

Praktische Opdracht Biologie

Voedingswaarden



Door:

Isabelle De Marco
Jeroen van Leerdam
Huib Donkers
Joery den Hoed

Inhoud

Inleiding	2
Theorie	3
Proefbeschrijving	5
Resultaten	9
Conclusie	12
Logboek	15
Bronnenlijst	16

Inleiding

Vandaag de dag worden groenten gezien als een van de gezondste voedingsstoffen die er zijn. Het is niet voor niets dat het Voedingscentrum iedereen aanraadt minimaal 200 gram groente en fruit per dag te eten. Wat voor effect heeft het eten van groente eigenlijk? Wat is het verschil tussen verschillende groenten? Groeien we eigenlijk wel van groenten, zijn daar geen koolhydraten en vetten voor nodig? We willen het allemaal bekijken.

Omdat deze metingen op mensen onmogelijk zijn - probeer maar eens een week te leven op alleen groente, we zijn geen herbivoren!- hebben we gekozen voor een proefdier. Wat is in deze situatie een beter proefdier dan de rups?! Of specifieker nog: de rups van wat uiteindelijk een koolwitje moet worden, je weet wel, zo'n prachtige vlinder!

Zoals bekend is, is de transformatie van een rups tot vlinder nogal spectaculair. Wat voor effect zal het eten van specifieke groente hebben op deze transformatie? Zo'n transformatie kan enkel succesvol verlopen wanneer men gebruik maakt van goede, voedzame, gezonde voeding.

Als onderdeel van het onderzoek willen we kijken naar de uitwerking van voeding op de groei van de rups. Omdat dit proces vanuit meerdere perspectieven te bekijken valt (vanuit de rups, vanuit het dier, maatschappelijk enzovoort) hebben we ervoor gekozen om het vanuit het plant- en voedingsperspectief te bekijken. Met behulp van voedingswaardentabellen en metingen van de rupsen, willen we tot een conclusie komen. Welk onderdeel in de voedingswaardetabel zal uiteindelijk de doorslaggevende factor zijn? Is het de sla, of toch de broccoli?

Tijdens dit onderzoek zullen we letten op de hoeveelheid voeding, de soort voeding en de hoeveelheid feces. Dierenwelzijn staat bij ons in een hoog vaandel, daarom zullen we kiezen voor de beste omstandigheden voor de rupsen en proberen om hun verblijf in ons laboratorium zo prettig mogelijk te laten verlopen.

Veel plezier bij het lezen en hopelijk komt u nog iets te weten wat u niet eerder wist!

Theorie

In ons experiment hebben we gebruik gemaakt van levende organismen die hier beschreven zullen worden.

Het organisme

Vlinders

Vlinders zijn gevleugelde insecten, waarvan vele soorten zijn, die over heel de wereld voorkomen. De oudste vlinders komen uit het Paleogeen en verschenen tegelijk met bloeiende planten.

Het leven van een vlinder bestaat uit een volledige gedaanteverwisseling, verdeeld in vier stadia. Het eerste stadium is het ei, vervolgens de larve (rups), pop en daarna de vlinder (of imago).

Rups

De rups is de larve van een vlinder en het tweede stadium van de gedaanteverwisseling. Het doel van een rups is eten, een rups moet zoveel mogelijk voedsel tot zich nemen. Het zijn zeer snelle groeiers (een van de snelst groeiende organismen in het dierenrijk) en daarnaast is energie nodig voor het verpoppen. Enkele soorten nemen in het vierde stadium niet eens voedsel meer op.

Een rups vervelt zo'n vier à vijf keer en elke vervelling wordt een instar genoemd. Het uiterlijk van rupsen is erg divers. Iedere soort vlinder heeft een eigen soort rups. Sommige zijn erg kleurrijk (om te laten zien dat ze giftig zijn), andere vallen juist nauwelijks op en zijn bruinig of groen. De meeste rupsen bestaan uit dertien segmenten, waarvan de voorste drie poten hebben. De overige segmenten bevatten propoten, dit zijn geen "echte" poten, maar ongelede uitsteeksels waar de rups zich mee vast kan houden. De ogen zitten onder op de kop en zijn enkelvoudig, de rups kan dus niet goed zien. Daarom wordt er ook meer gebruik gemaakt van de voelsprietten.

Het groot Koolwitje

In ons experiment is gebruik gemaakt van rupsen van het groot Koolwitje. Dit is een dagvlinder die voorkomt in grote delen van Europa.

De eieren van het grote Koolwitje worden op bladeren van kruisbloemigen gelegd. Kruisbloemigen vormen dat ook hét dieet voor de rupsen van deze vlinder. Bij kruisbloemigen moet men denken aan wintergroenten als bloemkool, boerenkool, spruiten, witte kool, radijs, broccoli etc. De rupsen vormen dan ook vaak een plaag en brengen veel schade toe aan de oogsten door vraat.

Kruisbloemigen bevatten vaak secundaire metabolieten, organische verbindingen die bestaan uit zwavel en stikstof. De rups kan het zwavel uit zijn voedsel opslaan en verdedigt zich zo, omdat bij het eten de vervelende, vluchtige stoffen vrijkomen.

Het voedsel

In ons experiment hebben we verschillende groenten gebruikt die nu beschreven zullen worden.

Spruitkool

Spruitjes zijn een wintergroente die voornamelijk in Nederland, België en Engeland

geteeld worden. Er wordt gezaaid in februari tot april en oogsten kan van augustus tot maart (dit verschilt uiteraard weer per soort).

100 gram spruitjes bevatten:

Energie:	37 kcal, 155 kJ
Water:	85,5 g
Eiwit:	3,8 g
Koolhydraten:	4,2 g
Suikers:	4,0 g
Vet:	0,5 g
Vezels:	4,0 g

Broccoli

Broccoli is een groente die sterk verwant is aan de bloemkool.

100 gram broccoli bevat:

Energie:	29 kcal, 125 kJ
Water:	90,0 g
Eiwit:	3,3 g
Koolhydraten:	2,0 g
Suikers:	1,5 g
Vet:	0,2 g
Vezels:	3,5 g

Witte kool

Witte kool is een groente die vooral in West-Friesland geteeld wordt (daar komen bepaalde ziekten niet voor). De kool kan geoogst worden in juli/augustus en in oktober.

100 gram witte kool bevat:

Energie:	27 kcal, 117 kJ
Water:	91,0 g
Eiwit:	1,5 g
Koolhydraten:	3,8 g
Suikers:	3,6 g
Vet:	0,2 g
Vezels:	2,5 g

Sla

Sla is de enige niet kruisbloemige groente die wij gebruiken hebben. Daarnaast bevat deze groente veel minder energie dan de bovenstaande groenten.

100 gram sla bevat:

Energie:	11 kcal, 47 kJ
Water:	94,2 g
Eiwit:	1,3 g
Koolhydraten:	1,0 g
Suikers:	1,0 g
Vet:	0,2 g
Vezels:	1,3 g

Proefbeschrijving

Na het ontstaan van ons idee voor de praktische opdracht, zijn we gauw aan de slag gegaan met het zoeken naar informatie en de benodigde spullen. Na een zoektocht over internet, kwam Joery op de site van Universiteit Wageningen, de website waar wij ons idee ook vandaan hebben. Na wat heen en weer mailen met de Universiteit kregen wij het adres van de Nederlandse Vlinderstichting. Joery heeft hen het plan voorgelegd en de Nederlandse Vlinderstichting reageerde hierop enthousiast. In plaats van het gebruikelijke vlinderpakket (eitjes, rupsen, poppen en vlinders) kregen wij enkel de rupsjes, de prijs van negentien Euro hoefden wij niet te betalen, mits wij ons verslag naar hen op zouden sturen. Hier willen wij de Nederlandse Vlinderstichting uiteraard voor bedanken!

‘Proefdier’ is meestal een woord met een negatieve ondertoon. Toch hebben we gebruik gemaakt van proefdieren namelijk het koolwitje. Om de effecten van de groenten op de groei te testen was het in dit geval de beste keuze om gebruik te maken van het koolwitje. In tegenstelling tot de bio-industrie hebben wij geprobeerd om de koolwitjes hun verblijf in de petrischalen zo aangenaam mogelijk te maken. We hebben ze enkel gevoerd, gewogen en hun verblijf schoongemaakt. Andere proeven, zoals injecteren, enge medicijnen geven en dergelijke, hebben we niet gedaan. Dit gaat tegen onze principes in.

Verzorging van de rupsen

Na het ontvangen van de rupsen op het huisadres van Joery, heeft hij ze in een bakje gezet. Dit bakje is eigenlijk bedoeld als een soort van huis voor de vis, wanneer diens kom verschoont wordt. Om toch genoeg lucht binnen te laten, is er een geperforeerd plastic zakje over de bovenkant heen gespannen met een elastiek. De gaatjes waren echter niet te groot: de rupsen konden op deze manier dus niet ontsnappen. Na een veilige rit van huis zijn ze op school aangekomen en ondergebracht in het biologielab. Meteen de eerste dag hebben we ze netjes verdeeld over vier petrischalen en het vissenbakje. Het vissenbakje was uiteraard goed schoongemaakt, om te voorkomen dat de rupsen schadelijke effecten zouden ondervinden van de voormalige aanwezigheid van de vissen.

Omdat we een redelijk groot aantal rupsen hebben ontvangen van de Nederlandse Vlinderstichting, toch al gauw zo’n zestig stuks, hebben we in elk schaalpje tien rupsen gezet. Omdat je met vier schaalpjes uitkomt op veertig rupsen, hebben we het restant in het vissenbakje gelaten. Het vissenbakje was groter dan de schaalpjes en kon daarom een grotere hoeveelheid rupsen herbergen. Om de rupsen toch de mogelijkheid te geven wat te eten, hebben we in alle petrischalen een stuk witte kool gelegd.

De proeven

De metingen die we willen uitvoeren, zullen de eerlijkste resultaten geven wanneer de leefomstandigheden hetzelfde zijn, op één aspect na: we willen namelijk het effect van de bepaalde voedingssoort op de groei van de rups bepalen. Daarom hebben we alle

rupsen in dezelfde ruimte ondergebracht, steeds op dezelfde plek. Het enige verschil tussen de leefomstandigheden van de rupsen in de schalen onderling was het soort voeding dat ze kregen. De ruimte, het biologielab, heeft een kamertemperatuur en heeft een ruime lichtinval, echter, de rupsen stonden niet direct in het licht, maar meer in de schaduw.

Om eventuele problemen met de kwaliteit van het voedsel te voorkomen, hebben we gekozen voor producten uit éénzelfde winkel. Allen waren het huismerk, op de broccoli na, dat was huismerk biologisch bij gebrek aan het 'normale' huismerk.

De rupsen hebben we gewogen in aparte petrischaaltjes, deze waren, in tegenstelling tot de glazen 'leef'-exemplaren, van plastic. We hebben gebruik gemaakt van een speciale laboratorium weegschaal uit het scheikundelab. Deze weegschaal meet op duizendsten van grammen nauwkeurig! We hebben hier bewust voor gekozen, omdat een rups van zichzelf een al niet te groot gewicht heeft. Wanneer je voor een minder nauwkeurige weegschaal zou kiezen, kom je al gauw op grove afrondingsfouten. Door te kiezen voor de nauwkeurige weegschaal hebben we deze meetfouten omzeilt.

In dit onderzoek hebben we gebruik gemaakt van rupsen, zoals eerder gezegd: ze hebben een niet al te groot gewicht. Omdat we wilden kijken naar het effect van het bepaalde eten, kun je geen conclusies trekken zonder naar de feces van de rupsen te kijken. Hier hebben we dezelfde meetapparatuur voor gebruikt als het wegen van de rupsen zelf. Deze keuze was bewust: omdat er altijd feces achterblijven (zeker bij de broccoli) wilden we het zekere voor het onzekere nemen door de nauwkeurigste weegschaal te nemen. Wanneer er al afrondingsfouten zouden zijn, zouden deze kleiner zijn bij de meest nauwkeurige weegschaal. Door te kiezen voor een nauwkeurigere weegschaal, hebben we geprobeerd het 'verlies' van de feces te compenseren.

Omdat we vooral in onze tussenuren aan de metingen hebben gewerkt, hadden we meestal zo'n zeventig minuten de tijd om de metingen, de voeding en de schoonmaak van de rupsen uit te voeren. Omdat je er meer tijd in steekt dan je zou denken, hebben we de metingen van de rupsen, het afwegen van het voedsel en de feces, het geven van de voeding en het schoonmaken van de glazen petrischalen, allen tegelijk gedaan. Met een groep van vier personen kan dat gemakkelijk en ben je binnen de zeventig minuten wel klaar, al is het krap.

Doordat we met z'n allen steeds aan het werk waren, was ook de nauwkeurige weegschaal op die momenten bezet. Dat is de reden dat we gekozen hebben voor het gebruik van een iets minder nauwkeurige weegschaal voor het afmeten van de hoeveelheid voeding, aangezien we meer waarde hechten aan het exacte gewicht van de rupsen dan aan het exacte gewicht van de voeding.

Het voedsel hebben we afgemeten op een weegschaal die op honderdsten van grammen nauwkeurig meet. Als voedsel hebben we, na een speurtocht op internet naar het ideale rupsenvoedsel, gekozen voor vier verschillende groenten. In het eerste bakje zat sla, in het tweede bakje broccoli, in het derde bakje witte kool en in het vierde bakje hebben we spruiten gedaan. We hebben er bewust voor gekozen om in elk bakje ongeveer een gelijk volume in te laten nemen door het voedsel, hierdoor verschilden de gewichten van de voeding die we gegeven hebben nogal. Bij de vijf metingen die we hebben gedaan, hebben we wel steeds eenzelfde hoeveelheid groente gegeven. Wanneer er bijvoorbeeld bij de eerste meting 10,35 gram sla is gegeven, is dat bij de tweede meting

ook ongeveer zo'n zelfde hoeveelheid sla gegeven.

Een dag waarop we de meting deden zag er ongeveer zo uit:

1. Rupsen worden in hun petrischaal overgebracht naar de meetruimte (scheikundelab), ze zitten hier nog met z'n allen in de zelfde schaal.
2. De rupsen worden overgezet naar de plastic petrischaal die we gebruikt hebben voor de metingen.
3. Met de meest nauwkeurige weegschaal worden de rupsen met z'n allen tegelijk gewogen. (dit wordt later nog doorgerekend in de meetresultaten, hierbij zien we de gewichtsveranderingen per rups).
4. Op hetzelfde moment wordt op de minder nauwkeurige weegschaal de hoeveelheid voeding afgemeten.
5. Op hetzelfde moment wordt ook de glazen petrischaal ontdaan van uitwerpselen waarna de uitwerpselen gewogen worden. De gegeven voeding wordt ook in een plastic petrischaaltje gedaan en gewogen.
6. De glazen petrischaal wordt schoongemaakt en klaargemaakt om de rupsen weer te ontvangen.
7. Na het plaatsen van de voeding, verspreid over de schaal, worden de rupsen weer terug gezet.
8. De rupsen zitten weer in de schaal en worden teruggebracht naar het biologielaab.

De voeding, de sla, broccoli, kool en spruiten hebben we zo gemaakt dat de rupsen er makkelijk van konden eten. Zo hebben we de spruiten een beetje opgevouwen zodat de rupsen makkelijk van de blaadjes konden eten.

Ten allen tijden hebben we gelet op het welzijn van de rupsen. Zo kregen ze ook in de glazen petrischalen genoeg lucht en hebben we er op gelet dat ze niet gewond konden raken bij het overplaatsen naar de plastic petrischalen door gebruik van metalen spatels die we normaal gesproken gebruiken bij vakken als scheikunde. Op deze spatels konden ze zelf gemakkelijk klimmen. 'Grof geweld' is door deze methoden daarom niet nodig geweest. De spatels waren, uiteraard, goed schoongemaakt. Effecten van de scheikundeproeven die er normaal gesproken mee uitgevoerd worden, hebben we hiermee proberen uit te sluiten.

De materialen waar we gebruik van hebben gemaakt:

- Rupsen met dank aan de Nederlandse Vlinderstichting
- Groenten als sla, spruiten, broccoli en kool
- Zeer nauwkeurige weegschaal met drie cijfers achter de komma voor de metingen van de rupsen
- Nauwkeurige weegschaal met twee cijfers achter de komma voor de metingen van het voedsel
- Meerdere glazen petrischalen waar de rupsen hun onderkomen in kunnen vinden
- Plastic petrischalen als tijdelijk onderkomen gedurende metingen
- Plastic petrischalen voor het wegen van de feces
- Metalen spatels om de rupsen veilig over te kunnen zetten van petrischalen
- Materiaal naar keuze om de uitwerpselen te verwijderen
- Een wasbak om de schaaltes in te spoelen en een keukenrol om ze weer te drogen
- Papier en pen om de meetresultaten en opmerkingen te noteren
- Foto toestel om foto's te kunnen maken

Om een duidelijk beeld van het voedingspatroon en de groei en omzetting van de rupsen te krijgen, hebben we eerdergenoemde metingen vijf keer herhaald om de vier dagen. De metingen zijn steeds onder dezelfde omstandigheden uitgevoerd, op de uren dat wij in de het lab bezig waren, waren ook steeds dezelfde instrumenten aanwezig. Van dezelfde instrumenten hebben we dan ook steeds gebruik gemaakt om de meest eerlijke resultaten te verkrijgen.

Na de proeven

Nadat wij alle metingen hebben gedaan waren de rupsen die de proeven overleefd hadden, nog in goede staat. De rupsen die het niet overleefd hebben: wij hebben er alles aan gedaan om ze zo goed mogelijk te verzorgen. Nadat we klaar waren met de metingen, hebben we gekeken met welke groente de groei het beste ging en met welke groente de meeste rupsen nog in leven waren. Op de resultaten van die metingen, hebben we gekozen om met die groente verder te voederen tot ze verpopt waren. Vanzelfsprekend hebben we ze tot die tijd ook gewoon netjes verschoont. Het enige wat we niet meer deden, waren de metingen.

Zoals dat bij rupsen gebruikelijk is, zijn ze uiteindelijk na de metingen en hun groei die ze doorgemaakt hebben, verpopt tot cocon. De cocons hebben we later, in een rustige, beschutte omgeving uitgezet in een bos nabij school. We hebben, mede omdat we niet non-stop bij de cocons konden blijven hiervoor gekozen. Mochten ze op het moment dat wij er niet bij konden (denk hierbij aan weekends en avonden) evolueren tot vlinder, dan zouden ze niet in de problemen komen met uit ontdoen van de cocon. Door de uitzetting konden ze dit op een veilige manier doen, en na de voltooiing van de evolutie, vrolijk wegvliegen, zonder gehinderd te worden door het glazen petriglas.

Opmerkingen:

- Houdbaarheid van de biologische broccoli (ah) is veel langer dan de houdbaarheid van de huiskruisbroccoli (ah)
- Het verwijderen van de feces uit de glazen petrischalen had nogal een sterke lucht bij zich, niet iedereen kan hier goed mee omgaan. Daarom wordt aangeraden hier rekening mee te houden en andere taken van de metingen op je te nemen.
- De broccoli was soms niet goed te onderscheiden van de uitwerpselen doordat kleur en grootte overeenkomen.
- Misschien is het makkelijker om de feces en de voeding met dezelfde weegschaal te wegen, dit zou eerlijker kunnen zijn. Hoewel ik onze motivatie ook uitstekend vind.
- We hebben hygiënisch gewerkt? In ieder geval, netjes handen wassen. Dat soort dingen.

Resultaten

We hebben, na de verschoning van de rupsen, een foto gemaakt en vier dagen later, vlak voor de verschoning, nog een keer. Op deze foto's zien we veel verschillen.

08-03-2010



12-03-2010



Opmerkingen

Bak 1: Witte kool

De witte kool is na vier dagen nog lang niet helemaal opgegeten, maar er is duidelijk van gegeten. De feces heeft hier een lichte kleur, zoals de witte kool.



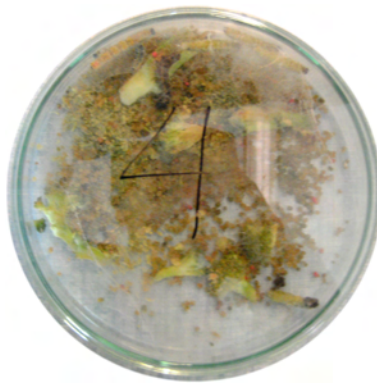
Bak 2: Kropsla

Hier is duidelijk te zien dat er nagenoeg geen feces is geproduceerd. Ook zien we dat de sla nauwelijks is opgegeten



Bak 3: Spruitjes

De spruitjes zien er na vier dagen ongeveer net zo aangevreten uit als de witte kool. De hoeveelheid feces is ongeveer gelijk. Het opvallende is de donkere kleur van de feces



Bak 4: Broccoli

Wat hier opvalt is de grote hoeveelheid feces. Er is nog maar weinig over van de broccoli. Er is ook duidelijk te zien dat de feces moeilijk te onderscheiden is van de broccoli korreltjes.

Meetresultaten

De meetresultaten zijn hieronder zo overzichtelijk mogelijk in een tabel gezet.

Voedsel

	05-03-10			08-03-10			11-03-10			15-03-10		
	Oud	Afname	Nieuw	Oud	Afname	Nieuw	Oud	Afname	Nieuw	Oud	Afname	
Witte kool	-	-	23,360	17,662	5,698	21,410	16,052	5,358	22,960	15,187	7,773	
Kropsla	-	-	10,670	9,779	0,891	11,530	9,594	1,936	10,660	9,452	1,208	
Spruitjes	-	-	28,580	24,249	4,331	27,970	21,241	6,729	30,540	25,494	5,046	
Broccoli	-	-	22,050	17,408	4,642	22,340	19,665	2,675	21,290	9,489	11,801	
Levende Rupsen												
	Aantal	Gewicht	Gemiddeld	Aantal	Gewicht	Gemiddeld	Aantal	Gewicht	Gemiddeld	Aantal	Gewicht	Gemiddeld
Witte kool	9	1,023	0,114	9	1,525	0,169	7	1,251	0,179	4	0,840	0,210
Kropsla	10	1,861	0,186	10	1,481	0,148	9	1,048	0,116	3	0,175	0,058
Spruitjes	10	1,524	0,152	8	1,980	0,248	8	2,330	0,291	5	1,235	0,247
Broccoli	10	1,130	0,113	10	1,986	0,199	7	2,663	0,380	5	1,839	0,368
Dode Rupsen												
	Aantal	Gewicht	Gemiddeld	Aantal	Gewicht	Gemiddeld	Aantal	Gewicht	Gemiddeld	Aantal	Gewicht	Gemiddeld
Witte kool	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	2	0,258	0,129	3	0,371	0,124
Kropsla	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	1	0,096	0,096	5	0,354	0,071
Spruitjes	0	0,000	0,000	2	0,178	0,089	0	0,000	0,000	2	0,359	0,180
Broccoli	0	0,000	0,000	0	0,000	0,000	3	0,152	0,051	2	0,821	0,411
Feces												
	Gewicht			Gewicht			Gewicht			Gewicht		
Witte kool				2,832			2,771			4,986		
Kropsla				0,000			0,000			0,000		
Spruitjes				1,502			4,300			3,543		
Broccoli				1,924			8,291			9,489		
Opmerkingen												
Witte kool				Veel feces, feces is wit								
Kropsla				Bijna geen feces						Één cocon, bij levend geteld		
Spruitjes												
Broccoli				feces donkergroen								
Verbranding												
	"gram"			"gram"			"gram"			"gram"		
Witte kool				2,364			3,119			3,569		
Kropsla				1,271			2,465			2,435		
Spruitjes				2,551			2,079			2,957		
Broccoli				1,862			-6,141			3,957		

De verbranding hebben we geprobeerd te berekenen met de volgende formule:

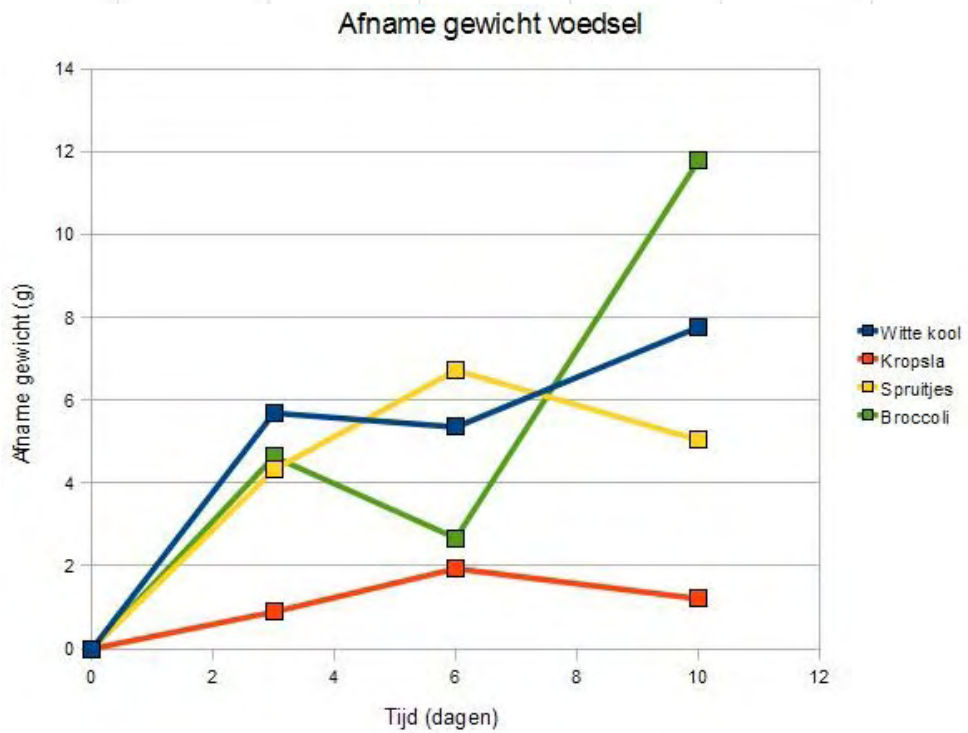
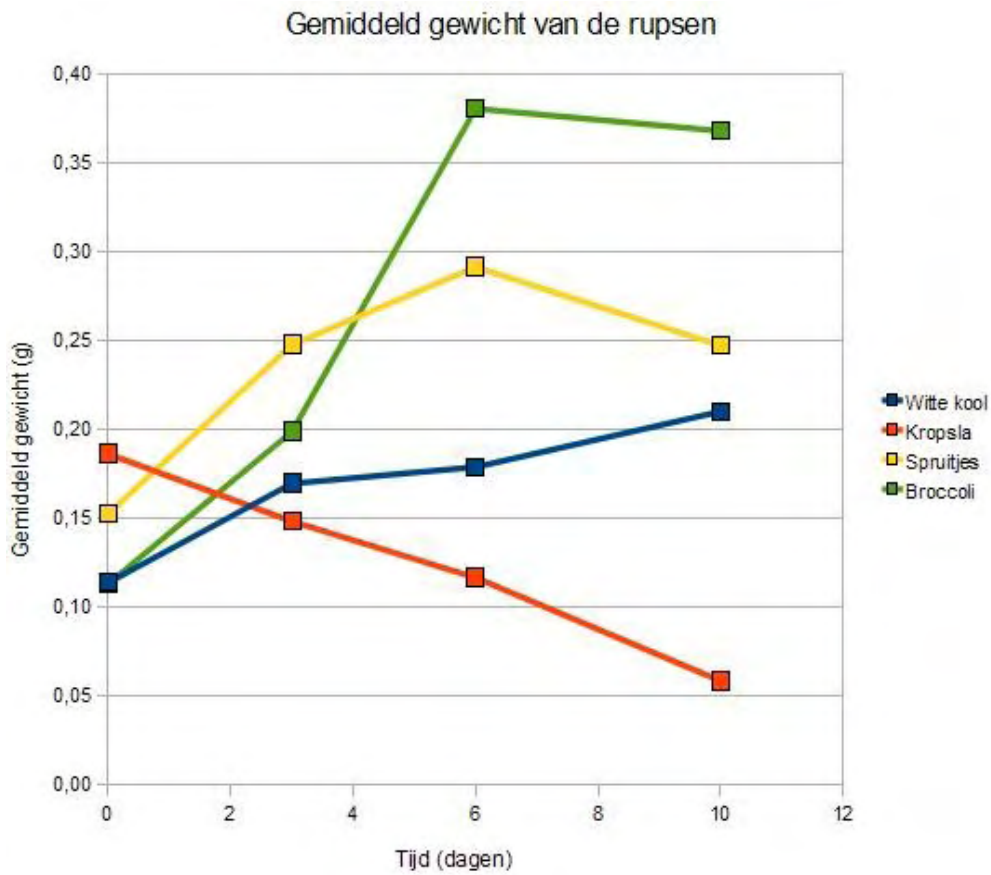
$$[\text{verbranding}] = [\text{afname gewicht voedsel}] - ([\text{toename totaal gewicht levende rupsen}] - [\text{Gemiddeld totaalgewicht dode rupsen}]) - [\text{feces}]$$

Verwerking van de resultaten

We hebben de afname in gewicht van het voedsel en het gemiddeld gewicht van de rupsen in twee grafieken uitgezet. Uit deze grafieken kunnen we opmaken dat de rupsen van de broccoli uiteindelijk het meest in gewicht zijn toegenomen, maar zij hadden daarvoor ook het meeste voedsel nodig. De rupsen uit bak 2, de sla, zijn gedaald in gewicht. Zij aten dan ook bijna niks. De rupsen van de spruitjes en de witte kool,

eindigen ongeveer even hoog, terwijl de rupsen van de witte kool daar meer voedsel voor nodig hebben.

Hieronder de twee grafieken.



Conclusie

Als we in elke bak het gewicht van het per rups opgegeten voedsel, dit is een gemiddelde, zien als 100% kunnen we per rups de hoeveelheid geproduceerde feces, het toegenomen gewicht van de rups en de hoeveelheid die verbrand is zien als percentages van die 100%. Het voedsel met de hoogste waarde als we de percentages van verbranding en gewichtstoename optellen is het voedzaamst.

Zie uitkomsten van de berekeningen in onderstaande tabel.

		Gegeten voedsel per rups (g)	
Bak 1	Witte kool	2,339	100%
Bak 2	Kropsla	0,417*	100%
Bak 3	Spruitjes	1,905	100%
Bak 4	Broccoli	2,418	100%

		Feces per rups (g)	
Bak 1	Witte kool	1,34	57%
Bak 2	Kropsla	0,000	0%
Bak 3	Spruitjes	1,131	59%
Bak 4	Broccoli	2,377	98%

		gewichtstoename per rups (g)	
Bak 1	Witte kool	0,349	15%
Bak 2	Kropsla	0,039	9%
Bak 3	Spruitjes	0,363	19%
Bak 4	Broccoli	0,716	30%

		Verbranding per rups (g)	
Bak 1	Witte kool	0,655	28%
Bak 2	Kropsla	0,378	91%
Bak 3	Spruitjes	0,411	22%
Bak 4	Broccoli	-0,676	-28%

		Voedzame percentage	Volgens de theorie:
Bak 1	Witte kool	43%	Op een na voedzaamst
Bak 2	Kropsla	100%*	Minst voedzaam
Bak 3	Spruitjes	41%	Voedzaamst
Bak 4	Broccoli	2%	Op een na minst voedzaam

* incorrect

Bak 1: Witte kool

Volgens de theorie is witte kool het op een na voedzaamste voedsel. Uit onze berekeningen blijkt witte kool het voedzaamst te zijn. 43% van het gegeten voedsel wordt nuttig omgezet.

Bak 2: Sla

In de bak van de sla is verrassend weinig gegeten en nagenoeg geen feces geproduceerd.

De gewichtsafname van het voedsel bestaat waarschijnlijk voor het grootste deel uit verdamping van water. Sla behoort niet tot de kruisbloemigen en de kans is groot dat de rupsen bijna niks tot helemaal niet hebben gegeten. De 100% nuttige omzetting van voedsel zo als berekend is, is dus niet correct. We kunnen helaas geen uitspraak doen over hoe voedzaam sla is.

Wel kunnen we zeggen dat volgens de theorie sla de minste voedingswaarde bevat.

Bak 3: Spruitjes

In theorie bevatten spruitjes de meeste voedingsstoffen, in de voedingswaarde tabel zijn alle waarde op water na het hoogst. Uit onze berekeningen blijken spruitjes het op een na voedzaamste voedsel. 41% van het gegeten voedsel wordt nuttig omgezet.

Bak 4: Broccoli

Volgens de theorie is broccoli het op een na minst voedzame voedsel. Uit onze berekeningen blijkt broccoli bij verre het minst voedzaam. Slechts 2% van het gegeten voedsel wordt nuttig omgezet.

Dit spreekt onze verwachtingen tegen. Tijdens de proef leken de rupsen op de broccoli en op de spruitjes het best en snelst te groeien.

Fout discussie

We kregen de rupsen sneller geleverd dan we hadden verwacht en waren hierdoor niet helemaal goed in gelezen. Bij de verzorging van de rupsen hadden enkele dingen net iets beter gekund. Zo zijn de bakken bijvoorbeeld niet elke dag verschoont, dit ook wegens tijdgebrek voor dagelijkse metingen, en hebben we rupsen die waarschijnlijk al in hun laatste stadium voor het verpoppen waren verstoord tijdens het verrichten van de metingen. Voor de betrouwbaarheid van de meetresultaten maakt dit niet uit omdat alle bakken wel op de zelfde manier zijn verzorgd en de omstandigheden in de verschillende bakken dus wel gelijk zijn. Het is natuurlijk wel mogelijk dat er in één of meerdere bakken een ziekte heerste. Dit zou de grote aantallen sterfgevallen kunnen verklaren. Meet- en Berekeningsfouten zijn altijd mogelijk. Er zitten sowieso een fouten in de metingen. Doordat we steeds na enkele dagen een meting hebben gedaan is het gewicht van de dode rupsen niet geheel correct. Ze zijn gewogen na al enige tijd in staat van ontbinding te verkeren en ook is niet bekend hoe lang ze niet meer mee gegeten hebben. Bij de berekeningen is er wel rekening gehouden met de vermindering van het aantal rupsen per bak, maar ook hier hebben we ons moeten houden aan de meetmomenten en konden we geen exacte waarde invullen. Vooral bij de broccoli was het erg lastig om feces en voedsel volledig te scheiden om deze af te wegen en vaak scheden de rupsen tijdens het wegen feces uit, ook de scheiding tussen rups en feces is niet geheel haalbaar. Bij de gewichtsafname van het voedsel is er eveneens een onnauwkeurigheid. Water uit het voedsel verdampt en ook dit vermindert het gewicht. De grootste fout is dat sla niet tot het gebruikelijke voedsel van de rupsen behoort. Hierdoor hebben we geen eerlijke uitspraak kunnen doen over de voedzaamheid van sla.

Enkele tips voor vervolg onderzoek

- Zorg voor een optimale verzorging van de rupsen, je werkt met proefdieren en hun welzijn blijft altijd een belangrijk aandachtspunt.
- Als je meer metingen verricht kun je betere uitspraken doen en verklein je de afwijkingen veroorzaakt door dode rupsen en verdamping bij voedsel.

- Door een schaalte per rups te nemen hoef je dode rupsen niet meer mee te nemen in de berekening. Je kunt die meetwaarde dan gewoon achterwegen laten. En ook kun je dan de validiteit van je onderzoek beter zien. Als onder andere de gewichtstoenames van de rupsen op een zelfde soort voedsel niet erg verschillend zijn, zijn de gemiddelde waarde die je berekent en waarmee je de conclusies trekt betrouwbaarder.
- Maak ook controle schaaltes met alleen voedsel zodat je de gewichtsafname van het voedsel door verdamping kunt meten. Dan kun je deze meetfout bij de andere bakken corrigeren.
- De broccoli knopjes waren erg lastig te scheiden van de feces. Als ook jij daar geen simpele oplossing voor kunt vinden is het misschien handiger een andere kruisbloemige te kiezen als je die mogelijkheid hebt binnen je onderzoek.
- Het is sowieso mogelijk om andere kruisbloemigen te onderzoeken. afwijkingen veroorzaakt door dode rupsen en verdamping bij voedsel.

Logboek

Datum	Wat is er gebeurt?	Wie
Voor 09-02-2010	Naar onderwerpen gezocht	Jeroen, Isabelle, Huib, Joery
09-02-2010	Overleg aanpak idee Werkplan gemaakt	Jeroen, Isabelle, Huib, Joery Joery
10-02-2010	De Nederlandse Vlinderstichting gemaild	Joery
11-02-2010	Antwoord gekregen	-
02-03-2010	Rupsen binnen gekomen Rupsen verplaatst naar plastic bak	- Joery
03-03-2010	Rupsen naar school	-
05-03-2010	Rupsen verdeeld over petrischalen Verschillende groenten gekocht	Jeroen, Isabelle, Huib Isabelle, Joery
08-03-2010	Metingen verricht	Jeroen, Isabelle, Huib, Joery
12-03-2010	Metingen verricht	Jeroen, Isabelle, Huib
16-03-2010	Metingen verricht	Jeroen, Isabelle, Huib, Joery
25-03-2010	Taken verslag verdeeld	Jeroen, Isabelle, Huib, Joery
01-04-2010	Rupsen uitgezet Materialen Schoongemaakt	Jeroen, Isabelle, Huib, Joery Jeroen, Isabelle, Huib, Joery
12-04-2010	Theorie geschreven Grafieken en tabellen gemaakt Gewerkt aan verslag Inleiding geschreven	Joery Huib Jeroen Isabelle
14-04-2010	Proefbeschrijving geschreven	Isabelle
16-04-2010	Gewerkt aan verslag	Jeroen
17-04-2010	Bespreking in mediatheek Gewerkt aan verslag	Huib, Jeroen Jeroen
01-06-2010	Bronnenlijst gemaakt Logboek uitgetypt Bronnenlijst toegevoegd aan verlag Logboek toegevoegd aan verslag	Joery Joery Huib Huib

Bronnenlijst

- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Vlinders>
- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Rupsen>
- http://nl.wikipedia.org/wiki/Groot_koolwitje
- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Sla>
- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Spruitjes>
- <http://nl.wikipedia.org/wiki/Broccoli>
- http://nl.wikipedia.org/wiki/Witte_kool
- <http://www.voedingswaardetabel.nl/voedingswaarde/voedingsmiddel/?id=804>
- <http://www.voedingswaardetabel.nl/voedingswaarde/voedingsmiddel/?id=77>
- <http://www.voedingswaardetabel.nl/voedingswaarde/voedingsmiddel/?id=597>
- <http://www.voedingswaardetabel.nl/voedingswaarde/voedingsmiddel/?id=874>
- <http://www.vlinderstichting.nl/onderwijs.php?id=44>
- <http://www.vlinderstichting.nl/onderwijs.php?id=403>