

# Een stuifmeelvervangingsmiddel van, voor en door de imker

S. van der Steen

Bijen hebben eiwit nodig en halen dit uit stuifmeel. Eiwitgebrek heeft negatieve consequenties voor de individuele bij en voor het bijenvolk. In kassen en tijdens bepaalde perioden in agrarische gebieden treedt vaak eiwitgebrek op. Dit is te zien aan een kleiner broednest vanwege verminderde eileg van de koningin en door kannibalisme.

In kassen is het oppervlak meestal te klein om voldoende stuifmeel te produceren voor de bestuivingsvolken en in veel agrarische gebieden zijn nog maar weinig onkruiden. Bijvoeren met geïmporteerd stuifmeel is geen optie vanwege de aangetoonde verhoogde kans op Amerikaans vuilbroed. Een ander alternatief is een stuifmeelvervangingsmiddel. In de loop van de jaren is hiernaar veel onderzoek gedaan. PPO Bijen met haar onderzoek naar stuifmeelvervangingsmiddelen heeft hierop voortgeborduurd. Uitgangspunt was dat elke imker met eenvoudige materialen een stuifmeelvervangingsmiddel moet kunnen samenstellen en gebruiken wanneer zijn bijen dit nodig hebben.

In dit artikel wordt ingegaan op de betekenis van eiwit voor een individuele bij en voor het bijenvolk, en wordt verslag gedaan van het onderzoek dat PPO Bijen in de periode 2001 – 2002 in opdracht van de Bedrijfsraad voor de Bijenhouderij in Nederland heeft uitgevoerd. Het artikel eindigt met een praktisch recept voor aanmaak en gebruik van een stuifmeelvervangingsmiddel.

## Behoefte en verdeling van eiwit over het volk

Elk levend organisme heeft eiwit nodig om te groeien en te leven. Planten maken eiwit met stoffen die ze uit de bodem en uit de lucht halen en dieren krijgen eiwitten binnen door het eten van planten en andere dieren. Bijen halen hun eiwit uit stuifmeel. In dieren wordt het eiwit afgebroken tot kleine deeltjes, de aminozuren, en deze losse aminozuren worden vervolgens weer samengevoegd tot die eiwitten die het dier nodig heeft. Bijen hebben eiwitten nodig voor onder andere het vervangen van oude lichaamscellen, het maken van voedersap, voor zaadcellen, eitjes en enzymen voor de stofwisseling. Een bijenvolk heeft ongeveer 125 mg stuifmeel nodig voor de opkweek van één nieuwe werkbij. Dit betekent dat elk bijenvolk zo'n 18 kg stuifmeel per jaar verzamelt en opeet. In het bijenvolk wordt het stuifmeel opgeslagen in cellen. In

het opgeslagen stuifmeel zorgen de micro-organismen *Pseudomonas* spp, *Lactobacillus* spp en *Saccharomyces* spp er voor dat het stuifmeel geconserveerd wordt. Tegelijk wordt door deze micro-organismen de samenstelling veranderd waardoor het gemakkelijker verteerbaar is. Dit opgeslagen, geconserveerde stuifmeel is het bijenbrood. Dit bijenbrood wordt door jonge bijen gegeten om de voedersapklieren op te bouwen. Deze consumptie neemt toe tot de bij voedsierbij geworden is en wordt daarna weer minder. Voedsierbijen zijn voor de productie van eiwitrijk voedersap afhankelijk van het eiwit dat ze kunnen consumeren en van de reserves die ze in de larvale periode opgebouwd hebben. Via het voedersap wordt het eiwit over het bijenvolk verdeeld. Alle bijen en het bijenbrood, behalve de jonge bijen in de opbouwfase naar voedsierbijen, krijgen het eiwit dus via het voedersap en niet rechtstreeks uit stuifmeel. Jonge larven tot 3 à 4 dagen oud worden door de voedsierbijen gevoerd met voedersap. In de resterende larvale periode worden ze gevoed met een mengsel van voedersap, honing en een beetje stuifmeel. Dit dieet bevat minder eiwitten en meer koolhydraten. Voedsierbijen kunnen in een eiwitarme periode nog ongeveer een week eiwitrijk voedersap produceren door het verbruiken van de eigen lichaamsreserves. Wanneer de eiwitbehoefte niet gedekt kan worden met eiwit uit stuifmeel en reserves gaan de bijen over op kannibalisme. De eitjes en jonge larven worden geconsumeerd om de koningin en het resterende broed van voldoende eiwit te voorzien.

Een werksterlarve heeft 50 mg voedersap nodig om 35 mg in gewicht toe te nemen. Behalve dat de larve van het voedersap groeit, bouwt het hiervan ook een reservevoorraad op in de vorm van het eiwitvetlichaam. Een bijenvolk haalt stuifmeel naar behoefte. Wanneer het eiwitgehalte in het voedersap te laag wordt, worden extra bijen gerekruteerd om meer stuifmeel te gaan halen.

## Eiwit- en vetreserves

Het eiwitvetlichaam, dat bij de honingbij voornamelijk in het abdomen zit, wordt in het larvale stadium opgebouwd. In het popstadium wordt deze voorraad gedeeltelijk gebruikt voor de metamorfose. De grootte van het eiwitvetlichaam weerspiegelt de voedingstoestand van de bij; in een goed gevoede bij

is dit beduidend groter dan in een niet goed gevoede bij. De eiwitten die nodig zijn voor het voedersap komen deels uit de opgebouwde reserve en deels uit de consumptie van stuifmeel. Deze eiwitten komen via het haemolympe bij de voedersapklieren en worden daar omgezet in voedersap.

Een goede eiwitvoorziening in het larvale stadium verhoogt de weerstand tegen ziekten, in het bijzonder tegen een *Nosema apis* infectie. De peritrophe membranen die de darmcellen beschermen zijn dikker waardoor het voor *Nosema apis* moeilijker is om in de darmcellen te komen en bovendien kunnen geïnfecteerde darmcellen sneller vervangen worden. Ook zijn goed gevoede bijen beter bestand tegen pesticiden. Dit laatste heeft waarschijnlijk te maken met de enzymatische afbraak van pesticiden in de bij, de zogenaamde detoxificatie.

### Bestaande kennis

De belangrijkste conclusies in de literatuur gaan over de samenstelling, de consumptie en het effect op bijenbrood van verschillende stuifmeelvervangingsmiddelen. Middelen op basis van soja, (melk)eiwitten en biergist bevatten de aminozuren die de bijen nodig hebben voor de aanmaak van eiwitten en voedersap. Een mengsel van deze stoffen wordt door de bijen echter niet als voedsel herkend en dus ook niet geconsumeerd. Er moeten zogenaamde fagostimulerende stoffen aan toegevoegd worden. Dit zijn stoffen die ervoor zorgen dat iets aantrekkelijk wordt om te eten. De attractieve stof in stuifmeel is trans, cis, cis-2,9,12 Octadecatrieenzuur. Dit vetzuur komt, gebonden aan glycerol, in lijn(zaad)olie voor. Stuifmeelvervangingsmiddelen met saccharose worden het best geconsumeerd. Ook de afstand tussen het broednest en de plaats waar het middel wordt aangeboden is belangrijk. Stuifmeel en stuifmeelvervangingsmiddelen die verder dan 7 cm van het broednest verwijderd zijn, worden slechts bij toeval ontdekt. De consumptie van stuifmeelvervangingsmiddelen met minder dan 10% eiwit en middelen met meer dan 50% eiwit leiden niet tot de aanzet van broed.

Deze bevindingen vormden de basis voor het stuif-

meelvervangingsmiddel dat door ons is samengesteld en getest.

### Opzet van het onderzoek

Het stuifmeelvervangingsmiddel dat op basis van literatuurgegevens is samengesteld, is beoordeeld op het effect op continuïteit van broedzorg, eiwitgehalte in het haemolympe en op levensverwachting. Dat het stuifmeelvervangingsmiddel geconsumeerd wordt is in voorbereidende testen vastgesteld en maakte geen deel uit van dit onderzoek. Het onderzoek was een veldstudie. Dit wil zeggen dat de bijenvolken zich onder normale omstandigheden buiten bevonden. In 2001 is bij negen volken de aanvoer van stuifmeel in het volk belemmerd door het plaatsen van een stuifmeelval. Drie volken kregen bijenbrood, drie volken kregen stuifmeelvervangingsmiddel en drie volken kregen niets bijgevoerd. In 2002 is dit met 12 volken uitgevoerd waarbij bij 8 volken de stuifmeelaanvoer belemmerd werd met een stuifmeelval. Vier volken kregen stuifmeelvervangingsmiddel en vier volken werden niet bijgevoerd. Daarnaast fungeerde een groep van vier volken als controle. Hierbij werd de aanvoer van stuifmeel niet belemmerd en er werd niets bijgevoerd.

### Resultaten onderzoek: eiwit in haemolympe

Zoals vermeld blijft er ook in een eiwitarme situatie gedurende de eerste week voldoende eiwit circuleren uit de reserves van de voedsterbijen. Daarom is dit deel van het onderzoek uitgevoerd met bijen die 10 tot 14 dagen na het begin van het onderzoek jonge larve waren. Deze bijen die vier weken na de aanvang van het onderzoek geboren werden, werden gemarkeerd met een witte stip op het borststuk. Na 7 dagen in het volk, waarin ze zelf stuifmeel of stuifmeelvervangingsmiddel konden eten en gevoerd konden worden met voedersap, werd van deze bijen het eiwit in het haemolympe gemeten. Dit is in 2002 herhaald met bijen die vijf weken na het begin geboren werden. Bij deze bijen is na 9 dagen het eiwit in het haemolympe gemeten. De resultaten staan in tabel 1.

Tabel 1. Gemiddeld  $\mu\text{g}$  eiwit /  $1 \mu\text{l}$  haemolympe in werkbijen, opgekweekt in volken die gevoerd werden met verschillende eiwitbronnen

| Behandeling                                      | eiwit $\mu\text{g}$ / $\mu\text{l}$ haemolympe | standaard afwijking          | jaar |
|--------------------------------------------------|------------------------------------------------|------------------------------|------|
| Stuifmeelvervangingsmiddel                       | 33 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$                   | 9 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  | 2001 |
| Geen bijenbrood, geen stuifmeelvervangingsmiddel | 31 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$                   | 14 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ | 2001 |
| Stuifmeelvervangingsmiddel                       | 14 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$                   | 3 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  | 2002 |
| Geen belemmering van stuifmeelaanvoer            | 22 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$                   | 18 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ | 2002 |
| Geen bijenbrood, geen stuifmeelvervangingsmiddel | 12 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$                   | 5 $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  | 2002 |

In 2001 is het eiwitgehalte bepaald bij bijen van zeven dagen oud en in 2002 bij bijen van negen dagen. De gemiddelde eiwitgehalten in het haemolympe waren binnen hetzelfde onderzoeksjaar statistisch niet verschillend. In 2001 varieerde het gemiddelde gehalte tussen 31 en 33  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  en in 2002 tussen 12 en 22  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$ . De waarde van 22  $\mu\text{g}/\mu\text{l}$  lijkt er uit te springen maar door de grote variatie is deze gemiddelde waarde niet afwijkend van de andere gemeten waarden in 2002. De gemeten waarden vallen binnen de normale waarden die in de literatuur staan. Het grootteverschil tussen beide jaren is terug te voeren op de fysiologische toestand van de bijen op dat moment. De bijen met de hoogste eiwitsynthese hebben het hoogste eiwitgehalte in het haemolympe. Wanneer dit bereikt wordt, hangt af van de situatie in het volk. De resultaten laten zien dat per proefperiode de bijen in alle volken in dezelfde fysiologische toestand waren. De resultaten laten ook zien dat het voeren met het stuifmeelvervangingsmiddel of bijenbrood resulteert in gelijke eiwitgehalten in de bijen. Hetzelfde geldt ook voor de vergelijking tussen het aanbieden van stuifmeelvervangingsmiddel en het vrij verzamelen van stuifmeel. Het bijvoeren van het stuifmeelvervangingsmiddel of bijenbrood en het belemmeren van de stuifmeelaanvoer resulteert niet in een significante toe- of afname van het eiwitgehalte. Dit was ook niet te verwachten aangezien zowel eiwit in haemolympe als vetlichaam door meerdere factoren bepaald worden waarvan de externe toevoer van eiwit de belangrijkste is. Honingbijen wisselen eiwit uit tussen

haemolympe, vetlichaam en voedersapklieren, afhankelijk van de behoefte in het volk. Bovendien compenseren de bijen eiwittekort door kannibalisme en inkrimping van het broednest.

### Resultaten van het onderzoek: broedontwikkeling

Om de voortgang van de broedontwikkeling te kunnen volgen werden direct na de aanvang van het onderzoek en op bepaalde tijden na de aanvang, cellen met jonge larven gemarkeerd. Na 6 tot 10 dagen werden deze cellen gecontroleerd om te kijken of de jonge larven zich ontwikkeld hadden tot pop. De resultaten staan in onderstaande tabel.

Per proefonderdeel zoals Aanvang onderzoek, 12 dagen na aanvang onderzoek etc. geeft een letter achter het percentage aan of er een statistisch aantoonbaar verschil is. Dezelfde letter betekent geen verschil en een andere letter wel.

In 2001 zijn alle cellen met jonge larven gemarkeerd. In 2002 is dit beperkt tot 100 cellen per volk. Bij de aanvang van het onderzoek in 2001 en in 2002 was er geen verschil in succesvolle ontwikkeling van jonge larve tot pop in de volken die wel aanvoer van stuifmeel, bijenbrood of stuifmeelvervangingsmiddel hadden en de volken die dit niet hadden. Dit was ook niet te verwachten omdat in de eerste week nog voldoende eiwit in het volk circuleert om deze jonge larven te voeren. De ontwikkeling van larve tot pop, 7 en 12 dagen na het begin van het onderzoek in de

Tabel 2. Ontwikkeling van jonge larven tot pop in volken die gevoerd werden met de eiwitbronnen stuifmeelvervangingsmiddel, of bijenbrood en de controlevolken waarbij de stuifmeelaanvoer wel of niet belemmerd werd.

| Tijdstip markeren cellen | eiwitbron                                          | gemiddeld<br>aantal larven<br>per volk | percentage<br>succesvolle<br>ontwikkeling | jaar |
|--------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------|-------------------------------------------|------|
| Aanvang onderzoek        | bijenbrood                                         | 699                                    | 66 % <sup>a</sup>                         | 2001 |
| Aanvang onderzoek        | stuifmeelvervangingsmiddel                         | 405                                    | 78 % <sup>a</sup>                         | 2001 |
| Aanvang onderzoek        | geen bijenbrood en geen stuifmeelvervangingsmiddel | 474                                    | 71 % <sup>a</sup>                         | 2001 |
| 12 dagen na aanvang      | bijenbrood                                         | 263                                    | 79 % <sup>a</sup>                         | 2001 |
| 12 dagen na aanvang      | stuifmeelvervangingsmiddel                         | 297                                    | 62 % <sup>a</sup>                         | 2001 |
| 12 dagen na aanvang      | geen bijenbrood en geen stuifmeelvervangingsmiddel | 142                                    | 51 % <sup>b</sup>                         | 2001 |
| Aanvang onderzoek        | stuifmeelvervangingsmiddel                         | 100                                    | 96 % <sup>a</sup>                         | 2002 |
| Aanvang onderzoek        | geen belemmering van stuifmeelaanvoer              | 100                                    | 81 % <sup>a</sup>                         | 2002 |
| Aanvang onderzoek        | geen bijenbrood en geen stuifmeelvervangingsmiddel | 100                                    | 92 % <sup>a</sup>                         | 2002 |
| 7 dagen na aanvang       | stuifmeelvervangingsmiddel                         | 100                                    | 97 % <sup>a</sup>                         | 2002 |
| 7 dagen na aanvang       | geen belemmering van stuifmeelaanvoer              | 100                                    | 87 % <sup>a</sup>                         | 2002 |
| 7 dagen na aanvang       | geen bijenbrood en geen stuifmeelvervangingsmiddel | 100                                    | 82 % <sup>b</sup>                         | 2002 |
| 35 dagen na aanvang      | stuifmeelvervangingsmiddel                         | 100                                    | 85 % <sup>a</sup>                         | 2002 |
| 35 dagen na aanvang      | geen belemmering van stuifmeelaanvoer              | 100                                    | 80 % <sup>a</sup>                         | 2002 |
| 35 dagen na aanvang      | geen bijenbrood, geen stuifmeelvervangingsmiddel   | 100                                    | 77 % <sup>a</sup>                         | 2002 |

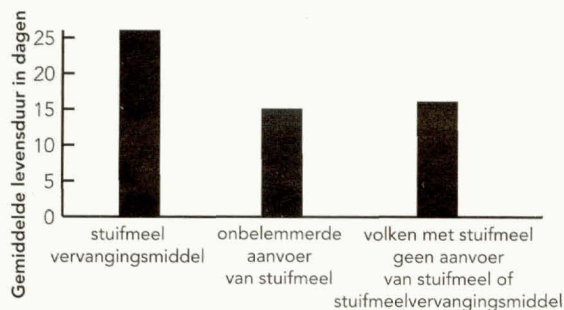
volken waar geen aanvoer van eiwit in de vorm van stuifmeel, bijenbrood of stuifmeelvervangingsmiddel was, liep terug ten opzichte van de ontwikkeling in de volken waarin wel aanvoer van eiwit was. Vijf weken na de aanvang was er geen statistisch verschil in ontwikkeling meer tussen de proefvolken. Dit is waarschijnlijk het resultaat van een herverdeling van het eiwit door inkrimping van het broednest en kannibalisme. Beide factoren zijn in het onderzoek van 2002 niet gemeten.

De resultaten laten zien dat het stuifmeelvervangingsmiddel het stuifmeeltekort kan opvangen en bijdraagt aan de voortgang van ontwikkeling van de bijenlarven tot pop en wel in dezelfde mate als bijenbrood.

### Resultaten van het onderzoek: levensverwachting

Dit onderdeel is alleen in 2002 uitgevoerd. Een deel van de bijen die vijf weken na de aanvang van het onderzoek geboren werden werd gebruikt voor het eiwitonderzoek. Per volk werden drie groepjes van tien bijen in laboratoriumkastjes gezet en voorzien van kristalsuikeroplossing bij 23 graden. Van deze bijen is de levensduur bepaald. Deze bijen waren twee tot drie weken na het begin van het onderzoek in het larvale stadium. In die periode was de reserve in de voedsterbijen flink teruggelopen en was de aanvoer van eiwit afhankelijk van het aangeboden voedsel.

De resultaten staan in figuur 1.



Figuur 1. Gemiddelde levensduur van bijen uit volken met verschillende eiwitaanvoer, onder laboratoriumomstandigheden.

De gemiddelde levensduur van de bijen uit de volken die gedurende vijf weken bijgevoerd werden met stuifmeelvervangingsmiddel van PPO-Bijen was met 25 dagen significant hoger dan van de bijen uit de volken die vrij stuifmeel konden verzamelen (15 dagen) en van de volken waarbij de stuifmeelaanvoer belemmerd was (16 dagen). Deze bijen zijn geboren in volken die daarvoor gedurende vijf weken voorzien

waren van stuifmeelvervangingsmiddel. Vervolgens zijn deze bijen gedurende negen dagen in het volk gebleven om het complete voedingspatroon in zowel het larvale stadium als in het volwassen stadium tot negen dagen mee te maken. De resultaten geven aan dat de eiwitstroom in de volken met het stuifmeelvervangingsmiddel beter en constanter was dan in de controlevolken. Van het stuifmeelvervangingsmiddel kon elke dag zoveel gegeten worden als nodig was. De aanvoer van stuifmeel in de groep waarin dit niet belemmerd was met een stuifmeelval was afhankelijk van stuifmeeldracht en weersomstandigheden.

### Conclusie

Het bijvoeren van bijenvolken met het stuifmeelvervangingsmiddel in situaties waarin weinig of geen aanvoer van stuifmeel te verwachten is helpt het volk de broedzorg te continueren en de kwaliteit van de bijen, uitgedrukt in levensverwachting, te verhogen.

### Recept stuifmeelvervangingsmiddel

- 3 gewichtsdelensojameel (niet ontvet)
- 2 gewichtsdelensbiergistmeel
- 3,2 gewichtsdelencalciumcaseinaatmeel (melkeiwit 90%)
- 0,8 gewichtsdelenswei-eiwitmeel (melkeiwit 80%)
- 10 gewichtsdelensaccharose-oplossing 50% in water
- 2 gewichtsdelenslijn(zaad)olie

Dit middel bevat globaal 23% eiwit en 24% saccharose. De soja, biergist en melkeiwitten werden gemengd, fijngewreven tot een fijn poeder en vervolgens met de lijn(zaad)olie en saccharose-oplossing gemengd tot een smeug deeg. De gemiddelde consumptie van het stuifmeelvervangingsmiddel, gemeten in de periode van 9 juli tot 9 augustus 2002, varieerde van zeven tot twintig gram per dag en bedroeg gemiddeld 14 gram per dag.

### Praktische tips

Sojameel, calciumcaseinaat en wei-eiwit zijn verkrijgbaar bij de hengelsportzaken. Deze stoffen worden ook gebruikt voor het maken van lokvoer voor vissen. Sojameel en biergist, gemalen of in korrels, is verkrijgbaar bij de reformzaken. Saccharose is de chemische naam voor kristalsuiker. Saccharose 50% wordt gemaakt door een kilo kristalsuiker op te lossen in een liter water. Meer en minder suiker en water kan natuurlijk ook als de verhouding maar hetzelfde blijft.

Het stuifmeelvervangingsmiddel is rijk aan eiwitten en



*PPO-Bijen: Bijen snoepen van het stuifmeelvervangingsmiddel*

suikers en is daarom ook een ideale voedingsbodem voor schimmels. Na enkele dagen gaat het schimmelen. Daarom is het raadzaam om per keer slechts voor drie dagen stuifmeelvervangingsmiddel aan te bieden waarbij u uit kunt gaan van een verbruik van 14 gram per dag bij een volk op twee bakken. Het is zaak het middel zo dicht mogelijk bij het broednest te plaatsen. Eventueel kan het broednest omgehangen worden. Stuifmeelvervangingsmiddel dat verder dan 7 cm van het broednest verwijderd is wordt niet gevonden en geconsumeerd. Het toevoegen van citroenzuur zou de houdbaarheid kunnen verhogen. Dit is echter niet in het onderzoek meegenomen.

### **Geen vervanging**

De naam stuifmeelvervangingsmiddel is wat misleidend. Het is vooral bedoeld om een stuifmeelarme periode te overbruggen en niet om het stuifmeel geheel te vervangen. Een goede stuifmeelvoorziening blijft belangrijk voor een bijenvolk en het stuifmeelvervangingsmiddel is er om de negatieve gevolgen voor de individuele bij en het bijenvolk in perioden met verminderde stuifmeelaanvoer te voorkomen. Voor de geïnteresseerde imker is het rapport met de literatuurverwijzingen gratis te downloaden van onze internetsite: [www.ppo.wur.nl](http://www.ppo.wur.nl)