

Proefveldtechniek Niveau 3 & 4



Klas 1 & 2

Periode 3

Bemesting

Theorie en praktijkopdracht

zone  college

B. Nienhuis

Januari 2024

Inhoud

Les 1 Inleiding, uitdaging en 5 tips

Les 2 Praktijkopdracht, zaaien en uitzetten van proefplanten

Les 3 Proefveld techniek op grote schaal

Les 4 Berekeningen en conclusies

Les 1

1.1 Inleiding

Een proefveld in zijn eenvoudigste vorm is een experiment dat een landbouwpraktijk evalueert. Proefvelden zijn veldexperimenten die worden uitgevoerd op het land of in de kas van telers en die realistische resultaten opleveren, vergeleken met experimenten in een laboratorium.

Hoewel er elementen van proefvelden zijn die door onderzoekers kunnen worden gemanipuleerd in termen van experimenteel ontwerp en beheer (dat wil zeggen irrigatiebehoefte, kunstmesttoepassingen), zijn er andere factoren waar ze geen controle over hebben, zoals weersomstandigheden. In proefvelden in kassen kan dat laatste wel gecontroleerd worden.

Door proefvelden uit te voeren, kunnen onderzoekers het succes of de beperkingen van een nieuwe gewasvariëteit, de bemestingsgraad, het gebruik van dekgewassen, irrigatie, het tijdstip van planten, ongediertebestrijding en nog veel meer beoordelen.

Deze beoordelingen worden gebruikt voor goedkeuring door de regelgevende instanties en voor de verkoopbaarheid van nieuwe producten in verschillende geografische gebieden en gewasomstandigheden.

Wat zijn de componenten van proefveldbeheer?

Proefvelden kunnen op de volgende gebieden worden beheerd: experimenteel ontwerp, gegevensverzameling, gegevensanalyse en de toepassing van resultaten.

Experimenteel ontwerp is de manier waarop een experiment wordt georganiseerd en uitgevoerd, zodat de resultaten op een statistisch betekenisvolle manier kunnen worden geïnterpreteerd. De elementen van het experimentele ontwerp die uiterst belangrijk zijn bij proefvelden zijn het doel of de vraag, de controle- en behandelingsgroepen, en de proefopzet of het veldontwerp.

Doel/vraag

Onderzoekers moeten een duidelijk doel of een duidelijke vraag hebben bij het uitvoeren van proefvelden. Dit is het eerste onderdeel van het beheer van proefvelden en rapporteert hierna elk afzonderlijk element. Zonder dit is het moeilijk om te weten hoe de andere aspecten van het experiment moeten worden gestructureerd, omdat het doel niet duidelijk is.

Controle- en behandelingsgroepen

Binnen het experiment moet er een soort standaard of basislijn zijn waarmee onderzoekers kunnen beoordelen of er een effect is op de gewasprestaties. De controlegroep geeft deze 'typische' reactie op geen behandeling of op een behandeling waarvan het effect al bekend is. Als alternatief krijgt een behandelings- of experimentele groep de behandeling waarvan de onderzoekers het effect willen meten. Beide groepen zijn uiterst belangrijk.

Veldontwerp

Het is bijna onmogelijk om een veld te vinden dat uniform is wat betreft hellings- of bodemeigenschappen. Om die reden delen onderzoekers vaak gebieden af en creëren ze blokken om de aanwezige variabiliteit vast te leggen. Binnen elk van deze blokken worden de experimentele behandelingen gerandomiseerd en gerepliceerd. Dit maakt vergelijkingen binnen en tussen blokken mogelijk, vermindering van experimentele fouten en meer gedegen statistische evaluaties.

Wanneer we in een kas een proefveld aanleggen moeten we letten op de juiste uniforme verdeling van licht, warmte en ventilatie.

Gegevensverzameling richt zich niet alleen op de processen van het daadwerkelijk verzamelen van gegevens, maar ook op het beheer en de opslag van gegevens.

PCOS

Standard Operating Procedures, of SOP's, zijn richtlijnen die kunnen worden gebruikt om te schetsen hoe behandelingen worden afgehandeld in proefvelden, hoe gegevens worden verzameld en alle andere taken die door mensen anders kunnen worden geïnterpreteerd of uitgevoerd. Deze instructies helpen fouten te minimaliseren en efficiëntie bij proefvelden te creëren.

Gegevensbeheer en -opslag

Het gebruik van technologie voor het beheer en de opslag van gegevens zal enorm helpen. Gegevens kunnen rechtstreeks in een systeem worden ingevoerd (geautomatiseerd of handmatig) of onmiddellijk worden overgebracht naar cloudgebaseerde opslag om gegevensverlies te minimaliseren. Opgeslagen gegevens kunnen worden beoordeeld op kwaliteit en integriteit, waarbij bijvoorbeeld gegevenspunten worden benadrukt die niet binnen een “aanvaardbaar” bereik liggen voor een bepaalde meting. Verouderde gegevens die op de juiste manier zijn opgeslagen en geharmoniseerd, kunnen ook worden gebruikt voor cross-trial analyse.

Gegevensanalyse vindt doorgaans plaats na afloop van een proefveld, maar is afhankelijk van alles wat tot dit punt heeft geleid om accuraat en succesvol te zijn. De verzamelde gegevens worden gebruikt om de onderzoekshypothese te testen met behulp van statistische analyses. Relaties tussen factoren kunnen in kaart worden gebracht en gekwantificeerd, en kunnen dienen als basis voor geavanceerdere voorspellende modellen. Gegevensanalyse wordt altijd beperkt door uw computerbronnen, en u moet rekening houden met het experimentele ontwerp voor een goede statistische analyse.

Computersysteem/opslag

Naast de grote opslagruimte die vaak nodig is voor datasets uit proefvelden, is een computersysteem van vergelijkbare kwaliteit essentieel. Als u statistische tests en andere analyses met gegevens wilt uitvoeren, wilt u niet dat de computermogelijkheden van uw technologie u tegenhouden bij uw proefvelden.

Overweging van experimenteel ontwerp

Met het juiste experimentele ontwerp en de juiste statistische analyse kunnen onderzoekers de onderzoekshypothesen adresseren. Onderzoekers kunnen onder meer de effecten van natuurlijke variatie die in het veld optreden identificeren en isoleren, en bepalen of de verschillen tussen behandelingen reëel zijn.

De laatste stap van het beheer van proefvelden is gevolgtrekking en kennisoverdracht. De onderzoeksconclusie – het aanvaarden of weerleggen van de onderliggende hypothesen – maakt het mogelijk toekomstige praktijken of benaderingen te informeren. Deze stap is de drijvende kracht achter de vooruitgang in de landbouw

1.2 De uitdagingen bij proefvelden

Bij grote experimenten en meerdere onderzoekers is standaardisatie van protocollen en dataverzameling essentieel. Deze discrepanties kunnen verwarring, verkeerd genoteerde gegevens en verkeerd begrepen aantekeningen veroorzaken en resulteren in onvermogen of ondermaatse prestaties als het erom gaat alles uiteindelijk samen te voegen.

Er zijn talloze uitdagingen bij proefvelden: personeelsbeheer, financiën, onderhoud van apparatuur, onderhoud in het veld, gegevensverzameling en gegevensanalyse. Zonder een deskundig en voorbereid team kan één persoon de verantwoordelijkheid dragen om veel hoeden te dragen. Als het gaat om landbouwonderzoek is timing uiterst belangrijk en is er niet veel ruimte voor fouten bij taken zoals het verzamelen van gegevens of het toepassen van kunstmest.

Wanneer u met andere mensen samenwerkt of meerdere mensen gegevens laat verzamelen, kan het bewaren en integreren van gegevens uit verschillende bronnen een uitdaging zijn. Als er verschillen zijn in meeteenheden, ontbrekende informatie en gebruikte formaten, kan het verzamelen van gegevens frustrerend zijn en potentieel succes belemmeren. Digitale gegevensinvoer helpt fouten bij het handmatig verzamelen van pen en papier en het delen van documenten te elimineren.

Slechte planning en implementatie van statistische experimentele ontwerpen zijn enkele van de meest voorkomende uitdagingen bij proefvelden. Het niet benutten van gegevens uit eerdere proefvelden of het niet herhalen van onderzoeken kan bijvoorbeeld leiden tot vertekende en zwakke conclusies. Ook het niet communiceren van de proefworkflow met andere medewerkers kan resulteren in verschillen in plantdata, managementbenaderingen, gemiste datapunten en andere factoren die uiteindelijk de eindresultaten van de veldproef kunnen beïnvloeden.

Hulpbronnen en benaderingen voor het beheer van proefvelden

Het uitvoeren en beheren van proefvelden kan een tijdrovend en vervelend proces zijn. Maar met de technologische vooruitgang van de afgelopen decennia zijn er systemen en toepassingen ontstaan die kunnen helpen bij het ontwerpen en plannen van proefprojecten, het verzamelen van gegevens, kwaliteitscontrole, opslag en analyse.

Een managementsysteem voor proefvelden kan bijvoorbeeld de infrastructuur bieden die nodig is om te helpen bij het ontwerp en de planning van proeven, het verzamelen van gegevens, de organisatie en analyses. Eén enkel systeem kan verschillende uitdagingen bij proefvelden helpen aanpakken en de noodzakelijke infrastructuur bieden voor toekomstige proeven. Mobiele applicaties breiden het proefbeheer uit met flexibele gegevensinvoer en taaktoewijzingen op veldniveau. Een andere potentiële hulpbron zou kunnen zijn om samen te werken met anderen die velden in de buurt hebben. Dit kan zijn om een extra testlocatie voor proefvelden voor uw experiment toe te voegen, of om gegevens te gebruiken die ze mogelijk hebben verzameld uit eerdere proeven en die dezelfde zijn als die van u.

Proefvelden zijn uiterst cruciale onderdelen van het landbouw-onderzoeksproces en de bevindingen zijn de drijvende kracht achter verbeteringen. Er zijn verschillende uitdagingen binnen elk van de componenten (bijvoorbeeld experimenteel ontwerp, gegevensverzameling, gegevensanalyse en de toepassing van resultaten), maar deze kunnen worden benaderd met recente technologische ontwikkelingen.

Auteur biografie

Ron Baruchi is de president en CEO van Agmatix. Met ruim 20 jaar ervaring op technologisch gebied heeft Ron deze ervaring meegenomen naar de agrarische sector. Gepassioneerd door het gebruik van data om complexe problemen op te lossen, heeft hij zijn technologische expertise bij Agmatix gebruikt om de gewasopbrengsten en -kwaliteit te verbeteren en tegelijkertijd de impact op het milieu te beperken.

Bron: Ron Baruchi, dec 2022

1.3 5 Tips voor het ontwerp van een proefveld

1. Identificeer het 'waarom'

Beginnen met het einde voor ogen is van cruciaal belang voor een succesvol ontwerp van landbouwproefvelden. U moet het doel van uw veldexperiment identificeren en de onderzoeksvraag definiëren die u wilt beantwoorden. Wat wil je leren van je landbouwexperiment?

Goede veldonderzoeksvragen kunnen met 'ja' of 'nee' worden beantwoord en hebben een directe impact op uw landbouwactiviteiten of bedrijfsresultaten. Als u deze vragen beantwoordt, krijgt u de informatie die u nodig hebt om beslissingen te nemen over uw agronomische praktijken, die bepalend zijn voor de behoeften van uw gewassen, en hoe u de opbrengst kunt verhogen, de kosten kunt verlagen en de duurzaamheid kunt verbeteren.

Een paar voorbeelden van goede onderzoeksvragen kunnen zijn:

“Zou het toepassen van fungiciden in de voor in maïs bij het planten de opbrengst verhogen?”

“Geeft maïsvariëteit X een hogere opbrengst dan maïsvariëteit Y in goed doorlatende gronden?”

“Verhoogt het gebruik van een biostimulant de maïsopbrengst?”

De onderzoeksvraag helpt u vervolgens te bepalen welke controles of behandelingen nodig zijn.

De behandelgroep krijgt de verandering waar je resultaat van wilt zien, zoals een droogteresistent ras, een eerdere plantdatum of een nieuw insecticide.

De controle- of controlegroep is in alle opzichten identiek aan de behandelgroep, behalve dat zij de behandeling niet krijgen. De controle wordt gebruikt om de resultaten van de behandeling te vergelijken. Controleplots en behandelplots samen worden een blok genoemd.

De onderzoeksvraag die u selecteert, moet een duidelijk zicht bieden op de apparatuur en middelen die nodig zijn om de proef te voltooien. Denk er bij het plannen van de onderzoeksvraag over na hoe de resultaten kunnen worden gemeten, of de beschikbare testlocatie geschikt is voor de onderzoeksvraag en hoe de veldgeschiedenis de uitkomst van het onderzoek zou kunnen beïnvloeden.

Houd er rekening mee dat proefvelden op één bedrijf of op meerdere locaties kunnen worden uitgevoerd.

2. Ontwerp de proef

Elk experiment op een boerderij vereist een goed veldonderzoeksontwerp. Hoewel er maar weinig velden zijn die voldoen aan de omschrijving 'vlak en vierkant', kunnen zelfs kleine variaties in helling, vruchtbaarheid en bodemtype de integriteit van veldonderzoek beïnvloeden.

Om de variabiliteit in het veld te controleren, moet het ontwerp van proefvelden rekening houden met variatie. Velden moeten worden onderverdeeld op basis van veldkenmerken. Het gebruik van replicatie en randomisatie in het ontwerp van proefvelden op boerderijen kan de resultaatvertekening verminderen en ook rekening houden met veldvariabiliteit.

Replicatie betekent het herhalen van veldproefbehandelingsblokken van de controle of controle en de behandeling, vaak vier tot zes keer, over het veld. Dit levert een grote hoeveelheid data op. Maar afhankelijk van de veldkarakteristieken minimaliseert dit mogelijk de resultaatvertekening niet. Een veld waarvan het noordelijke uiteinde bijvoorbeeld consistent hogere opbrengsten oplevert, betekent dat de meest noordelijke behandeling in elk blok altijd hogere opbrengsten zou opleveren.

Randomisatie kan worden gebruikt in combinatie met replicatie om veldvariabiliteit te ondervangen. De behandelingsblokken worden willekeurig over het veld geplaatst in plaats van in een patroon, waardoor elke voorkeur voor de ene behandeling boven de andere wordt weggenomen.

Onderzoeksontwerpen maken de veldproef op het landbouwbedrijf succesvol, zowel bij de uitvoering als bij de data-analyse. Onderzoeksontwerpen moeten zowel replicatie als herhaalbaarheid omvatten. De omstandigheden binnen blokken moeten vergelijkbaar zijn, maar kunnen van blok tot blok verschillen.

Enkele veel voorkomende ontwerpen voor landbouwproefvelden omvatten gepaarde vergelijkingen, gerandomiseerde volledige blokontwerpen en split-plot-ontwerpen.

Een gepaarde vergelijking is een veldproefontwerp voor het vergelijken van elk paar behandelingen, zoals twee verschillende bemestingsdoses of gewasvariëteiten. Blokken bevatten één plot van elke behandeling, willekeurig geplaatst in het blok. Het blok wordt over het hele veld gerepliceerd, doorgaans vier tot zes keer. Een gepaarde vergelijking is een soort gerandomiseerd blokontwerp, maar omdat het slechts om één behandeling en één controle gaat, is de statistische analyse van de resultaten eenvoudiger.

Voor een vergelijking van drie of meer behandelingen is een gerandomiseerd compleet blokontwerp een goede keuze. Het betreft een blok waarin alle behandelingen zijn opgenomen en een onbehandelde controle in willekeurige volgorde binnen het blok. Het blok wordt minimaal vier keer over het veld herhaald.

Interacties tussen behandelingen kunnen worden bestudeerd via een split-plot-ontwerp, waarbij op hoofdbehandelingen subbehandelingen worden toegepast. Split-plot-ontwerp kan ook worden gebruikt wanneer een van de behandelingen extra replicatie vereist. Dit veldonderzoeksontwerp vereist vanwege de complexiteit een groter gebied en aanvullend beheer.

3. Verzamel gegevens

Het verzamelen van gegevens is een essentieel onderdeel van uw experiment op de boerderij. Noteer welke gegevens u moet verzamelen voordat u met uw onderzoek op de boerderij begint.

Mogelijk legt u al zaken vast zoals planten, aanbrengen, oogstdata, geplante variëteiten en populatie(s) en vocht. Het verzamelen van uw normale gegevens op een consistente manier en het vastleggen van aanvullende gewasconditie- en groeigegevens is van cruciaal belang. De verzamelde gegevens kunnen aantekeningen of foto's omvatten. Informatie zoals het aantal knopen of peulen, de plaagdruk of stormschade zal u helpen de onderzoeksresultaten beter te interpreteren nadat het gewas is geoogst.

Opbrengstgegevens zijn een essentiële dataset die u moet vastleggen voor uw veldexperiment. Zorg ervoor dat het gewicht wordt gemeten vanaf een gekalibreerde weegschaal en dat ook het vocht- en testgewicht worden geregistreerd, indien van toepassing. Overweeg om gegevens uit de middelste rijen van elk perceel vast te leggen om de impact van mogelijke behandelingsafwijkingen te minimaliseren.

Uw onderzoeksplan op het landbouwbedrijf moet gegevensbeheer en opslagprocessen omvatten. Cloudgebaseerde technologieën en telematica maken het verzamelen en opslaan van gegevens automatisch, waardoor de kans op fouten wordt verkleind en efficiëntie wordt gecreëerd.

4. Analyseer en interpreteer experimentresultaten

Het interpreteren van gegevens die tijdens veldproeven zijn verzameld, kan overweldigend zijn. Maar analyse maakt gegevens bruikbaar, en vereist dat er verder wordt gegaan dan een eenvoudige vergelijking van behandelingsgemiddelden.

Statistische analyse helpt bepalen of er een significant verschil is tussen behandelingen, wat betekent dat de resultaten niet het gevolg zijn van toeval of variabiliteit binnen het veld.

Wanneer een experiment is ontworpen voor statistische analyse – zoals een van de bovenstaande ontwerpen voor landbouvveldproeven – kan het minst significante verschil (LSD, the Least Significant Difference) worden gebruikt om te bepalen of de resultaten zich in de toekomst waarschijnlijk opnieuw zullen voordoen omdat ze het gevolg zijn van de behandeling. . De LSD is gebaseerd op een waarschijnlijkheidsniveau dat aangeeft hoe zeker je kunt zijn dat je gelijk hebt. Als de gemiddelden van de twee verschillende behandelingen meer verschillen dan de LSD-waarde, kunt u erop vertrouwen dat het resultaat zich in de toekomst waarschijnlijk opnieuw zal voordoen.

U hoeft geen statisticus te zijn om vertrouwen te hebben in het ontwerp en de resultaten van uw experimenten op het terrein. Tegenwoordig zijn er krachtige agronomische tools en software binnen handbereik om dit proces te stroomlijnen. Het gebruik van technologie om gegevens te beheren, inclusief het opslaan ervan en het delen ervan met bedrijfsadviseurs, kan de interpretatie van veldproefresultaten ook eenvoudig maken.

5. Trek conclusies en bepaal wat de toekomst biedt

Denk eens terug aan de oorspronkelijke onderzoeksvraag. Welke conclusies kunt u trekken uit uw landbouwexperiment? Op basis van uw bevindingen zou u kunnen besluiten de productiepraktijken te veranderen of dat dit gewoon niet lukte. Hoe dan ook, de resultaten zijn waardevol om de prestaties in het veld en de managementresultaten te begrijpen.

Mogelijk bent u klaar om een beslissing te nemen voor volgend jaar op basis van wat u hebt gevonden. Of misschien heb je nog vragen of twijfels. Om vertrouwen op te bouwen, kunt u hetzelfde veldonderzoek op het landbouwbedrijf gedurende meerdere seizoenen of op verschillende percelen uitvoeren, om er zeker van te zijn dat de resultaten niet gebonden zijn aan dat jaar of die locatie.

Het is ook de moeite waard om na te denken over hoe u uw dataset kunt verrijken. Is er een buurman waarmee u kunt samenwerken om de proef uit te breiden? Hoe zit het met een geaggregeerde, bestaande dataset waarmee u uw resultaten kunt vergelijken? Weten of de resultaten herhaalbaar zijn, zowel op uw bedrijf als in een bredere regio, kan nuttig zijn als u besluit een nieuwe praktijk te implementeren als resultaat van een experiment op het veld.

Les 2

Proefveld Basilicum

In de deze les bespreken we een proefveld voor de teelt van Basilicum in de kas en klimaatcel. Na de bespreking gaan we zaaien en zetten we de proefplanten in de veldjes.

Er zijn 2 proefvelden, 1 in de kas en 1 in de klimaat cel

1. Veldjes (potjes)

Er zijn 54 veldjes : 27 in de kas en 27 in de klimaatcel

2. Factoren

Er zijn 8 factoren: 3 rassen en 3 soorten potgrond , cel of kas

We komen dan op het volgende schema:

Kas veld 1				Cel veld 1		
1	1	1		1	1	1
	1	1		1	1	1
1	1	1		1	1	1
Kas veld 2				Cel veld 2		
2	2	2		2	2	2
	2	2		2	2	2
2	2	2		2	2	2
Kas veld 3				Cel veld 3		
3	3	3		3	3	3
	3	3		3	3	3
3	3	3		3	3	3

Elk veldje bestaat uit 2 potjes met de zelfde grond en soort

36 x grond 1, grond 2 en grond 3

Geel = Ras 1 Roze = Ras 2 Groen = Ras 3

Van elke combinatie zijn er 12 potjes

We gaan nu zaaien

We vullen eerst:

108 potjes met grond 1, 2 en 3 (36 per grondsoort)

Daarna

Worden van elke grondsoort:

4 potjes gezaaid met 1 ras en gelabeld bijv: r1 g1, r2g1 etc...

Daarna zetten we de potjes neer zoals in het schema.

Daarna zetten we de potjes zoals in het schema in de kas en in de cel

Les 3 Proefveld techniek op grote schaal

Ter bevordering van een uniform gebruik volgt hier een omschrijving van de voornaamste van de bij dit onderwerp voorkomende namen en begrippen.

Een veldje is de kleinste eenheid waarin het proefveld is verdeeld. Een factor is hetgeen men wenst te onderzoeken, b.v. rassen, zaaitijden. Door een factor te variëren verkrijgt men de te vergelijken varianten, b.v. voor de factor poottijden : 5 apr. ; 12 apr. ; 19 apr.; 26 apr. ; 2 mei. Of b.v. voor de factor rassen: Bintje; Furore; Eigenheimer.

Een object is de (combinatie van) variant(en) die op enige parallelveldjes voorkomt. Een object omvat alle veldjes waarop dezelfde (combinatie van) variant(en) voorkomt.

B.v. bij een proef met de factoren poottijden en rassen zijn er 9 objecten :

1. 12 apr., Bintje 4. 19 apr., Bintje 7. 26 apr., Bintje
 2. 12 apr., Furore 5. 19 apr., Furore 8. 26 apr., Furore
 3. 12 apr., Eigenheimer 6. 19 apr., Eigenheimer 9. 26 apr., Eigenheimer
- hierin zijn dus 12 april, 19 april en 26 april de varianten van de factor poottijden en Bintje, Furore en Eigenheimer zijn de varianten van de factor rassen.

Een parallel is één van de veldjes van een object. Een object heeft vier parallellen als er vier veldjes zijn van dat object. Heeft ieder object in een proef b.v. vijf parallellen, dan kan men zeggen, dat de proef vijf parallellen heeft. Het is taalkundig onjuist om het woord „herhaling" in plaats van „parallel" te gebruiken. Het woord „-voud" daarentegen is wel juist: drievoud, viervoud, e.d.

Paden zijn die delen van het proefterrein, die bestemd zijn om erover te lopen voor het doen van waarnemingen en metingen en om er met werktuigen op te rijden en te wenden. Bij bouwland staat er geen gewas op, bij grasland wel, maar dit gewas is van geen belang voor de proef. Randen zijn de buitenkanten van de veldjes. Zij zijn steeds bebouwd, maar het gewas erop wordt bij waarnemingen buiten beschouwing gelaten.

Het gewas van de randen plaatst het gewas van **het nettoveldje** (het te gebruiken deel van het veldje) in het eigen milieu. Het gehele veldje wordt **brutoveldje** genoemd.

Beschermstroken zijn de buitenkanten van het gehele proefveld en de stroken binnen het proefveld aan weerszijden van paden. Vaak wordt in dit laatste geval de beschermstrook weggelaten en neemt men de randen van de veldjes dienovereenkomstig breder

Vorbereiding in volle grond:

In het algemeen moet de proeftechnische voorbereiding gericht zijn op het voorkomen van niet te beheersen omstandigheden. Men kan dit bereiken door onregelmatigheden en fouten te vermijden, door een goed gekozen veldjesvorm en veldjesgrootte, door een goede keuze van het z.g. schema van rangschikkingen en ook door een weldoordachte verdeling van veldwerkzaamheden.

De vorm van de veldjes

Groot netto-opp. → groot gewasmonster → kleine Δx .

Dus: vierkant veldje → hoge betrouwbaarheid bij de conclusies.

FIG. 12a.

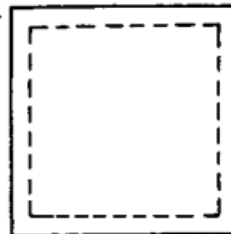
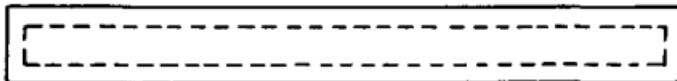


FIG. 12b.



b. Slechte plekken (hebben doorgaans een ronde vorm)

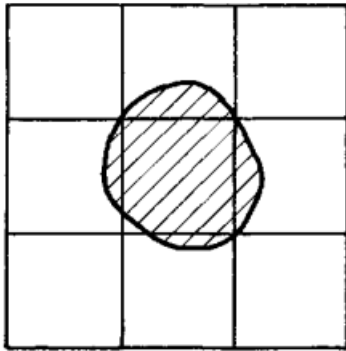


FIG. 13a.

Bij figuur 13a
De slechte plek vult één veldje geheel.
Sterk afwijkende opbrengst →
sterk afwijkend gemiddelde →
slechte conclusies en zeer grote S_x →
lage betrouwbaarheid bij de conclusies.

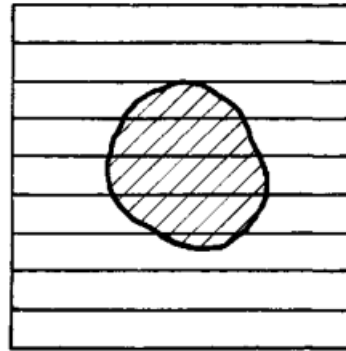


FIG. 13b.

Bij figuur 13b
Deslechte plek vult meer veldjes ten dele.
Iets afwijkende opbrengsten →
iets afwijkende gemiddelden →
iets minder goede conclusies en iets
grotere S_x →
niet erg hoge betrouwbaarheid bij de
conclusies.

Hier blijkt het lange veldje belangrijk voordeliger te zijn.

De grootte van de veldjes is mede afhankelijk van het gewas. Het aantal planten dat per veldje voorkomt moet altijd groot zijn. Gewassen met grote standruimte, zoals bieten en aardappelen, verlangen dus grotere veldjes dan gewassen, zoals granen. Ook groenvoedergewassen, met een vaak wat onregelmatige stand, verlangen grotere veldjes. Voor granen is het niet nodig de veldjes groter dan 40 à 50 m² te nemen.

Wenst men om andere redenen toch een grotere oppervlakte, dan zal hiertegen in het algemeen geen bezwaar zijn, mits men een goede vorm voor de veldjes kiest. Bij een gegeven grootte echter van het gehele proefveld zal men met kleine veldjes en veel parallellen een hogere betrouwbaarheid bij de conclusies krijgen, dan met grote veldjes en weinig parallellen.

Voor het vaststellen van de grootte der veldjes moet men ook rekening houden met de z.g. randwerking of buurwerking. De randwerking kan er namelijk oorzaak van zijn, dat de uitkomst van een waarneming op een bepaald veldje mede afhankelijk is van het buurveldje. Dit is ongewenst; daarom verricht men alle waarnemingen op het nettoveldje en laat daarbij dus een rand buiten beschouwing.

Het schema

Voor het rangschikken van de parallelveldjes van de objecten kunnen verschillende schema's worden gebruikt. Zulke schema's moeten voldoen aan een aantal eisen, opdat later uit te voeren statistische bewerkingen (o.a. berekening van gemiddelden) zin hebben.

3.6.1. Algemene opmerkingen

De leidende gedachte kan duidelijk worden gemaakt aan de hand van een voorbeeld, waarbij een schema moet worden opgesteld voor een proef met 4 objecten (b.v. de rassen A, B, C en D). Ieder object heeft 6 parallelveldjes (I, II, III, IV, V en VI). De proef zal dus 24 veldjes omvatten.

a. Systematische rangschikking

In de tabellen 3.1., 3.2., en 3.3. staan voorbeelden van schema's met een systematische rangschikking. In de tabellen 3.1. en 3.2. zijn van alle objecten telkens de overeenkomstige parallellen in groepen bij elkaar genomen. In tabel 3.1. is de rangschikking binnen die groepen systematisch hetzelfde; in tabel 3.2. is die rangschikking een Latijns vierkant.

TABEL 3.1.

I A B C D	II A B C D	III A B C D	IV A B C D	V A B C D	VI A B C D
--------------	---------------	----------------	---------------	--------------	---------------

TABEL 3.2.

I A B C D	II B C D A	III C D A B	IV D A B C	V A B C D	VI B C D A
--------------	---------------	----------------	---------------	--------------	---------------

TABEL 3.3.

A I II III IV V VI	B I II III IV V VI	C I II III IV V VI	D I II III IV V VI
-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

TABEL 7.1. 3×3 latijns vierkant

A	B	C
C	A	B
B	C	A

TABEL 7.2. 5×5 latijns vierkant

A	B	C	D	E
E	A	B	C	D
D	E	A	B	C
C	D	E	A	B
B	C	D	E	A

TABEL 7.3. 4×4 latijns vierkant

Model 1				Model 2				Model 3				Model 4			
A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
D	A	B	C	B	A	D	C	B	A	D	C	B	D	A	C
C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	B	A	C	A	D	B
B	C	D	A	D	C	B	A	D	C	A	B	D	C	B	A

Les 4 Berekeningen en conclusies

In het algemeen moet de proeftechnische voorbereiding gericht zijn op:

- a. een goede nivellering van de gevolgen van de niet te beheersen omstandigheden (o.a. nodig voor het gebruik van gemiddelden). Men kan dit bereiken door onregelmatigheden en fouten te vermijden, door een goed gekozen veldjesvorm en -grootte, door een goede keuze van het z.g. schema van rangschikkingen en ook door een weldoordachte verdeling van veldwerkzaamheden.
- b. het van het toeval afhankelijk maken van een deel van de gevolgen van de niet te beheersen omstandigheden. Dit gebeurt door het loten van bepaalde rangschikkingen in het schema.
- c. het schatten van de gevolgen van systematisch verlopende of pleksgewijs voorkomende niet te beheersen omstandigheden. Men bereikt dit door een goed gekozen schema van rangschikkingen, waarbij het door middel van systematische groepenindelingen, e.d. mogelijk is om de invloed van zulke niet te beheersen omstandigheden buiten beschouwing te laten bij de berekening van de standaardafwijking.
- d. zo groot mogelijke doeltreffendheid met betrekking tot het probleem waarvoor de proef wordt genomen. Dit bereikt men door een goed doordachte keuze van factoren en varianten en door een goed gekozen schema van rangschikkingen en aantal parallellen.

Van alle wiskundige berekeningen die men bij de bewerking van proefveldgegevens toepast, worden in het volgende twee belangrijke wat nader beschouwd..

Rekenvoorbeeld Gerst korrels

Voor het volgende kan men denken aan de korrelobbrengst van 1 are gerst van ras A op een zeekleigrond. Wij noemen deze opbrengst x kg/are. Wordt deze opbrengst op 4 perceeltjes van 1 are bepaald, dan vindt men gewoonlijk ook 4 verschillende uitkomsten x . Bepaalt men de opbrengst op 9 perceeltjes, dan zullen in het algemeen 9 verschillende uitkomsten x gevonden worden, b.v. 60, 58, 57, 61, 63, 60, 61, 62, 58.

Het gemiddelde van de 9 uitkomsten is een hanteerbaar getal en ieder van de afzonderlijke uitkomsten is er in dezelfde mate in vertegenwoordigd. Het is dus gerechtvaardigd om met dit getal te werken, indien men alle negen uitkomsten even belangrijk vindt, hetgeen meestal het geval is. Het gemiddelde van de uitkomsten x noemt men x -gemiddeld (\bar{x}). In dit voorbeeld is $\bar{x} = 60$.

Zo ontstaat er overzicht, maar er gaat ook veel verloren. Het gemiddelde verschaft zeker niet evenveel inlichtingen als de gehele groep van negen uitkomsten. Dit verlies kan weer ten dele aangevuld worden door berekening van de standaardafwijking

De standaardafwijking

De gebruikelijke afkorting hiervoor is S_x . De grootte S_x is een maat voor de spreiding van de gevonden uitkomsten x . De berekening van S_x is meer of minder ingewikkeld naarmate het schema van rangschikkingen van een veldproef meer of minder ingewikkeld is. Deze berekening wordt hier niet vermeld, maar er wordt volstaan met het nagaan van de betekenis van S_x en het gebruik dat wij er van maken.

Met behulp van het gemiddelde en de standaardafwijking (beide berekend uit het groepje van negen gevonden uitkomsten) kan men zich een indruk vormen van de verdeling van schattingen van de korrelopbrengst van gerstras A. Die indruk is beter naarmate er meer uitkomsten voor de berekening ter beschikking staan.

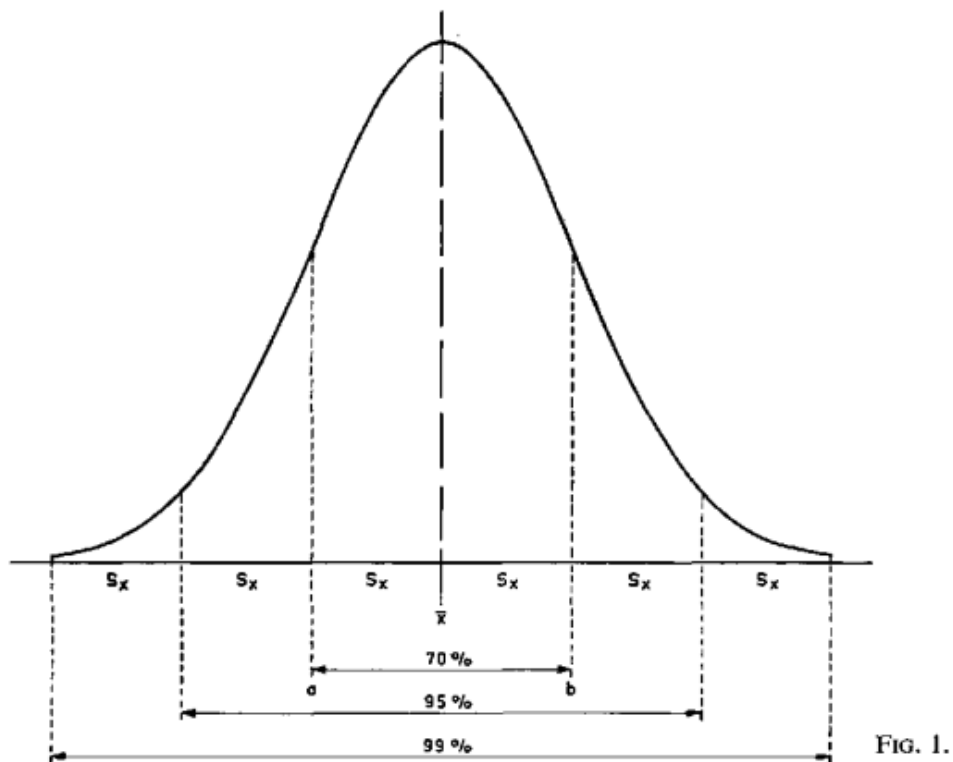
De verdeling is gewoonlijk bij benadering de z.g. normale verdeling waarbij ongeveer :

70 % van alle schattingen x ligt tussen $\bar{x} - S_x$ en $\bar{x} + S_x$

95 % van alle schattingen x ligt tussen $\bar{x} - 2 S_x$ en $\bar{x} + 2 S_x$

99 % van alle schattingen x ligt tussen $\bar{x} - 3 S_x$ en $\bar{x} + 3 S_x$

Deze betekenis van S_x geldt voor opbrengsten, lengten en voor tal van andere gemeten eigenschappen van gewassen.



Men kan voor de verdeling van de schattingen rondom \bar{x} een figuur tekenen (fig. 1).

Dit is een klokvormige figuur die feitelijk niet volledig is. In figuur 1 staat nl. maar 99 %. van de oppervlakte van de volledige figuur weergegeven (komt overeen met 99 % van alle mogelijke schattingen). De resterende 1 % vormt een paar z.g. staarten van de verdeling, die aan weerszijden op de verdelingsfiguur aansluiten.