



Ontwikkeling van een indicator voor het verwerkingsrendement

P.C.C. van Loon

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving
Sector Paddestoelen
PPO projectnummer: 620150
Juli 2003

Publicatienummer 2003-11

© 2003 Wageningen, Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

*Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van Productschap Tuinbouw,
Louis Pasteurlaan 6, 2719 EE, Zoetermeer. Tel. 079-3470707.*

Praktijkonderzoek Plant & Omgeving B.V.

Sector Paddestoelen

Adres : Peelheideweg 1, 5966 PJ America

: Postbus 6042, 5960 AA Horst

Tel. : 077 – 464 75 75

Fax : 077 – 464 15 67

E-mail : infopaddestoelen@ppo.wur.nl

Internet : www.ppo.dlo.nl

Inhoudsopgave

SAMENVATTING.....	4
1 INLEIDING	5
2 PROEFOPZET EN UITVOERING	6
2.1 Optimalisatie van centrifugeverlies methode.....	6
2.2 Correlatie tussen blancheer- en verwerkingsrendement.....	6
3 RESULTATEN	7
3.1 Optimalisatie van centrifugeverliesmethode.....	7
3.2 Correlatie tussen indicatoren en eindrendement	9
3.3 Het combineren van indicatoren.....	11
3.4 Het voorspellen van het eindrendement van een partij champignons	12
3.5 Het benodigde aantal bepalingen voor het schatten van het rendement in een partij.....	13
3.6 Het voorspellen van het ontdooiverlies (dripverlies).....	13
4 DISCUSSIE	14
5 CONCLUSIES.....	14
6 SUGGESTIES VOOR VERDER ONDERZOEK	15
7 GERAADPLEEGDE LITERATUUR.....	16

Samenvatting

Door de verwerkers wordt al jarenlang de behoefte gevoeld om champignontelers uit te betalen op basis van het rendement waarmee de door hen geleverde champignons worden verwerkt. In het verleden is reeds diverse malen gezocht naar indicatoren die het verwerkingsrendement kunnen voorspellen. Het droge stofgehalte van de champignon leek hierbij een van de meest hoopvolle indicatoren te zijn. In vervolg projecten bleek dat de correlatie tussen droge stofgehalte en verwerkingsrendement partij afhankelijk te zijn. Waardoor het droge stofgehalte geen geschikte indicator bleek te zijn. Daarom werd er naar andere indicatoren gezocht. In een eerdere door PPO uitgevoerde pilotstudie bleek het centrifugeverlies (% vocht dat een champignon verliest tijdens centrifugeren) een redelijke voorspelling te geven van het verwerkingsrendement. De analyse had echter ook een aantal nadelen: een hoge variatie tussen de herhalingen, de monstergrootte was slechts 10 gram en de analyse tijd was relatief lang (1uur).

In dit project is onderzocht of het mogelijk is om de centrifugeverliesbepaling verder te optimaliseren. Daarnaast is de correlatie tussen centrifugeverlies en het verwerkingsrendement vastgesteld. Ook de correlaties tussen verwerkingsrendement en andere indicatoren zijn bekeken. Op basis hiervan zijn voorstellen gedaan voor het gebruik van indicatoren bij het voorspellen van het verwerkingsrendement.

De resultaten van dit project hebben er toe geleid dat de hoeveelheid monster toeneemt naar 200 gram en de centrifugetijd wordt verkort tot slechts enkele minuten. Na het testen van deze versnelde methode met praktijkmonsters blijkt er nog maar een geringe correlatie te bestaan met het verwerkingsrendement. De correlatie neemt af naarmate de centrifugesnelheid toeneemt. Een andere centrifugemethodiek waarbij champignons gedurende 10 minuten bij een lage centrifugesnelheid worden gecentrifugeerd, blijkt een betere correlatie met het verwerkingsrendement te vertonen. Toch vertoont deze methode onvoldoende correlatie met het verwerkingsrendement om als enige indicator gebruikt te kunnen worden.

Door de enigszins teleurstellende resultaten van de centrifugeverliesbepaling zijn er tijdens dit onderzoek nog andere indicatoren getest die zouden kunnen dienen als aanvullende indicatoren. Het is onwaarschijnlijk dat er een indicator bestaat die op zichzelf voldoende correlatie met het verwerkingsrendement zal vertonen om als enige indicator te dienen. Van diverse combinaties van indicatoren is de correlatie berekend met het verwerkingsrendement. Het is mogelijk om op basis van deze indicatoren een redelijke schatting van het verwerkingsrendement te verkrijgen. De waarde van deze indicatoren hangt echter ook af van de kostprijs van de diverse analyses. Naarmate meer indicatoren gebruikt zullen worden zal ook de kostprijs toenemen. Op enig moment kan men zich afvragen of het dan niet verstandiger is om de bepaling van het verwerkingsrendement zelf als indicator voor het verwerkingsrendement van een hele partij te nemen. Deze beslissing hangt ook af van de eisen die men stelt aan de indicator(en). Hoe nauwkeurig dient een schatting van het verwerkingsrendement te zijn en welke (financiële) voordelen kan een betere schatting van het verwerkingsrendement met zich meebrengen. Indien deze voordelen afgezet worden tegen de kosten van de analyses dan zullen er zeker perspectieven zijn voor het toepassen van indicatoren voor het voorspellen van het verwerkingsrendement. Het gebruik van het evacueerrendement en het blancheerrendement in combinatie met sorteringskenmerken lijkt een combinatie te zijn waarmee voldoende betrouwbaar het verwerkingsrendement bepaald kan worden tegen relatief geringe analysekosten.

PPO stelt voor om in een testfase een aantal indicatoren (evacueer- en blancheerrendement en sortering) veelvuldig te meten zodat een betere inschatting verkregen kan worden van de relatie tussen de gekozen indicatoren en het verwerkingsrendement. Daarnaast kan door optimalisatie van de analyse procedures een idee verkregen worden wat de werkelijke kosten van de diverse analyses zullen zijn. Ook is het van belang om nog meer informatie te krijgen over variatie binnen partijen en over mogelijke verschillen tussen sorteringen binnen partijen.

Het uitgevoerde onderzoek is gefinancierd door het Productschap Tuinbouw (PT).

De begeleidingscommissie van het onderzoek bestond uit dhr. J. Wilms (Fungi Conserven), dhr.F. Janssen (F&F Europe B.V.) en dhr K. Timmermans en mevr. A. Verbakel (Lutèce B.V.).

1 Inleiding

Bij de verwerking van champignons gaat vocht verloren waardoor het rendement van de verwerking lager is dan 100 procent. Ook de diepvriesindustrie heeft vergelijkbare problemen (ontdooiverlies of dripverlies). Het waterverlies heeft in beide bedrijfstakken grote financiële gevolgen en is daarom ongewenst. Door de verwerkers is vastgesteld dat tussen partijen champignons grote verschillen bestaan in het gerealiseerde rendement. Er wordt dan ook al jarenlang de behoefte gevoeld om champignontelers uit te betalen op basis van het rendement dat met de geleverde champignons wordt gerealiseerd.

Het bepalen van het verwerkingsrendement kan ook financiële voordelen bieden. Door het gebruik van een uitbetalingsindicator kan een uitbetaling gecreëerd worden die meer redelijk is dan de huidige. Een teler zal gestimuleerd worden om champignons te telen met een hoger rendement. Dit betekent dat het gemiddelde rendement zal gaan toenemen. Het is daarbij ook van belang dat de teler zelf inzicht krijgt in de teeltsturing naar champignons met een hoger rendement.

In een pilotstudie in 2002 uitgevoerd door PPO getiteld "Waterverlies bij champignons" is reeds vastgesteld dat het rendement gerelateerd lijkt te zijn aan het centrifugeverlies. Hiermee wordt bedoeld het waterverlies tijdens het centrifugeren van champignons. De methode behoeft echter nog verdere optimalisatie om de stap naar de ontwikkeling van een uitbetalingsindicator mogelijk te maken.

De doelstellingen van dit project waren het:

- Optimaliseren van het meten van het centrifugeverlies van champignons, waaronder het vergroten van het monster en het verkorten van de analysetijd.
(monster vergroten en de analysetijd verkorten)
- Analyseren van de relatie tussen het centrifugeverlies en het verwerkingsrendement.
- Analyseren van de bruikbaarheid van additionele parameters zoals het droge stofgehalte en het blancheerrendement.
- Vaststellen van richtlijnen voor een (eenvoudige, goedkope en praktische) meetmethodiek.

2 Proefopzet en uitvoering

2.1 Optimalisatie van centrifugeverlies methode

De volgende variabelen zijn in het onderzoek meegenomen:

1. Verkorting van de oorspronkelijke analysetijd (60 minuten).
2. Vereenvoudiging van de voorbewerking van het monster (schijfjes -> hele champignons).
3. Vergroting van het monstergewicht (10 gram -> 200 gram).
4. Bepaling van de invloed van de temperatuur tijdens bewaren en centrifugeren.
5. Bepaling van de invloed van uitdroging van het monster tijdens bewaren.

2.2 Correlatie tussen blancheer- en verwerkingsrendement.

Om de robuustheid van analyse van deze relatie te vergroten zijn ook de waarnemingen uit voorgaande projecten in het onderzoek meegenomen.

Twee partijen met champignons zijn uitgebreid onderzocht. Bij elke partij zijn uit vijf pallets van champignons van eenzelfde sortering, twee kisten genomen. Per kist zijn daarna de diverse rendementsbepalingen uitgevoerd.

Monstermateriaal:

In het onderzoek is gebruik gemaakt van monsters van PPO (1-1-40/60) en monsters van de firma Lutèce B.V. De kwaliteit van deze monsters varieerde van 2-2-60 tot 2-3-80.

Verwerkingsrendement

Door de firma Lutèce B.V. is het verwerkingsrendement gemeten. Daarbij is tevens het evacuatie- en blancheerrendement en het sterilisatieverlies bepaald (Bijlage 1).

Door PPO uitgevoerde analyses:

1. Centrifugeverlies
2. Kookrendement
3. Droge stofgehalte
4. Dichtheid
5. Intern Vocht
6. Diameter hoed
7. Ontwikkelingsstadium
8. Lamelkleur

Champignon sorteringen:

De sortering (bijvoorbeeld II-3-80) kan in drie componenten worden opgesplitst. Deze drie individuele componenten kunnen individueel als indicator worden gebruikt voor het voorspellen van het verwerkingsrendement. De eerste component (II) wordt niet gebruikt omdat deze voor conserven champignons vrijwel altijd hetzelfde is. De tweede component (3) geeft het ontwikkelingsstadium aan. In dit rapport zal deze sortering-stadium (Sort-S) worden genoemd. De derde component (80) geeft de maximale diameter aan. In dit rapport zal deze sortering-diameter (Sort-D) worden genoemd.

Statistische analyses:

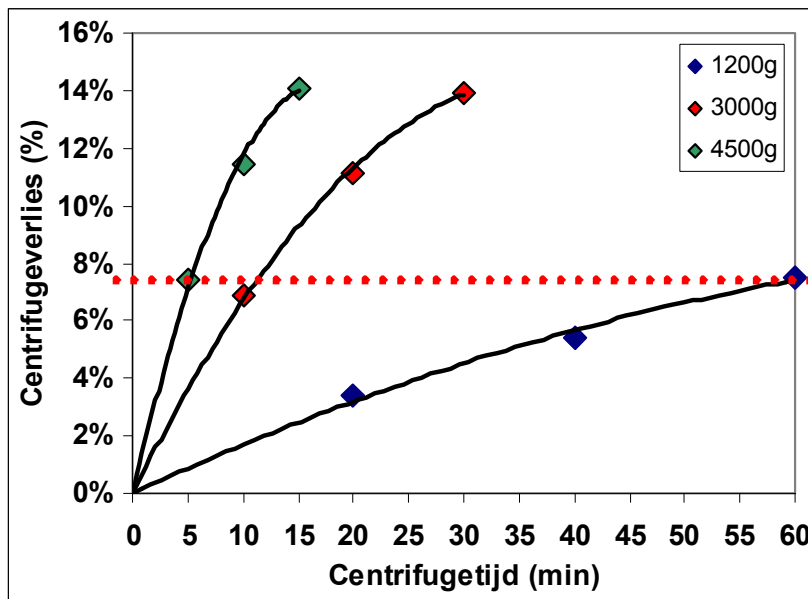
Correlatie berekeningen zijn uitgevoerd met het programma Datafit van de firma Oakdale Engineering (www.curvefitting.com).

3 Resultaten

3.1 Optimalisatie van centrifugeverliesmethode

Verkorten centrifuge tijd:

Een korte analysetijd kan bereikt worden door de centrifuge tijd te verkorten. De hoeveelheid vocht die uit de champignon verdwijnt zal hierdoor verminderen. Dit kan gecompenseerd worden door tegelijkertijd de centrifuge krachten (g-krachten) te verhogen. De tijdens de pilotstudie (project 220087) gebruikte centrifuge kracht van 1200g is tijdens deze studie verhoogd naar maximaal 4500g (Figuur 1 en 2).



FIGUUR 1. Door de centrifuge krachten te verhogen kan de centrifuge tijd aanzienlijk verkort worden bij een gelijkblijvende hoeveelheid vochtverlies.



2a

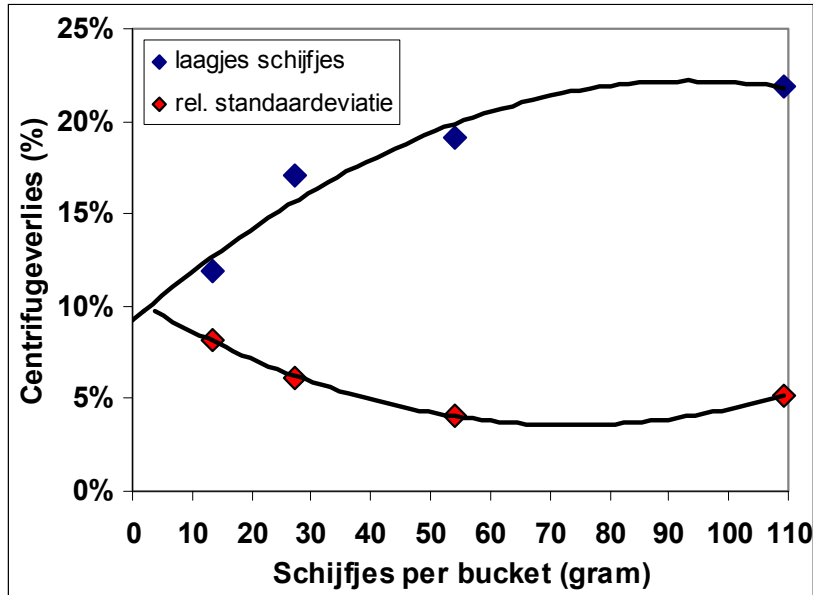
2b

FIGUUR 2a. Bij hoge centrifuge krachten (4500g) worden champignons sterk samengedrukt. Doordat de champignons bij toename van de monstergrootte op elkaar liggen wordt het vocht extra uit de champignons gedrukt. Hierdoor kan de centrifuge tijd nog meer verkort worden dan op basis van de verhoogde centrifuge tijd verwacht kan worden.

FIGUUR 2b. Aan de onderzijde van de samengedrukte champignons vindt vochtophoping plaats.

Verhogen monsterhoeveelheid:

In de pilotstudie werd gebruik gemaakt van in één laag aangebrachte champignonschijfjes. De hoeveelheid materiaal die per monster verwerkt kon worden was hierdoor beperkt (10-15 gram per analyse). Tijdens dit project zijn de monsterhoeveelheden verhoogd naar maximaal 200 gram per analyse (Figuur 3).



FIGUUR 3. Door de hoeveelheid monster per centrifuge bucket te verhogen wordt het centrifugeverlies verhoogd en de relatieve standaarddeviatie verlaagd.

Temperatuur, stapeling en voorbereiding monster:

Er zijn geen aanwijzingen dat de hoeveelheid vocht die uit de champignons treed sterk beïnvloed wordt door de temperatuur, de stapeling van het monster in de centrifuge bucket (random en hoed of steel beneden) of het doorsnijden van de champignons (Tabel 2).

Effect van uitdroging monster:

Indien de champignons tijdens het bewaren vocht verliezen (tot 1.4%) dan leidt dit tot lagere centrifugeverliezen (12.7 -> 11.4%). Dit verschil is veel kleiner dan in de pilotstudie waarbij naar het centrifugeverlies is gekeken (Van Loon 2002^b). Hier werd het centrifugeverlies bij schijfjes gehalveerd indien deze 1 uur in een plastic zakje werden bewaard.

Herhaalbaarheid analyse:

De bepaling van het centrifugeverlies is steeds in viervoud per monster uitgevoerd. De verwachting was dat bij een toename van de monstergrootte de herhaalbaarheid van de analyse toe zou nemen. Het effect is echter kleiner dan verwacht. De relatieve standaard deviatie (= standaard deviatie / centrifugeverlies) nam slechts licht af van ca. 9% naar 6% bij een toename van het monstergewicht van ca. 10 gram naar ruim 100 gram (Figuur 3).

TABEL 2 Overzicht van bepalingen tijdens het optimaliseren van de “centrifugeverlies” methode.
(n.b. = niet bepaald)

centrifuge snelheid	tijd (min)	monster	weefsel	stapeling	vocht verlies bewaren (%)	bewaar temp. (°C)	centrifuge temp. (°C)	monster per bucket (gram)	centri- fuge verlies (%)	std	eiwit (mg/ml)
1200g	20	A	schijf	1 laag	0	20°C	20°C	10	3.4	1.0	n.b.
"	40	"	"	"	"	"	"	"	5.4	0.4	"
"	60	"	"	"	"	"	"	"	7.5	0.6	"
3000g	10	"	"	"	"	"	"	"	6.8	0.5	"
"	20	"	"	"	"	"	"	"	11.2	0.5	"
"	30	"	"	"	"	"	"	"	13.9	0.7	"
4500g	5	"	"	"	"	"	"	9	7.4	0.6	"
"	10	"	"	"	"	"	"	"	11.4	1.0	"
"	15	"	"	"	"	"	"	"	14.1	1.3	"
4500g	5	B	schijf	1 laag	0	20°C	20°C	14	11.9	1.0	0.5
"	"	"	"	2 lagen	"	"	"	27	17.1	1.0	0.8
"	"	"	"	4 lagen	"	"	"	54	19.1	0.8	1.0
"	"	"	"	8 lagen	"	"	"	109	21.9	1.1	0.9
"	"	"	champ.	steel boven	"	"	"	95	19.0	0.5	0.8
"	"	"	"	hoed boven	"	"	"	95	18.0	0.7	0.8
"	"	"	"	random	"	"	"	100	18.7	1.1	0.8
3000g	5	C	champ.	random	0.02	20°C	20°C	113	12.7	1.2	0.8
"	"	"	"	"	0.05	"	"	106	11.7	0.9	0.8
"	"	"	"	"	1.4	"	"	103	11.4	1.4	1.0
"	"	"	"	"	1.4	4°C	20°C	105	12.0	1.4	0.8
"	"	"	"	"	1.4	"	4°C	108	12.0	1.3	0.8
1200g	5	D	champ.	random	0	20°C	20°C	202	10.8	0.7	n.b.
3000g	"	"	"	"	"	"	"	205	14.9	0.4	"
4500g	"	"	"	"	"	"	"	207	15.3	1.3	"
"	"	"	"	steel boven	"	"	"	180	17.3	0.5	"
"	"	"	1/4 champ.	random	"	"	"	184	15.1	1.0	"
"	2	"	champ.	"	"	"	"	192	11.6	0.5	"

3.2 Correlatie tussen indicatoren en eindrendement

Centrifugeverlies:

Op basis van de resultaten uit de optimalisatie experimenten zijn enkele centrifugemethoden gekozen die sneller, eenvoudiger en meer reproduceerbaar uitgevoerd kunnen worden. Bij een aantal praktijkmonsters afkomstig van de firma Lutèce BV is de correlatie tussen centrifugeverlies en eindrendement bepaald. Uit de resultaten blijkt dat de correlatiecoëfficiënt afneemt naarmate de centrifugesnelheid toeneemt (Tabel 1).

TABEL 1. Invloed van centrifuge- kracht en tijd op centrifugeverlies en correlatie met eindrendement.

centrifuge- kracht (g)	tijd (min.)	monster	centrifuge- verlies (%)	correlatie met eindrendement (R ²)
1200	60	10 gram schijfjes	4-12	0.70
"	5	200 gram hele champignons	6-15	0.48
4500	2	"	12-18	0.13
"	5	"	14-23	0.10

Als laatste methode is nog een centrifugemethode getest waarbij 200 gram champignonschijfjes gedurende 10 minuten bij 400g worden gecentrifugeerd. Bij kortere centrifugetijden komt onvoldoende vocht naar buiten om onderscheid tussen de monsters te kunnen maken. De correlatie met het eindrendement is redelijk ($R^2 = 0.62$) en vergelijkbaar met de correlatie van het droge stofgehalte met het eindrendement.

Blancheerrendement:

In het verleden is vaak per monster het verwerkingsrendement in enkelvoud bepaald. Dit betekent dat

in dat geval de resultaten van het blancheerrendement en het eindrendement aan elkaar gekoppeld zijn. Fluctuaties in het blancheerrendement werken hierdoor op dezelfde wijze door in het eindrendement. Dit geeft een overschatting van de correlatie tussen blancheer- en eindrendement. In dit project zijn daarom de rendementen in duplo bepaald. De correlatie blijkt dan wat minder te zijn maar beter dan van alle andere indicatoren (R^2 0.92 \rightarrow 0.88 in Tabel 3).

Kookrendement:

Het kookrendement valt te vergelijken met geblancheerde champignons waarbij de evacuatiestap is overgeslagen. Dit betekent dat dit een eenvoudiger proces is en hierdoor mogelijk interessant zou kunnen zijn als indicator voor het eindrendement. Indien het kookrendement (10minuten, 200 gram champignons) wordt vergeleken met het eindrendement dan blijkt er een redelijke correlatie ($R^2 = 0.50$) te zijn. Deze correlatie is echter niet zodanig dat de bepaling van het kookrendement een redelijk alternatief zou kunnen zijn voor het blancheerrendement. Indien de monstergrootte wordt verhoogd tot 4kg en de kooktijd wordt verlengd tot 30 minuten (18 minuten werkelijke kooktijd) dan heeft dit slechts in geringe mate een betere correlatie ($R^2 = 0.54$) met het eindrendement.

Droge stofgehalte:

Uit de onderzoeken in het verleden door het ATO (Schijvens 1994) uitgevoerd lijkt het droge stofgehalte een redelijke indicatie te geven voor het uiteindelijke verwerkingsrendement. In de projecten die door PPO zijn uitgevoerd blijkt de correlatie van het droge stofgehalte nogal wisselend te zijn. De correlatie is afhankelijk van de gebruikte monsters. Gemiddeld scoort het droge stofgehalte beter dan de bepaling van het centrifugeverlies (60 min. 1200g, 10 gram schijfjes).

Aanvullende indicatoren:

Naast bovenstaande indicatoren zijn nog een aantal andere kenmerken van champignons meegenomen als indicator voor het verwerkingsrendement (Tabel 3). Zo is het ontwikkelingsstadium gemeten, de lamelkleur, de diameter, de dichtheid, de gewichtsverhouding van hoed en steel, de mate van internvocht en de sortering (Sort-S en Sort-D).

Al deze indicatoren hebben op zich onvoldoende correlatie met het verwerkingsrendement om het eindrendement voldoende te kunnen voorspellen. Soms zijn ze wel in staat om samen met andere indicatoren de voorspellende waarde te verbeteren.

TABEL 3 Overzicht van correlatiecoëfficiënten tussen diverse indicatoren en het eindrendement.

indicator:	projectnummer: 220087		220126		620150		alle praktijk		alle projecten	
	monsters:		CaCl ₂		praktijk		R ^c n		R ^c n	
	R ^c	n	R ^c	n	R ^c	n	R ^c	n	R ^c	n
eindrendement onafhankelijk	-		-		0.97	21	-		-	
blancheerrendement afhankelijk	0.88	20	0.92	48	0.92	21	0.90	41	0.86	89
blancheerrendement onafhankelijk	-		-		0.88	20	-		-	
evacueerrendement afhankelijk	0.39	20	0.18	48	0.66	21	0.52	41	0.49	89
evacueerrendement onafhankelijk	-		-		0.63	20	-		-	
centrifuge: 10min. 400g 200g schijfjes	-		-		0.62	12	-		-	
% hoed	-		-		0.58	12	-		-	
droge stof	0.42	20	0.35	48	0.55	21	0.48	41	0.33	89
koken: 30min. 4000 gram	-		-		0.54	8	-		-	
koken: 10min. 200 gram	-		-		0.51	17	-		-	
centrifuge: 60min. 1200g 10g schijfjes	0.67	20	0.19	48	0.19	9	0.49	29	0.23	77
intern vocht	0.32	20	0.02	48	0.13	21	0.18	41	0.04	89
diameter	0.47	20	0.03	48	0.10	21	0.1	41	0.04	89
stadium	0.58	20	0.00	48	0.03	21	0.29	41	0.03	89
lamelkleur	0.26	20	0.00	48	0.01	21	0.06	41	0.00	89
Sortering - Stadium	0.49	20	-		0.01	21	0.12	41	0.02	89
Sortering - Diameter	0.34	20	-		0.01	21	0.15	41	0.03	89

R² = Correlatiecoëfficiënt met eindrendement

n = aantal monsters

- = niet bepaald

projectnummer 220087: Waterverlies bij champignons

projectnummer 220126: Verbetering van de champignonkwaliteit door toediening van calciumchloride (CaCl₂)

projectnummer 620150: Ontwikkeling van een indicator voor het verwerkingsrendement

3.3 Het combineren van indicatoren

Het nut om indicatoren te combineren hangt af van de extra inspanning die het gebruik van een dergelijke indicator met zich meebrengt. Er zijn vele combinaties die een redelijke tot goede schatting kunnen geven van het eindrendement (tabel 4). Later in dit rapport zal ingegaan worden op het aantal benodigde analyses per partij.

Indien het blancheerrendement als indicator voor het eindrendement wordt genomen dan kan op basis hiervan al een redelijke voorspelling gedaan worden ($R^2 = 0.88$, Tabel 4). Indien de diameter notatie van de sortering aanduiding (2-3-60) als extra indicator wordt meegenomen dan verbetert dit de voorspellende waarde ($R^2 = 0.91$). Indien tevens het droge stofgehalte en blancheerverlies (gewicht na blancheren / gewicht na evacueren) worden meegenomen dan levert dit opnieuw een kleine verbetering op ($R^2 = 0.92$).

TABEL 4 Overzicht van correlatiecoëfficiënten en standaardfout bij diverse combinaties van indicatoren en het eindrendement (verwerkingsrendement).

Combinaties van indicatoren	R^2	stand. fout	<i>n</i>
Eindrendement onafhankelijk	0.97	1.03	20
Blancheer afhankelijk	0.86	1.57	89
Blancheer afh. + Sort-D	0.93	1.15	89
Blancheer afh. + Sort-D + DS	0.95	0.98	89
Blancheer afh. + Sort-D + DS + Sort-S	0.95	0.98	89
Blancheer afh + Sort-S + Sort-D + Evacueren + Blaverlies	0.94	1.08	86
Blancheer afh + Sort-S + Sort-D + Evacueren + Blaverlies	0.96	1.12	20
Blancheer onafh. + Sort-S + Sort-D + Evacueren + Blaverlies	0.91	1.50	20
Blancheer onafhankelijk	0.88	1.74	20
Blancheer onafh. + Sort-D	0.91	1.54	20
Blancheer onafh. + Sort-D + DS	0.91	1.49	20
Centrifuge 400g	0.62	3.04	12
Centrifuge 400g + Evacueren	0.70	2.70	12
Centrifuge 400g + Evacueren + Dichtheid	0.84	1.69	8
Centrifuge 400g + Evacueren + Dichtheid + Sort-D	0.85	1.53	8
Centrifuge 400g + Evacueren + Dichtheid + Diameter	0.90	1.31	8
% Hoed	0.58	3.18	12
% Hoed + Evacueren	0.79	2.25	12
Evacueren afhankelijk	0.49	3.05	86
Evacueren onafhankelijk	0.63	3.10	20
Evacueren onafh. + DS	0.89	1.72	20
Evacueren onafh. + DS + Stuksgewicht	0.91	1.62	20
Evacueren onafh. + DS + Stuksgewicht + Dichtheid	0.89	1.49	20
Droge stof	0.33	3.46	89
Indicatoren geschikt voor diepvries, gebaseerd op diepvries sorteringen:			
DS	0.32	3.38	56
DS + Diameter	0.62	2.56	56
DS + Diameter + Dichtheid	0.68	2.37	56
DS + Diameter + Dichtheid + Centrifuge 1200g	0.76	2.07	56
DS + Diameter + Dichtheid + Centrifuge 1200g + Stadium + Intern vocht + Lamelkleur	0.78	2.06	56

afhankelijk = bepaling van eindrendement en indicator heeft plaatsgevonden bij dezelfde champignons

onafhankelijk = bepaling van eindrendement en indicator heeft plaatsgevonden bij andere champignons van hetzelfde monster

Blancheer = blancheerrendement

Blaverlies = blancheerverlies

DS = droge stof

Centrifuge 400 g = centrifuge 400g, 10min, 200gram schijfjes

Centrifuge 1200 g = centrifuge 1200g, 60min, 10gram schijfjes

Sort-S = sortering aanduiding stadium

Sort-D = sortering aanduiding diameter

% Hoed = aandeel hoed op gewichtsbasis

Diameter = gemiddelde diameter

Standaard fout = +/- grens voor 68% van alle waarnemingen

n = aantal monsters

3.4 Het voorspellen van het eindrendement van een partij champignons

Bij het voorspellen van het eindrendement spelen een aantal (statistische) factoren een rol. Indien deze factoren gemeten en berekend worden dan kan een schatting gemaakt worden van het benodigd aantal metingen voor het voorspellen van het eindrendement:

1. Wat is de variatie van het eindrendement in een partij champignons?

De rendementsverschillen tussen de kratten en de pallets lijken relatief klein te zijn. Dit betekent dat indien er een goede indicator (of combinatie van indicatoren) voor het eindrendement gevonden wordt, het eindrendement middels een klein aantal analyses voorspeld kan worden (Hoofdstuk 3.5 en Tabel 5). Ondanks de kleine variatie binnen een partij van eenzelfde sortering is het toch aan te bevelen om voor het analyseren van een partij een mengmonster te maken van champignons uit diverse pallets. De extra tijd die dit kost weegt al snel op tegen de afname van het aantal te maken analyses. De variatie binnen een partij (= component 1) wordt zo geminimaliseerd.

2. Wat is de correlatie tussen de indicator(en) en het eindrendement?

Indien men het eindrendement van een partij champignons wil voorspellen op basis van indicator(en) is het belangrijk dat er een goede correlatie bestaat tussen de indicator(en) en het eindrendement. De beste correlatie bestaat natuurlijk door het eindrendement zelf van enkele mengmonsters te bepalen. Het is de vraag of dit wenselijk gezien de arbeidsbelasting die dit vraagt.

Het blancheerrendement is de indicator met de beste correlatie met het eindrendement. Dit kan verbeterd worden door hier als indicator de diameter aanduiding van de sortering aan toe te voegen. Dit betekent geen verdere toename van de arbeidsbelasting doordat deze reeds door de keurmeester bepaald wordt. Door het blancheerrendement met andere indicatoren te combineren kunnen diverse opties gecreëerd worden om het eindrendement te voorspellen (hoofdstuk 3.3). Afhankelijk van de gebruikte indicatoren is hier ook een kostprijs aan verbonden voor de analysekosten per partij champignons.

Naast de correlatiecoëfficiënt (R^2) kan ook de standaardfout (Tabel 4) berekend worden. Deze geeft een indicatie voor de marges waarbinnen het eindrendement voorspeld kan worden (68% van de waarnemingen vallen binnen deze grenzen). Naarmate het rekenkundige model gebaseerd is op meer waarnemingen tussen de gebruikte indicatoren en het eindrendement zal de standaardfout afnemen.

Alle correlatie analyses zijn gebaseerd op de veronderstelling dat het geanalyseerde eindrendement van de monsters ook het werkelijke eindrendement van de hele partij is. Dit is natuurlijk niet het geval. Deze monsters, waarbij het eindrendement bepaald wordt geven een schatting van het eindrendement van de partij. Deze schatting heeft zelf ook een standaard fout van 1.03. Deze fout wordt door de statistische veronderstelling aan de indicatoren toegeschreven. Dit is niet terecht. Het geeft een onderschatting van de waarde van de indicatoren. Dit betekent dat de vermelde standaardfout bij de diverse combinaties van indicatoren in werkelijkheid lager zal liggen.

3. Wat is de variatie tussen de herhalingen van de indicator analyse?

De variatie tussen de herhalingen van de indicator analyses zal ook bijdragen aan de nauwkeurigheid van de schatting van het eindrendement. Normaal gesproken zal het aantal monsters dat per partij nodig is om het eindrendement te bepalen, ook voldoende zijn om met redelijke zekerheid de indicatoren te bepalen. Sommige bepalingen zoals de dichtheid vertonen een grotere variatie dan gemiddeld het geval is. Bij het gebruik van dergelijke indicatoren kan het benodigde aantal metingen toe nemen of zal het monster vergroot moeten worden. Sommige analyses zoals de bepaling van het eindrendement en het blancheerrendement vertonen erg weinig variatie tussen de herhalingen.

3.5 Het benodigde aantal bepalingen voor het schatten van het rendement in een partij

Het aantal benodigde bepalingen is sterk afhankelijk van de nauwkeurigheid en de mate van zekerheid waarmee met deze voorspelling wil doen. In tabel 5 wordt duidelijk gemaakt dat het altijd voordeel heeft om vooraf een mengmonster te maken van enkele kratten uit een partij. Hiermee kan het aantal benodigde bepalingen teruggebracht worden met een factor 1.5 - 2.

Er ontstaan ook grote verschillen door de zekerheid waarmee men een voorspelling wil doen. Een uitspraak die met 95% zekerheid gedaan wordt vereist ook 1.5 tot 2x zoveel bepalingen dan een uitspraak met 80% zekerheid.

Indien het eindrendement voorspeld wordt op basis van een of meerdere indicatoren dan zal een vergelijkbaar aantal bepalingen gedaan moeten worden. De marges voor de nauwkeurigheid van de voorspelling zullen echter wat groter zijn afhankelijk van de mate waarin de indicatoren correleren met het eindrendement.

De range van gerealiseerde eindrendementen bij de gebruikte praktijkmonsters kan sterk variëren (van ca. 60-80%). Door deze grote range is de marge van 1-2% waarbinnen het eindrendement geschat kan worden voldoende. Marges onder de 1% zijn nauwelijks realiseerbaar en ook niet zinvol.

TABEL 5. De nauwkeurigheid en zekerheid van de voorspelling van het eindrendement (verwerkingsrendement) bij diverse aantallen bepalingen.

aantal bepalingen:	2	3	4	5	10
95% zekerheid:	Marges (+/-) voorspelling eindrendement				
Mengmonsters uit een partij	5.8	1.6	1.0	0.8	0.5
Kratten uit een partij	11.6	3.2	2.1	1.6	0.9
90% zekerheid:					
Mengmonsters uit een partij	2.9	1.1	0.8	0.6	0.4
Kratten uit een partij	5.7	2.2	1.5	1.2	0.7
80% zekerheid:					
Mengmonsters uit een partij	1.4	0.7	0.5	0.4	0.3
Kratten uit een partij	2.8	1.4	1.1	0.9	0.6

3.6 Het voorspellen van het ontdooiverlies (dripverlies)

In dit project zijn geen bepalingen van het ontdooiverlies gedaan omdat dit voor kleine partijen moeilijk uitvoerbaar is. De verwachting is echter dat champignons met een hoog eindrendement ook een laag ontdooiverlies zullen vertonen. Omdat bij het diepvriesprocédé geen gebruik gemaakt wordt van evacueren of blancheren ligt het niet voor de hand om deze als indicator toe te passen. Daarom is in dit project ook gekeken naar combinaties van indicatoren waarbij deze twee indicatoren geen rol spelen. In tabel 4 zijn een aantal van dergelijke combinaties weergegeven. Hierbij is gebruik gemaakt van gegevens afkomstig van sorteringen die voor de diepvriesindustrie van belang zijn.

Het is duidelijk dat het droge stofgehalte als indicator alleen niet geschikt is ($R^2 = 0.32$). Door het droge stofgehalte te combineren met de gemiddelde diameter en de dichtheid wordt de correlatie beter ($R^2 = 0.68$). Indien nog meer indicatoren gecombineerd worden kan maximaal een correlatiecoëfficiënt van 0.78 bereikt worden. Door de analysetijden die voor deze indicator analyses nodig zullen zijn is dit niet praktisch toepasbaar. Het meten van enkele indicatoren in combinatie met de bepaling van het ontdooiverlies aan partijen champignons zal aan moeten tonen of deze indicatoren werkelijk geschikt zijn om als indicator te dienen voor het ontdooiverlies.

4 Discussie

Uit dit onderzoek komt naar voren dat de correlatie tussen het centrifugeverlies en het eindrendement onvoldoende is om als enige indicator voor het voorspellen van het eindrendement geschikt te zijn. De methode is verder te bewerkelijk om interessant te zijn om als aanvullende indicator te kunnen dienen.

Door de teleurstellende resultaten van het centrifugeverlies als indicator, is in het tweede gedeelte van dit project de aandacht verschoven naar de mogelijkheden om het blancheerrendement als indicator te gebruiken.

Het blancheerrendement blijkt uit resultaten van diverse projecten een goede indicatie te geven van het eindrendement. Door het blancheerrendement te combineren met een aantal aanvullende indicatoren (evacueer- en blancheerrendement en sortering) kan de voorspellende waarde nog verder worden verbeterd. De praktische haalbaarheid van het gebruik van indicator(en) zal afhangen van de nauwkeurigheid waarmee de relatie tussen indicator(en) en verwerkingsrendement wordt bepaald en de kosten van de analyses. Routinematige toepassing zal de analysekosten verlagen. Het verder optimaliseren door gebruik van statistische en mathematische methoden zal het aantal benodigde analyses nog verder verlagen.

5 Conclusies

Uit dit onderzoek kan het volgende worden geconcludeerd:

- De “centrifugeverlies” methode is niet geschikt als indicator voor het verwerkingsrendement door onvoldoende correlatie met het verwerkingsrendement en de bewerkelijkheid van de analysemethode.
- Een nauwkeurige schatting van het verwerkingsrendement wordt verkregen door het blancheerrendement te combineren met aanvullende indicatoren of door bepaling van het verwerkingsrendement zelf bij een aantal monsters uit een partij.
De meest geschikte aanvullende indicatoren naast het blancheerrendement zijn de sortering aanduidingen voor ontwikkelingsstadium en diameter, het evacueerrendement en het blancheerverlies (= gewicht na blancheren / gewicht na evacueren). Deze indicatoren hebben geen extra analysekosten tot gevolg omdat deze reeds bij de partijen bekend zijn of omdat deze bekend worden bij het bepalen van het blancheerrendement.
- De range van gerealiseerde eindrendementen bij de gebruikte praktijkmonsters kan variëren van ca. 60-80%. Door deze grote range is de marge van 1-2% waarbinnen het eindrendement geschat kan worden voldoende. Marges onder de 1% zijn nauwelijks realiseerbaar en ook niet zinvol.
- Het verzamelen van extra praktijkgegevens in combinatie met statistische en mathematische methoden zal het aantal benodigde analyses verlagen.
- Voorspellen van het ontdooiverlies is nog niet mogelijk. Indicatoren die geschikt zijn voor de conservenindustrie zijn moeilijk uitvoerbaar bij de diepvriesindustrie. Verder ontbreken er gegevens over de relatie tussen indicatoren en het ontdooiverlies. Mogelijke indicatoren kunnen zijn: droge stofgehalte, diameter en dichtheid.

6 Suggesties voor verder onderzoek

Het onderzoek heeft aangetoond dat er voldoende perspectieven zijn voor het gebruik van een indicator of een combinatie van indicatoren voor de voorspelling van het verwerkingsrendement in de praktijk. Een aantal vragen is hierbij nog niet geheel opgelost.

Wat zijn de verschillen in verwerkingsrendement tussen de diverse sorteringen binnen een partij?

Kennis hierover zal het aantal bepalingen per partij verlagen. Een goede statistische onderbouwing is hierbij van belang. Door optimaal gebruik te maken van statistische gegevens en mathematische analyses zal het aantal bepalingen verder verlaagd worden.

Het voorstel is daarom om de invloed van de sortering op de relatie tussen het blancheerrendement en het verwerkingsrendement op praktijkschaal te toetsen. Op basis van deze gegevens kan de relatie zo optimaal mogelijk berekend worden.

Welke aanvullende indicatoren zijn praktisch uitvoerbaar?

Op basis van registratie van de benodigde tijdsinspanningen voor de bepaling van de indicatoren kan besloten worden of een verdere doorvoering van het gebruik van een indicator zinvol is. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het feit dat bij een routinematige toepassing van de analyses de benodigde analysetijd per monster vaak aanzienlijk bekort kan worden. De tijd die nodig is per analyse zal uiteindelijk mede bepalen welke indicatoren acceptabel zijn of niet.

Welke indicatoren zijn geschikt voor het voorspellen van het ontdooiverlies

Er zijn enkele eenvoudig te bepalen indicatoren die geschikt kunnen zijn voor het voorspellen van het ontdooiverlies. Meetgegevens ontbreken hierover. Door enkele indicatoren specifiek te gebruiken voor het voorspellen van het ontdooiverlies kan hier duidelijkheid over verkregen worden.

7 Geraadpleegde literatuur

- Loon, P.C.C. van (1996). Het bepalen van het ontwikkelingsstadium bij de champignon met computer beeldanalyse. *De Champignoncultuur* 40(9). 347-352.
- Loon, P.C.C. van (2002^a) Effect van CaCl₂ op kwaliteit en productie van champignons. Publicatienummer 2002-3 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Loon, P.C.C. van (2002^b) Waterverlies bij champignons Publicatienummer 2002-17 Praktijkonderzoek Plant & Omgeving.
- Schijvens, E.P.H.M., J. Ruisch en W. van Deelen (1994) Gewichtsverlies bij conservering van champignons. *De Champignoncultuur* 38 (10), 421-425.