

Benutting van afvalwarmte bij vollegrondsteelten

J.A. Schoneveld, PAGV
projectnr. 39.0.07

Dit onderzoek is volledig gepubliceerd in PAGV-Verslag nr. 57. Hier volgt een samenvatting met betrekking tot de reactie van de bodem en gewassen op het verwarmen van grond.

Inleiding

Na de energiecrisis van 1973 realiseerde men zich dat er zeer veel afvalwarmte, bijvoorbeeld in de vorm van koelwater met een temperatuur van 12-40° C verloren gaat. De vraag was of deze vorm van afvalwarmte op economisch verantwoorde wijze kan worden gebruikt voor bodemverwarming in de vollegrond.

Om deze vraag te kunnen beantwoorden zijn vier doelstellingen geformuleerd, te weten:

- het bepalen van de reactie van de gewassen op een verhoogde bodemtemperatuur;
- het onderkennen van eventueel optredende negatieve verschijnselen en deze zo mogelijk oplossen;
- het afwegen van kosten en baten;
- het voorspellen van bodemtemperaturen op basis van het temperatuurniveau van afvalwarmte en het verwarmingssysteem met behulp van modellen waarbij ook de vochthuishouding wordt betrokken.

Methode

In de literatuur waren duidelijke aanwijzingen dat de groeiduur van gewassen door bodemverwarming kon worden bekort waardoor vroegere en/

of hogere opbrengsten mogelijk zijn. Na vijf jaar studie, voorbereiding en medefinanciering van de Europese Gemeenschap heeft een team van deskundigen in de jaren 1982 t/m 1985 de reactie bepaald van 26 gewassen, in verschillende teelten op een proefveld te Lelystad met drie objecten:

- verwarmd met water met een constante temperatuur van 30° C (object C);
- water met de temperatuur van het lozingswater (12-27° C) van de Flevocentrale (object F);
- onverwarmd (object O).

De verwarmingsbuizen met een diameter van 40/35,4 mm zijn gelegd op 60 cm diepte, 75 cm uit elkaar. Door berekening is het extra vochtverlies zo nodig aangevuld. Er zijn ook veel metingen verricht ten aanzien van klimaat, bodemtemperatuur en vochthuishouding. Het ICW te Wageningen ontwikkelt op basis hiervan een model, waarmee het effect van andere buizenstelsels of andere bodem- en klimaatomstandigheden kan worden berekend. Hierover verschijnt een aparte publikatie. Aangezien de kosten van een verwarmingssysteem mede bepaald worden door de resultaten van dit modelonderzoek, kan de kosten-batenanalyse slechts een voorlopige zijn, namelijk gebaseerd op het verwarmingssysteem zoals dat op dit proefveld is gebruikt.

Resultaten

Warmteafgifte

De warmte-afgifte op object C (water van 30° C) bleek afhankelijk van de luchttemperatuur (Watt/

$q_{n2} = 47,8 - 1,83 \times \text{luchttemperatuur } ^\circ\text{C}$). Het maximum heeft 51 Watt/m² bedragen. De warmte-afgifte op object F (water van 12-27 °C) is min of meer constant 12 Watt/m² met een maximum van 18 Watt/m².

Verandering in produktie-omstandigheden

— Vooral op het C-object ontstaat een groot temperatuurverschil tussen 60 cm – mv (ligging van de buis) en het maaiveld. De temperatuur op 5 cm diepte is in het voorjaar op het C object 6 °C en op het F object 2 °C hoger dan op onverwarmde grond.

— De grond droogt door bodemverwarming iets meer uit. Daardoor is de grond in het voorjaar iets eerder berijdbaar en bewerkbaar. Door berekening is het extra vochtverlies zo nodig aangevuld. Problemen met uitdroging in de grond rondom de buizen hebben zich niet voorgedaan.

— Wanneer de grond in de winter niet bevroest, is de structuur in het voorjaar, vooral op C, veel kluitiger. Dit kan problemen geven met kieming en aanslag van de planten. Als kort voor een vorstperiode wordt gespit, kan de grond ook op C bevrozen, omdat tijdelijk de aansluiting met de ondergrond wordt verbroken. Overigens kan op het object C de grond redelijk zaai- of plantklaar gelegd worden wanneer deze precies op het juiste moment wordt bewerkt.

— De invloed van bodemverwarming op bodemfysische, -chemische en -biologische eigenschappen kon niet exact worden vastgesteld, maar was hier van zeer beperkte betekenis. Ten aanzien van ziektedruk of onkruidgroei hebben zich geen extra problemen voorgedaan.

Reactie van de gewassen

— De planten reageren in het algemeen positief op bodemverwarming door een vroegere en

vaak betere kieming, soms een betere aanslag en een vroegere en of een snellere groei en ontwikkeling. Dit effect is groter op object C dan op object F en is groter naarmate het groeipunt van de spruit zich dieper en/of langer in de grond bevindt.

— Ook de beworteling komt met bodemverwarming eerder op gang en is intensiever en soms dieper. Alleen prei en zomergerst vertoonden een negatieve reactie van de wortels op bodemwarmte. Van een effect op de opbrengst en/of kwaliteit door de beworteling is eerst sprake bij vocht- en/of nutriënten gebrek. Hiervan was echter geen sprake.

— Door de vroegere ontwikkeling van een gewas met bodemverwarming worden in het voorjaar de risico's met betrekking tot schade door nachtvorst, hagel, regen en wind groter. Dit kan voor een groot deel voorkomen worden door een bedekking met geperforeerde plastic folie. Behalve de beschermende werking heeft bedekking met folie ook een verhoging van de temperatuur en daardoor een kortere groeiduurtijd tot gevolg. Deze groeiduurtijdbepaling bij alleen foliebedekking is bijna altijd groter dan bij alleen bodemverwarming, behalve bij vroege aardappelen in 1984 op C. Bovendien zijn de kosten verbonden aan het plastic folie veel lager dan die aan bodemverwarming. In een enkel geval heeft plastic bedekking wel een hogere ziektedruk tot gevolg (aardbei).

— De combinatie van bodemverwarming en bedekken met folie geeft de grootste groeiduurtijdkorting of de meeste opbrengstverhoging. Het is dan ook het meest aantrekkelijk gebleken; ook in economisch opzicht.

— De schietneiging van een gewas wordt door bodemverwarming verminderd bij een in 't voorjaar gezaaid of geplant gewas. Na overwintering wordt het schieten bevorderd of door een optimale vernalisatietemperatuur of door het vroeger bereiken van het generatieve ontwikkelingsstadium.

- Van een oogstverlating in de herfst is door bodemverwarming geen sprake, omdat de bovengrondse omstandigheden bij bodemverwarming niet anders zijn dan bij onverwarmde grond. Afdekken met folie heeft in deze periode weinig perspectief, omdat het licht de meest beperkende factor is.
 - Winterbloemkool, winterprei en het aardbeienras Karina verdragen bodemverwarming gedurende de winter met water van 30°C slecht. Winterbloemkool gaf meer uitval en een slechtere kwaliteit. De bladeren in het hart van de prei gingen sterk kronkelen. Bij uitgroei was het groene blad sterk gegolfd. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door doorgaande groei in de grond en stagnatie van de groei bovengronds.
- Later planten van deze gewassen op dit object, om ze in een gelijk ontwikkelingsstadium te laten overwinteren, bleek geen voordeel te bieden. Bodemverwarming gedurende de winter op een

niveau van 12°C (F) is voor winterbloemkool neutraal, voor winterprei en voor de aardbeienrassen Tenira en Tioga positief. Van deze laatstgenoemden is de opbrengst op C het ene jaar beter, het andere jaar slechter dan de opbrengst op F.

Aardbeiplanten-vermeerdering is op C aanzienlijk beter dan op F en deze weer beter dan op O. Dit is in overeenstemming met de meeste niet-overwinteringsteelten.

- Andere directe kwaliteitsproblemen dan vermeld bij overwinterende teelten hebben zich niet voorgedaan. Indirect wordt de kwaliteit of sortering wel beïnvloed door hogere of lagere opbrengsten, waardoor een andere sorteringverhouding wordt verkregen (augurk, prei en boomkwekerijgewassen).

In tabel 252 wordt een overzicht gegeven van de reacties van de gewassen. Het negatieve resultaat tijdens de winter wordt veroorzaakt door meer uitval bij bloemkool en prei en groeiafwijkingen

Tabel 252. Reactie van gewassen op bodemverwarming.

zeer positief	matig positief	geen of licht positief	negatief
<u>Op C en F</u>	<u>op C</u>	<u>op C en F</u>	<u>op C en F</u>
aardbeirassen	voor- en najaarsspinazie,	zomerspinazie, -sla,	Ribes alpinum
Tenira en Tioga	-sla en -andijvie	-andijvie	
Acer platanoides	snijmais	herfstbloemkool	
Fraxinus excelsior	suikerbiet	doordragende aardbeien	<u>op C</u>
Magnolia soulangiana		vruchtbomen	winterbloemkool
Cedrus atlantica "Glauca"		Fagus sylvatica	winterprei
Platanus acerifolia	<u>op F</u>	Ilex aquifolium	aardbei Karina
	vroege aardappel	"Golden van Tot"	zomergerst 1982
	augurk	Paeonia lactiflora	
<u>op C + plastic</u>	vroege bospeen	"Sarah Bernardt"	
vroege aardappelen	vroege prei		
augurk	winterprei	<u>op F</u>	
vroege bospeen	vroege witlof	voor- en najaarsspinazie,	
vroege prei	aardbeivermeerdering	-sla, -andijvie	
vroege witlof	Acer pseudoplatanus	winterbloemkool	
	Forsythia intermedia	aardbei Karina	
	"Spectabilis"	zomergerst 1982	
<u>op C - plastic</u>		snijmais	
aardbeivermeerdering		suikerbiet	
Acer pseudoplatanus			
Forsythia intermedia			
"Spectabilis"			

gen en vroeger schieten bij prei. Het negatieve resultaat bij zomergerst is waarschijnlijk versterkt door wel een snellere afrijping maar geen vroeger opkomst en ontwikkeling omdat de verwarming pas 4 mei is gestart.

Een kortere groeiperiode in de herfst is vaak nadelig voor de te behalen geldopbrengst in verband met de doorgaans oplopende prijzen. In de praktijk moet dit vertaald worden in later planten, wat op Fenkele dagen en op Coploopt tot

een week, hetgeen van weinig betekenis is. Verlating is door bodemverwarming niet mogelijk, omdat in deze periode de hoeveelheid licht de meest beperkende factor is. De verschillen bij de kortgroeïende zomergewassen zijn van beperkte betekenis. Het onderscheid tussen matig en zeer positief reagerende gewassen is bepaald op grond van saldoberekeningen die van deze teelten zijn gemaakt.

Afgesloten, nog niet verslagen projecten

Hieronder volgt een overzicht van projecten die in 1986 zijn afgesloten, maar waarvan het eindverslag nog niet in het Jaarboek 1986 is opgenomen. Het is de bedoeling dit alsnog te doen in het eerstvolgende Jaarboek.

Aardappelen

Effect van grondontsmetting op de nateelt van aardappelen.

Optimalisering van de N-voeding bij aardappelen.

Invloed van de fysiologische leeftijd van pootgoed op de groei en ontwikkeling van aardappelen.

Teeltoptimalisatie bij het ras Hansa t.b.v. de aardappelverwerkende industrie in zuidoost-Nederland.

Serieproef chemische bestrijding van Rhizoctonia bij pootaardappelen via knolbehandeling.

Sulkerbieten

Beregeningsonderzoek bij sulkerbieten.