutta kokemukset olivat hyviä ja suurin osa lyöntipaikoilla Primo Maxxia käyttäneistä todennäköisesti jatkaisi käyttöä myös tulevaisuudessa. Esille tulleita hyötyjä olivat erityisesti vähentynyt leikkuun tarve ja tiheämpi kasvusto. Lyöntipaikoilla oli usein niittynurmikka-punanatasekoitus, jossa niittynurmikka oli valtalaji. Kuitenkaan raporteissa ei käynyt ilmi eroja vaikutuksesta eri heinälajeihin sekoituksessa.

Käyttökokemuksia väylillä

Väylillä Primo Maxxia kokeilleet olivat myös harvassa. Väyläkäsittelyitä tehneet raportoivat kuitenkin tasalaatuisuudesta ja vähentyneestä työ- ja energiamäärästä, kun leikkuissa voitiin siirtyä kolmesta kahteen kertaan viikossa. Suurin osa kuitenkin tarkoitti, että tämä ei ole taloudellisesti tai laadullisesti kannattavaa ruiskuttaa väyliä säännöllisesti Primo Maxxilla. Jotkin kentät olivat kokeneet väyliä laadun heikkenemistä, kun voikukat ja muut rikkakasvit tulivat näkyvämmiksi.

Ruotsin golfkenttien väylillä on suurimmaksi osaksi sekoitus eri heinälajeja. Jotkin kentät olivat kokeneet, että pitkät ruiskutusvälit antoivat epätasaisen lopputuloksen väylillä kasvutahtien suurentuneiden erojen vuoksi. Erityisesti tämä tuli esille väylillä, joissa oli sekä kylänurmikkaa että raiheinää.



YHTEENVETO JA SUOSITUKSET

Sekä kokeet että käytännön kokemukset osoittavat, että Primo Maxxin käyttöä täytyy soveltaa jokaisella kentällä. Heinälajit, ulkoiset tekijät (kuten valo ja varjo), rikkakasvien esiintyminen, kulutus, lannoitteet ja hoitotoimenpiteet ovat tärkeitä lopputuloksen kannalta. Yleensä on järkevää aloittaa viheriöiltä kokeilut. Lyöntipaikoilla, väylillä ja karheikoissa on tärkeää arvioida hyötyjä ja verrata niitä kustannuksiin ja sitten päättää, onko Primo Maxxin käyttäminen taloudellisesti hyödyllistä. Kasvunsäätteen käytön kustannukset kasvavat alueen ja käyttömäärän kasvaessa, mutta mitä suurempi alue on kyseessä, sitä potentiaalisempia ovat hyödyt leikkuiden vähentämisestä.

Ruotsin Primo Maxx -etiketti kertoo normaalin vaikutusajan olevan neljä viikkoa ja normaaliannostuksen 0,4L/ha viheriöillä, 1,6L/ha väylillä ja 2,4L/ha esikarheikoissa ja

karheikoissa (leikkuukorkeus yli 18mm). Ainakin viheriöillä tämä käsittelyväli on liian pitkä. Neljän viikon sijasta suosittelemme kentänhoitajille Primo Maxxin käytön aloittamista laskemalla lämpösumman ja käsittelemällä alueet 150-200d°C, pisimmän käsittelyvälin ollessa keskikesällä. Jotta heinä tottuu Primo Maxxiin, tulisi käsittely aloittaa aina puolikkaalla annostuksella etiketin suositusmäärään nähden ja sitten asteittain lisätä annostusta halutun kasvun vähentämisen saavuttamiseksi. Korkeampia annostuksia tarvitaan lyöntipaikoilla ja väylillä, jotka ovat raiheinävaltaisia, mutta tämä on harvoin ongelma Pohjoismaissa.

Oikeissa olosuhteissa uskomme, että Primo Maxx tulee olemaan tärkeä työkalu urheilunurmien hoidossa Pohjoismaissa.

LÄHTEET

- Ervin, E.H. & X. Zhang 2008. *Applied physiology of natural and synthetic plant growth regulator on turfgrass*. In: Pessaraki, M. (ed.) *Handbook of turfgrass management and physiology*. CRC Press. pp. 171-200.
- Hay, R. K. M. (1990). *The influence of photoperiod on the dry matter production of grasses and cereals*. *New phytologist*, 116(2), 233-254.
- Aamlid, T.S. 1992. *Effects of temperature and photoperiod on growth and development of tillers and rhizomes in Poa pratensis L. ecotypes*. *Annals of Botany* 69: 289-296.
- Aamlid, T.S. & G.J.L. van Leeuwen 2014. *Optimal Application Intervals for the Plant Growth Regulator trinexapac-ethyl (Primo MAXX®) expressed as Growing Degree Days and influenced by Temperature and Daylength*. *European Journal of Turfgrass Science* (in press)
- Lickfeldt, D.W., D.S. Gardner, B.E. Branham & T.B. Voigt 2001. *Implications of repeated trinexapac-ethyl applications on Kentucky Bluegrass*. *Agronomy Journal* 93: 1164-1168.
- Aamlid, T.S., O. Niemeläinen, M. Rannikko, T. Haugen, S. Junnilla, T. Espevig & Å. Susort 2008. *Evaluation of the plant growth regulator Primo MAXX® (trinexapac-ethyl) on Nordic golf courses*. *Bioforsk Report* 3(1): 1-30.
- Kreuser, B. & Soldat, D. 2012. *Precise PGR applications on greens*. *Golf Course Management*, Aug. 2012. pp. 80-88.
- Aamlid, T.S., O. Niemeläinen, M. Rannikko, O. Noteng, M. Waldner, T. Haugen, S. Junnilla, T. Pettersen & T. Espevig 2009. *Evaluation of the plant growth regulator Primo MAXX® (trinexapac-ethyl) on Nordic golf courses. Results from the second evaluation year 2008 and recommendations*. *Bioforsk Report* 4 (4): 1-28.
- Aamlid, T.S., O. Niemeläinen, M. Barth, T. Pettersen, P. Persson, M. Jalli & S. Junnilla 2011. *Impact of Primo MAXX® and fungicides on turfgrass quality and winter survival on Nordic golf greens, July 2010 – June 2011*. *Bioforsk Report* 6(70): 1-30.
- Aamlid, T.S., T. Pettersen, M. Niskanen & L. Wiik 2012. *Impact of Primo MAXX® and fungicides on turfgrass winter survival on Nordic golf courses. Results from the second experimental year, July 2011 – May 2012*. *Bioforsk Report* 7(77): 1-30.
- Vågen, I.M., O. Niemeläinen, T. Espevig, T.O. Pettersen, P. Ruuttunen and T.S. Aamlid, 2013, *Current and new formulations of the plant growth regulator Primo MAXX® (trinexapac-ethyl) for turfgrass*. *Bioforsk Report* 8(186):1-42.
- Murphy, J. A., T.J. Lawson, J. Inguagiato & S. Bonos, Stacy 2007. *Cultural management of velvet bentgrass*. *Proceedings of the Sixteenth Annual Rutgers Turfgrass Symposium*. 16: p. 48-49.
- Pease, B. & J. Stier 2010. 2011. *N rate and Primo MAXX effects on shade tolerance*. *TurfGrass TRENDS*. August p. 43-45.
- Inguagiato, J. C.; J.A. Murphy and B.B. Clarke 2010. *Anthracnose development on annual bluegrass affected by seedhead and vegetative growth regulators*. *Applied Turfgrass Science*. 23 p. 1-11.

Kirjoittanut:

TRYGVE S AAMLID
NIBIO, Turfgrass Research Group

PETER EDMAN
Swedish Golf Federation

Kääntänyt:
Janne Lehto,
Suomen Golfliitto/ Hirsala Golf /
Finnish Greenkeepers Association

STERF 2014. (2020 FINNISH). LAYOUT KARIN SCHMIDT.



STERF

STERF (Scandinavian Turfgrass and Environment Research Foundation) on Pohjoismaiden golfliittojen yhteinen tutkimuslaitos. STERF tuottaa uutta välttämätöntä ja käytännölläistä tietoa moderniin golfkentänhoitoon, joka on käyttökelpoista esimerkiksi suoraan golfkentillä tai keskusteluissa viranomaisten ja julkisen puolen kanssa vastuullisessa ympäristönsuojelutyössä. STERF on yksi Euroopan tärkeimmistä golfkentän rakentamisen ja hoidon tutkimuslaitoksista. STERF priorisoi tutkimus ja dokumentaatio työssään seuraavia aihealueita:
Integroitu kasvinsuojelu, monikäyttöiset golfkentät, kestävä vedenkäyttö ja talvensietokyky.

Lisää tietoa STERF:stä: www.sterf.org.