



Josef Westergaard

IV

MOGENS WESTERGAARD

12. juni 1912 — 8. juni 1975

Tale i Videnskabernes Selskabs møde den 28. november 1975

Af **Diter von Wettstein**

Mogens Westergaard døde den 8. juni i år. Frem til denne dag prøvede han sine ideer om kromosomparring og overkrydsning på sit sidste yndlingsobjekt, meiosen hos den hvide lilje. Han elskede at følge planternes vækst, at fremstille de mikroskopiske præparater med den ene eller anden teknik, at observere kromosomerne, at opdage fænomener som andre har overset eller misforstået. Inden han gik i gang med et nyt problem, lavede han et meget indgående litteraturstudium, der ofte i sig selv blev til et videnskabeligt arbejde. Han var mester i at løse et større genetisk problem ved de kromosomcytologiske analyser, som han yndede at udføre. Et svigtende helbred afholdt ham fra i de seneste år at udfolde den energi, med hvilken han ønskede at drive sine undersøgelser fremad. Dog gang på gang overvandt handicappet, ikke mindst ved hjælp af den modige og offervillige indsats fra hans hustru Ebba. Også helt for nylig har Mogens Westergaard præsenteret os for en udfordrende præ-selektionshypotese om crossing-over af arveanlæggene.

I den intellektuelle stamtavle, som genetikeren A. H. Sturtevant op tegnede i sin bog om genetikkens historie (1965), nedstammer Mogens Westergaard i direkte linje fra Wilhelm Johannsen og Øjvind Winge. Sidstnævnte var sammen med C. A. Jørgensen hans lærere i genetik og cytologi. Westergaards første bidrag af grundlæggende betydning for genetikken var hans opdagelse af, at hanplanter hos aftenpragtstjernen, *Melandrium album*, skyldte sit hankøn tilstedeværelsen af Y-kromosomet. Klarlægningen af denne genetiske mekanisme for kønsbestemmelsen ved hjælp af polyploider og fragmenterede Y-kromosomer i årene 1936 til 1948 er en smuk syntese af de eksperimentelle retninger indenfor genetikken, som er udviklet i København af Winge og Jørgensen. Disse ar-

bejder repræsenterer et af cytogenetikens vigtige fundament. Da det blev muligt at lave detaljerede karyotype analyser af XO mus og af patienter med Turner og Klinefelter syndromer, blev det klart, at den af Westergaard hos aftenpragstjernen fundne genetiske kønsbestemmelsesmekanisme ligeledes gælder for mus og mennesker.

Mogens Westergaard var en af de første forskere, som erkendte, at kemiske mutagener er et vigtigt værktøj for den molekylære analyse af genet. For kvantitativt at kunne måle inducerede genmutationer udviklede han tilbagemutationstesten for en adeninkrævende stamme af *Neurospora*. Analyser af forskellige kemiske og fysiske mutagener med denne og andre mutationstester viste, at tilbage-mutationsmønstret var allel-afhængig, dvs. blev bestemt af måden, hvorpå genet oprindeligt var beskadiget. Dette vigtige resultat blev udgangspunktet for forståelsen af den molekylære mutationsmekanisme og udnyttedes af Freese, Benzer og andre til påvisning af, at genmutationer er transitioner, transversioner, insertioner eller deletioner af én eller få nucleotider i deoxyribonucleinsyremolekylet. Westergaards arbejder med kemisk mutagenese strækker sig over årene 1947 til 1960.

For hans analyse af den meiotiske kromosomparring og crossing-over valgte han at arbejde med den orange jomfruhårbægersvamp, *Neottiella*, en organisme som stadig ikke kan dyrkes på laboratoriet, men som udgør et særlig velegnet materiale for cytokemiske og ultrastrukturelle analyser af meiosen. Den meiotiske deoxyribonucleinsyre-replikation sker hos denne svamp inden de to haploide kerner smelter sammen, dvs. inden de homologe kromosomer findes i en og samme kerne. Ved denne observation lykkedes det Westergaard at løse et centralt genetisk problem. Han kan afvise alle teorier, der bygger på en enkelt kausal sammenhæng mellem den meiotiske DNA-replikation på den ene side og induktion af meiosen, kromosomparring, chiasmadannelse samt genetisk crossing-over på den anden side. Arbejdet er anerkendt for definitivt at afvise copy-choice teorien for crossing-over. Ved analysen af det synaptinemale kompleks kan strukturen af leptotenkromosomerne klarlægges, og det opdages at chiasmata i det tidlige diplotenstadiet består af korte stykker af det synaptinemale kompleks, som holder de repulserende kromosomer sammen, og som senere omdannes til diakinesens kromatinchiasmata. Dette fører til den konklusion, at den molekylære parring af homologe DNA-segmen-ter af to ikke-søster-kromatider og overkrydsning mellem dem foregår inden for det synaptinemale kompleks.

Ved siden af disse tre nys nævnte forskningsområder, som omfatter Mo-

gens Westergaards grundlæggende bidrag til genetikken, afspejler hans videnskabelige produktion to store hobbyer: at botanisere som en form for rekreation og at besøge verdens smukke steder. Det bliver til en afhandling om en Iris-art fra øen Saltholm, et værk der analyserer hybrider af *Calamagrostis* og *Ammophila*, et værk om cytotaxonomi af Grønlands flora, en lille afhandling sammen med Fritz Went om ørkenplanter i Death Valley, Californien, og en meddelelse om ålepopulationer fra forskellige have. Af disse er der to, der tiltrækker sig særlig opmærksomhed. I den smukke analyse af klitgræsserne viser han, at bjærg-rørhvene, *Calamagrostis epigeios*, forekommer i to kromosomracer, og at det samme muligvis gælder for sand-hjælmen *Ammophila arenaria*. Arten *Ammophila baltica* påvises at bestå af tre forskellige hybrider mellem bjærg-rørhvenens og sandhjælmenes kromosomracer. Den meget omfattende cytotaxonomiske bearbejdning af Grønlands flora er foretaget i fællesskab med Thorvald Sørensen og C. A. Jørgensen, primært på materiale indsamlet af Thorvald Sørensen først i trediverne. Westergaard udførte flertallet af kromosomtællingerne og uden hans usædvanlige energi havde afhandlingen næppe set dagens lys. Det er naturligvis kedeligt kun at studere de grønlandske planter ved fikserede rodspidser, og det var derfor naturligt, at han tog til Grønland i flere somre for at studere de grønlandske planter, moskusokserne og de smukke eskimopiger. Han var et entusiastisk medlem af bestyrelsen for Universitetets Arktiske Station på Disko.

Da Westergaard startede sine undersøgelser over kønsbestemmelsen hos aftenpragtstjerne, troede man alment, at den mekanisme, som var udarbejdet af Bridges for *Drosophila* og senere af Ono og Yamamoto for planten *Rumex*, var den fremherskende kønsbestemmelsesmekanisme. I disse tilfælde er det forholdet mellem antallet af X-kromosomer og autosomer, som bestemmer, om individet bliver af han- eller hunkøn. De kønsbestemmende gener er lokaliseret i X-kromosomet, medens Y-kromosomet er uden indflydelse. Westergaards resultater hos triploide og tetraploide *Melandrium*-planter så vel som hos forskellige kønskromosom-aneuploider viser, at Y-kromosomet er hanbestemmende, og at der behøves mindst fire X-kromosomer for at balancere de hanbestemmende gener i et enkelt Y-kromosom. Denne konklusion opnåedes uafhængigt af H. Warmke. I overensstemmelse med resultaterne fra *Melandrium* er Klinefelter-patienter med fire X-kromosomer og et enkelt Y-kromosom af hankøn.

Westergaards disputats fra 1940 indeholder også den korrekte fortolkning af chiasmadannelsen hos XY bi- og multivalente inden for rammen

af Darlingtons teori over kønsbivalente som permanente strukturelle hybrider. X- og Y-kromosomer har et kort terminalt homologt segment, og kun dér kan chiasmadannelsen som resultat af overkrydsning finde sted. Jeg husker, med hvilken glæde og begejstring han studerede de tre-dimensionale rekonstruktioner af ultrastrukturen af kønsbivalenterne, som A. Solari havde udført hos mus, rotter og mennesker. Ved udarbejdelsen af en oversigt over det synaptinemale kompleks for the Annual Review of Genetics (1972) blev det ham klart, at disse rekonstruktioner for første gang gav en overbevisende cytologisk demonstration af rigtigheden af teorien om kønsbivalente som permanente strukturelle hybrider. Det korte homologe segment af X- og Y-kromosomerne danner under pachytenstadiet et synaptinemalt kompleks, som under diploten konverteres til et kromatinchiasma. Kønskromosomernes differentielle segmenter forbliver uparrede på grund af dannelsen af en speciel struktur. De differentielle segmenter indeholder — foruden de kønsbestemmende gener — sådanne, som viser henholdsvis X-bundet og Y-bundet nedarvning.

I disputatsen af 1940 kan Westergaard tillige tilbagevise H. J. Mullers hypotese, som siger, at balancen mellem kønskromosomerne og autosomerne som en kønsbestemmende mekanisme er ansvarlig for den sjældne forekomst af polyploide i dyreverdenen. I *Melandrium* var det faktisk muligt at etablere en tetraploid population med en normalt fungerende kønsbestemmelsesmekanisme.

Ved at studere planter, som havde tabt forskellige dele af Y-kromosomet, kunne Westergaard karakterisere de kønsbestemmende gener til Y-kromosomet differentialesegment. Terminalt i dette kromosomsegment ligger én eller flere suppressor-gener for udviklingen af de hunlige kønsorganer. Fjernelse af kromosomdelen nærmest det homologe segment resulterer i hansterilitet, og centromerregionen af det differentiale segment indeholder gener, som kontrollerer støvdragerdannelse. Det fremkommer således, at Y-kromosomet i *Melandrium* bestemmer hankønnet ved absolut kobling af suppressor-gener for udvikling i hunlig retning med gener, som fungerer i dannelsen af de hanlige kønsorganer og gameter.

Westergaard karakteriserer rammende Y-kromosomet funktion på følgende måde: En maskine kan standses på to forskellige måder. Enten ved at man trækker i bremserne eller fjerner to hjul uden hvilke maskinen ikke kan fungere. Y-kromosomet har begge funktioner. Når det er tilstede, er bremserne slået i for dannelsen af de hunlige organer, og de nødvendige hjul er på plads i den del af maskinen, som producerer de hanlige organer. Resultatet er en hanplante. Når Y-kromosomet er fravæ-

rende, løftes bremserne fra produktionen af hunlige dele, men samtidig fjernes nogle nødvendige hjul fra det handle-producerende maskineri. Resultatet er en hunplante. Effektiviteten af dette princip skyldes den absolutte kobling mellem hunbremserne og nogle nødvendige hanhjul.

En stor del af *Melandrium*-arbejderne var fuldført, da krigen afbrød Westergaards videnskabelige virksomhed. Han tilsluttede sig modstandsbevægelsen for at befri landet fra den tyske militære besættelse og for at bekæmpe politiske overgreb mod menneskets elementære rettigheder. Disse blev især krænket af de nazistiske raceteorier, dvs. forkerte arvelighedsteorier.

Med stort personligt mod deltog han i bevægelsens militære aktiviteter og delte med mange andre modstandsfolk interneringen i Frøslevlejren. I denne tid blev Westergaard bekendt med en lang række personligheder, der ligesom han selv kom til at spille en vigtig rolle i den usædvanlige udvikling på forskningens og den højere uddannelses område her i landet i årene efter krigen. Denne konfrontation med politiske overgreb og de erfaringer, som han gjorde ved at modstå dem, tillod Westergaard i 1948 at præsentere en meget kompetent og forstående analyse af udviklingen af Lysenko-affæren. Det er ikke uaktuelt at citere nogle sætninger fra hans publikation i »Naturens Verden«: »Lysenkostridens forløb understreger med al ønskelig tydelighed, at enhver relation mellem videnskab og stat må være baseret på statens anerkendelse af, at videnskabsmandens arbejde, den videnskabelige forskning, har et formål i sig selv. At det, for at sige det så stærkt som muligt, må anerkendes som en principiel menneskerettighed at drive den rene erkendelsesforskning, at søge sandheden for sandhedens egen skyld, og at staten har pligt til at understøtte denne stræben økonomisk. Kun i anden række må videnskabens forhold til staten være baseret på, at understøttelse af forskning også er en god økonomisk kapitalinvestering. Det har altid været vanskeligt at få politikere og andre lægmænd til at forstå netop denne nytteløse side af videnskabens væsen, men udviklingen viser, at videnskabsmændene aldrig må give op i kampen for at popularisere netop dette fundamentale forhold. Vælges den billige genvej, appellen til de økonomiske aspekter af det videnskabelige arbejde, så skabes uvægerligt den mentalitet i befolkningen og hos regeringen, som vi har set så klart i Lysenkostriden, at forskning, der ikke er umiddelbart nyttig, simpelthen betragtes som dårlig videnskab, lavet af uduelige videnskabsmænd«.

I 1946 rejste Mogens Westergaard via John Innes Institute i London for et år som Rockefeller fellow til California Institute of Technology.

Her i den nye biokemiske genetiks Mekka udarbejdede han sammen med H. Mitchell det medium, som fremmer den seksuelle formening i *Neurospora*, og som bærer hans navn. Tillige opfandt han tilbage-mutations-testen (denne test udarbejdedes uafhængigt heraf samme år af N. H. Giles). Hans arbejde fra 1957 med titlen »Chemical mutagenesis in relation to the concept of the gene« sammenfattede resultaterne, som hovedsagelig opnåedes i samarbejde med Gunnar Kølmark. Dette skrift fik stor indflydelse på tankebanerne inden for dette forskningsfelt. Jeg vil gerne nævne en slutning som i særlig grad influerede på den videre udvikling: »Tilbage-mutationsmønsteret af et givet mutant gen, som det fremtræder ved dets reaktion med forskellige fysiske og kemiske mutagener, afhænger af på hvilken måde, genet oprindelig blev beskadiget. — Det vigtigste aspekt af den kemiske mutagenese i den basale genetiske forskning er måske den nye mulighed for at karakterisere individuelle mutant alleler. Som vi har set, er konsekvensen af fremskridtene med vore analytiske redskaber, at opfattelsen af genet som enhed for funktion og mutation er brudt sammen. Det bør pointeres, at denne situation er helt parallel med den, som nu eksisterer med henblik på reevalueringen af vor opfattelse af genet som rekombinationsenhed.« Westergaards, Giles' og Kølmarks resultater med tilbage-mutationstesten har hjulpet os til at erkende, at nucleotiden er enheden af mutationen og rekombinationen, medens genet repræsenterer den funktionelle enhed.

Artiklen fra 1957 indeholder en anden interessant refleksion: »Vi kan snart blive tvunget til at tage foranstaltninger for at beskytte vore arveanlæg fra de kemiske mutagener, som vi producerer.« Store laboratorier — blandt andet et som ledes af en af Westergaards elever, Heinrich Malling — tester i dag systematisk lægemidler samt kemikalier, der anvendes i industrien, landbruget og lægemiddelproduktionen, for deres mutagenitet. Westergaards tilbage-mutationstest hører til testmetoderne.

I forbindelse med disse undersøgelser indtog Westergaard både internationalt og herhjemme en helt central stilling i udviklingen af den molekylære genetik. Ved det matematisk—naturvidenskabelige fakultet oprettedes et professorat i genetik, og han udnævntes til dets første indehaver, efter at han i nogle år havde været lektor i genetik ved Københavns Universitet. Han oprettede det Genetiske Institut som et undervisnings- og forskningslaboratorium, der fra starten var hyppigt besøgt af studerende og videnskabsmænd fra mange dele af verden. Med stor energi, entusiasme og humoristisk sans styrede han, gennem labyrinter af vanskeligheder, i Botanisk Have opbygningen af det Biologiske Centralinstitut,

som 25 år tidligere havde været planlagt af Winge, Ostenfeld og Boysen-Jensen. Det blev et lykkeligt ægteskab både for studenter og lærere at sammenføre genetik, mikrobiologi, biokemi og plantefysiologi under ét tag. Ved hjælp af hans elev Ove Frydenberg, der specialiserede sig inden for *Drosophila*- og populationsgenetikken, organiseredes forelæsninger og øvelser i genetik omfattende både den klassiske og den molekylære genetik. Som dekan for det matematisk–naturvidenskabelige fakultet lykkedes det Mogens Westergaard at gennemføre nye studieplaner for biologi og biokemi. Det er studieplaner, som i ganske uændret form endnu er gældende. Det kan ikke stærkt nok fremhæves, at den studieplan, som han udviklede i samarbejde med O. Maaløe og H. H. Ussing, repræsenterede en vigtig nyskabelse i den højere undervisning for biologer og biokemikere på det europæiske plan. Sammen med fysikerne gennemførtes kollokvier i molekylær biologi. Gennem Bent Christensen og Christian Overgaard Nielsens undersøgelser over Enchytraeer knyttedes båndene til zoologerne, og arbejdet med den kemiske mutagenese medførte et naturligt samarbejde med K. A. Jensen på Kemisk Institut. For at puste nyt liv i den europæiske genetiske forskning organiserede han sammen med Boris Ephrussi, Guido Pontecorvo og David Catcheside seks videnskabeligt og kollegialt succesrige symposier, understøttet af Rockefeller Foundation med det specifikke formål at fremme samarbejdet mellem europæiske og amerikanske genetikere, der arbejdede inden for biokemisk og molekylær genetik.

For hans indsats ved Københavns Universitet var to synspunkter vejledende. Man skulle bygge videre på de fornemme videnskabelige traditioner, som man havde ved Universitetet inden for botanik — og han gjorde meget for at holde disse traditioner levende. Samtidig virkede han utrætteligt for den udbygning af det højere uddannelsessystem, som var blevet så overhængende nødvendig, og som havde været så grusomt forsømt i mange årtier. Poul Brandt Rehberg var her hans bedste stridsfælle. Han har senere sammenfattet sine synspunkter i en lille bog med titlen »Om slagtning af hellige køer« (1965). Han gjorde sig til talsmand for, at man omstrukturerede de danske universiteter til det såkaldte treleddede universitet, dvs. simpelthen kopierede det nordamerikanske universitetssystem, som har vist sig så overlegent, når det gælder det at forene en højere uddannelse til 70 % af de unge mennesker med en forsknings- og undervisningsstandard af høj kvalitet. Man kan kun være enig med Mogens Westergaard i dette synspunkt og beklage, at man skrider altfor langsomt frem ad denne vej, som har været anbefalet af kendte botanikere og gene-

tikere i Europa helt tilbage til året 1913. Denne liste af aktiviteter under hans tilknytning til Københavns Universitet er fragmentarisk, men tilstrækkelig for at forstå at han krævede mere af sig selv end hans fysisk svage konstitution kunne bære. Denne periode sluttede i 1961 med en skæbnesvanger coronartrombose.

Mogens Westergaard startede sin cytologiske og genetiske forskning som student ved Carlsberg Laboratoriet. Det var dér, han nu vendte tilbage til, og Carlsbergfondet gav ham de muligheder, som var nødvendige for, at han kunne fortsætte sin scientia amabilis. Man er ved at skrive Carlsberg Laboratoriets 100-årige historie. Det skyldes i høj grad Mogens Westergaard, at Carlsberg Laboratoriet i dag står rustet til at fortsætte sin videnskabelige virksomhed med de nødvendige nye faciliteter. Han havde sans for, at traditioner er værdifulde, men at et laboratorium ikke alene kan leve af dette. Han og A. Tovborg Jensen kunne vinde A. W. Nielsen for at værdsætte Carlsberg Laboratoriet som grundforskningsinstitution. Industrimanden og videnskabsmanden fandt også hinanden i synspunktet, at dansk industri kun har en international chance, hvis den styrker sin indsats på den anvendte og udviklingsforskningens front. Poul Brandt Rehberg og A. W. Nielsen fandt de nødvendige formler for omstrukturering, så at bryggeriernes forskningsapparat kan flytte sammen med Carlsberg Laboratoriet på Gamle Carlsberg Vej, og derved give brygger Jacobsens intentioner en ny dimension, der er i overensstemmelse med dagens krav til den naturvidenskabelige forskning som grundlag for den industrielle udvikling.

Westergaards studie over crossing-over mekanismen har to rødder. Den ene var et opgør mellem genetikken og mycologien ved den Botaniske Kongres i Amsterdam i 1935, hvortil han cyklede fra København og under hvilken rejse han besøgte den af ham beundrede cytolog Emil Heitz i Hamburg. På én af kongressens sessioner gav Dame Helen Gwynne-Vaughan (født Fraser) en brilliant fremstilling af sine observationer og teorier om brachymeiosis i ascomyceten *Neottiella*. Under diskussionen fremkom nogle af de mest fremstående genetikere med stærke indvendinger mod hendes teorier, men hun gik af med sejren, hvilket førte til, at hendes fejlagtige anskuelse om meiosen hos svampe holdt sig i mange år i lærebøgerne. Fra denne dag var Westergaard fascineret af de muligheder, som *Neottiella* giver for studiet af kromosomer under meiosen hos ascomyceter. Sammen med Jane Rossen (1966) analyseredes kromosomerne under meiosen med lysmikroskopet, og Dame Helens fejltagelse blev klarlagt. Hun havde forvekslet 32 kromatider med 32 kromosomer i den primære ascuskerne. I denne afhandling publicerede Westergaard

også sine Feulgen-cytofotometriske data, som viste, at den sidste DNA-replikation før den første meiotiske deling hos denne svamp foregår inden sammensmeltningen af de to haploide cellekerner. Crossing-over på fire-streng-stadiet kan således ikke ske under DNA-replikationen, da de to ikke-søster-kromatider, som må deltage, ligger i to adskilte cellekerner. Ved at vælge det rigtige objekt var det for Westergaard en enkel sag at sige farvel til den elskede copy-choice-teori af crossing-over og den ligeså populære precocity-hypotese af meiosen.

Den anden rod for hans studie over crossing-over-mekanismen findes i Westergaards afhandling om kemisk mutagenese fra 1957. Han skriver her: »Det næste større gennembrud i genetikken kan forventes, når cytologien igen kan holde trit med den genetiske analyse; når elektronmikroskopet kan tage sin plads i den genetiske analyse, når vi kan studere den submikroskopiske baggrund for processerne som inter-allelisk crossing-over, frem- og tilbagemutation, genkonversion m. m. Denne dag er måske ikke langt væk.«

At denne dag er kommet, skyldes i ikke ringe grad Westergaards sidste arbejder over ultrastrukturen og cytokemien af meiosen og det synaptinemale kompleks samt erkendelsen, at denne universelle struktur af stor evolutionær stabilitet er en vektor for de homologe kromosomers finparing og crossing-over på fire-streng-stadiet. Det bragte mig mange, mange lykkelige stunder at måtte samarbejde med Mogens om disse problemer gennem de sidste 13 år. Det startede med opdagelsen af, at det synaptinemale kompleks af den orange jomfrubægersvamp er en ualmindelig smuk og regelbunden struktur. Samtidig var det muligt at synliggøre kromatinet af kromosomerne i elektronmikrografier under alle stadier af den mitotiske og meiotiske cyklus. *Neottiella* har den særlige fordel, at til fiksering og behandling af materialet må man gå ud i skoven eller på stranden, helst på nogle af de smukke afsides steder her i landet eller f. eks. til engen ved Windsor Castle, hvor hans kgl. højhed Prins Philip spiller polo, og hvor der findes en særligt lav-kromosomisk race af svampen. Dette giver naturligvis de nødvendige stille omgivelser for at diskutere de videnskabelige problemer igennem og sortere dem ud. Den ammoniakale sølvreaktion blev prøvet for at lære noget om sammensætningen af det synaptinemale kompleks, men det ledte til en helt anden opdagelse, nemlig den at den laterale komponent af det synaptinemale kompleks uddifferentieres under den tidlige meiotiske profase i mellemrummer mellem de to søsterkromatider. Det gav således løsningen på et problem, som har været diskuteret i mange år på det lysmikroskopiske plan, nemlig om leptotenkromosomet består af to strenge eller én streng. Leptotenkromoso-

met udgøres af to kromatider, men det ser ofte ud som en enkelt tråd, fordi to kromatider er bundet sammen med den laterale komponent af det synaptinemale kompleks. Mogens var meget glad for denne løsning, fordi han havde deltaget i mange ophidsende debatter om dette problem i trediverne og fyrrerne. Den anden opdagelse, som gav Mogens særlig tilfredsstillelse, var observationen, at et chiasma under det tidlige diploten består af et stykke synaptinemale kompleks, som ikke fjernes fra bivalentterne og senere omdannes til et kromatinchiasma. Vi samstemmede umiddelbart, at dette gør det næsten uundgåeligt, at overkrydsning sker inden for det synaptinemale kompleks.

Gennem kortere eller længere perioder samarbejdede Denise Zickler, Benjamin Lu, David McLaughlin, Bob Nilan, Chris Gillies, Larry Olson, Søren Rasmussen, Preben Holm, Herb Stern og Yasuo Hotta om forskellige aspekter af meiosen for at bringe os nærmere til Mogens Westergaards mål, at den cytologiske analyse holder trit med den genetiske og den biokemiske. Vi føler os ensomme, når vi vandrer videre på hans vej uden at blive udsat for hans kritik, hans ukonventionelle ideer, som han forfulgte uforstyrret til trods for vore skeptiske bemærkninger, uden at blive drillet af hans spøg, uden at blive distraheret af hans nyeste opdagelser inden for kunst eller litteratur eller en anekdote hørende til videnskabshistorien.

Med den bedste vilje er det ikke muligt i denne mindetale at nævne alle de videnskabsmænd, som var personlige og nære venner af Mogens Westergaard. Dette er uheldigt, eftersom kontakten med disse venner har betydet så meget for ham og har været en vigtig kilde til hans præstation.

Jeg ønsker at huske ham på to måder: (1) Pensum for eksamen ved Københavns Universitet fastlægges ved et bestemt antal sider af én eller flere bøger. Eksaminatoren må naturligvis ikke spørge om noget, der ikke findes på disse sider. Da Mogens Westergaard konfronteredes med denne noget uakademiske procedure, dekretede han: I dette semester vil vi til eksamen kun kræve de venstre sider af min lærebog i genetik. (2) Han vandrer en forsommerdag over en eng fyldt med blomster. Han opdager en smuk hybrid mellem *Orchis purpurea* og *militaris*. Han knæler ned for at studere den.

Jeg vil bede Selskabets medlemmer hædre mindet om denne store genetiker og ranke personlighed.

Jeg vil udtrykke min tak til professor, dr. phil. Heinz Holter for den hjælp, han har ydet mig i forbindelse med udarbejdelsen af denne mindetale.

Curriculum vitae

Mogens Christian Wanning Westergaard

Født 13. juni 1912 i København, død 8. juni 1975 i København

- 1931 Student fra Horsens Statsskole.
 1966 Magisterkonferens i botanisk genetik ved Københavns Universitet.
 1940 Dr. phil. ved Københavns Universitet med afhandlingen: Studies on cytology and sex determination in polyploid forms of *Melandrium album*.
 1936–1949 Videnskabelig assistent og amanuensis af 1. grad ved Den kongelige Veterinær og Landbohøjskoles Arvelighedslaboratorium.
 1945–1949 Lektor i arvelighedslære ved Københavns Universitet.
 1949–1962 Professor i genetik ved Københavns Universitet og bestyrer af universitetets genetiske institut.
 1962–1975 Tilknyttet Carlsberg Laboratorium som gæsteforsker.

Studie- og forskningsophold i udlandet:

- 1937 Kaiser Wilhelm Institut für Biologie, Berlin–Dahlem (1 måned).
 1946 John Innes Research Institute, London (3 måneder).
 1946–1947 Rockefeller fellow, Biology Division, California Institute of Technology, Pasadena, California (9 måneder).
 1951 Cold Spring Harbor Symposium, L.I., N.Y.
 1955 Symposium ved Carnegie Institution of Washington, Stanford og gæsteprofessor ved Cornell University, Ithaca, N.Y. (1 måned).
 1958 Cold Spring Harbor Symposium og Temporary fellow of Carnegie Institution of Washington, Cold Spring Harbor, L.I., N.Y. (3 måneder).
 1963–1964 Gosney fellow, Biology Division, California Institute of Technology, Pasadena, California (6 måneder).
 1969–1970 Gosney fellow, Biology Division, California Institute of Technology, Pasadena, California (6 måneder).

Tillidshverv:

- 1949–1955 Sekretær i Biologisk Selskab.
 1953–1959 Medlem, The Permanent Committee, International Genetical Congresses.
 1949–1959 Medlem af bestyrelsen for universitetets arktiske station på Disko, Grønland.
 1954–1958 Medlem, Board of Governors, Arctic Institute of North America.
 1960–1964 Stiftende medlem af bestyrelsen og sekretær for Nordisk Genetikerforening.
 1958–1962 Medlem af Sundhedsstyrelsens komité for strålebeskyttelse.
 1962–1968 Medlem af WHO's ekspertkomité for humangenetik.
 1960–1975 Medlem af redaktionskomiteen for Hereditas.

Æresbevisninger:

- 1954 Medlem, Arctic Institute of North America.
 1955 Medlem, Kongelige Danske Videnskabernes Selskab.
 1959 Tildelt Munksgaardprisen.
 1962 Æresmedlem, British Genetical Society.
 1963 Vicepræsident, 11. International Genetical Congress, Holland.
 1964 Medlem, Kungliga Fysiografiska Selskab, Lund.
 1964 Æresmedlem, Nordisk Genetikerforening.
 1969 Vicepræsident, 12. International Botanical Congress, Seattle, USA.
 1970 Æresmedlem, Mendelska Sällskapet, Lund.
 1972 Medlem, National Academy of Sciences, USA.

List of publications [in foreign languages]:

1. On the satellites of the everSPORTING *Matthiola* races. – Compt. Rend. Trav. Lab. Carlsberg, Sér. Physiol. 21: 195–202 (1936).
2. A cytological study of *Gagea spathacea*, with a note on the chromosome number and embryosac formation in *Gagea minima*. – Ibid.: 437–451 (1936).
3. With C. Syrach Larsen: Contributions to the cytogenetics of forest trees. I. A triploid hybrid between *Larix decidua* Miller and *Larix occidentalis* Nutt. – J. Genet. 36: 523–530 (1938).
4. Karyotypes of the collective species *Iris spuria* L. – Dansk Bot. Ark. 9: 1–11 (1938).
5. Induced tetraploidy in *Melandrium album*. – Nature (London) 142: 917 (1940).
6. Studies on cytology and sex determination in polyploid forms of *Melandrium album*. – Dansk Bot. Ark. 10: 1–131 (1940) – Thesis.
7. With K. Gram, C. Muhle Larsen and C. Syrach Larsen: Contributions to the cytogenetics of forest trees. II. *Alnus* studies. – Royal Vet. Agric. Coll, pp. 44–58 (1941).
8. Cyto-taxonomical studies on *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth., *Ammophila arenaria* (L.) Link, and their hybrids (*Ammophila baltica* (Flügge) Link). – Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk. 2: 1–66 (1943).
9. Structural changes of the Y chromosome in the offspring of polyploid *Melandrium*. Hereditas 32: 60–64 (1946).
10. Aberrant Y chromosomes and sex expression in *Melandrium album*. – Ibid.: 419–443 (1946).
11. With H. K. Mitchell: *Neurospora*. V. A. synthetic medium favoring sexual reproduction. – Amer. J. Bot. 34: 573–577 (1947).
12. The aspects of polyploidy in the genus *Solanum*. III. Seed production of auto-polyploid and allopolyploid Solanums. – Biol. Med. Dan. Vid. Selsk. 18: 1–18 (1948).
13. The relationship between chromosome constitution and sex in the offspring of triploid *Melandrium*. – Hereditas 34: 257–279 (1948)
14. With. F. W. Went: Ecology of desert plants. III. Development of plants in the Death Valley National Monument, California. – Ecology 30: 26–38 (1949).

15. With G. Kølmark: Induced back-mutations in a specific gene of *Neurospora crassa*. – *Hereditas* 35: 490–506 (1949).
16. With K. A. Jensen and G. Kølmark: Back-mutations in *Neurospora* induced by diazomethane. – *Ibid.*: 521–525 (1949).
17. With K. A. Jensen and I. Kirk: Biological action of »Mustard Gas« compounds. – *Nature* (London) 166: 1019 (1950).
18. With K. A. Jensen, I. Kirk and G. Kølmark: Chemically induced mutations in *Neurospora*. – Cold Spring Harbor Symp. Quant. Biol. 16: 245–261 (1951).
19. With G. Kølmark: Validity of the *Neurospora* back-mutation test. – *Nature* (London) 169: 626 (1952).
20. With G. Kølmark: Further studies on chemically induced reversions in the adenine locus of *Neurospora*. – *Hereditas* 39: 209–244 (1953).
21. Über den Mechanismus der Geschlechtsbestimmung bei *Melandrium album*. – *Naturwissenschaften* 40: 253–260 (1953).
22. With H. Hirsch: Environmental and genetic control of differentiation in *Neurospora*. – Colston Soc. Symp. 7: 171–183 (1954).
23. Man's responsibility to his genetic heritage. – In UNESCO Publ. »Impact of Science on Society« 6: 63–88 (1955). Also in French.
24. Die Erbanlagen des Menschen und seine Verantwortung. – *Medizinische Klinik* 52: 274–283 (1957).
25. Chemical mutagenesis in relation to the concept of the gene. – *Experientia* 13: 224–234 (1957).
26. On the identification of genetic and non-genetic variation in Bacteria. – Ciba Found. Symp. »Drug resistance in microorganisms« pp. 280–290 (1957).
27. The mechanism of sex determination in dioecious flowering plants. *Adv. Genetics*, 9: 217–281 (1958).
28. With C. A. Jørgensen and Th. Sørensen: The flowering plants of Greenland. A taxonomical and cytological survey. – *Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk.* 9: 1–172 (1958).
29. With H. Malling, H. Miltenburger and K. G. Zimmer: Differential response of a double mutant – adenineless, inositolless – in *Neurospora crassa*, to combined treatment by ultra-violet radiation and chemicals. – *J. Rad. Biol.* 1: 328–343 (1959).
30. Chemical mutagenesis is a tool in macromolecular genetics. – In »Chemische Mutagenese« Erwin-Baur-Gedächtnisvorlesungen I. Abh. Deutsch. Akad. Wiss. Klas. Medizin 1: 30–44 (1960).
31. With Charlotte Auerbach: A discussion of mutagen specificity *Ibid.*: 116–123 (1960).
32. With K. Sick and O. Frydenberg: Hemoglobin pattern and chromosome number of American, European, and Japanese eels (*Anguilla*). – *Nature* London 193: 1001–1002 (1962).
33. Øjvind Winge. 1886–1964. – *Biograph. Mem. Fell. Royal Soc. (London)* 10: 357–369 (1964).
34. Øjvind Winge. – *Compt. Rend. Trav. Lab. Carlsberg* 34: I–XXIV (1964).
35. Studies on the mechanism of crossing over. I. Theoretical considerations. – *Ibid.* 34: 359–405 (1964).

36. With J. Mink Rossen: Studies on the mechanism of crossing over. II. Meiosis and the time of meiotic chromosome replication in the ascomycete *Neottiella rutilans* (Fr.) Dennis. – *Ibid.* 35: 233–260 (1966).
37. With D. von Wettstein: Studies on the mechanism of crossing over III. On the ultrastructure of the chromosomes in *Neottiella rutilans* (Fr.) Dennis. – *Ibid.*: 261–286 (1966).
38. With D. von Wettstein: The meiotic cycle in an ascomycete. – In »Effects of radiation on meiotic systems«. Internat. Atom. Energy Agency, Vienna. Panel Proc. Sci. Sti./Publ./173: 113–121 (1968).
39. With D. von Wettstein: The nucleolar cycle in an ascomycete. – *Compt. Rend. Trav. Lav. Carlsberg* 37: 195–237 (1970).
40. With D. von Wettstein: Studies on the mechanism of crossing over. IV. The molecular organization of the synaptonemal complex in *Neottiella* (Cooke) Saccardo (Ascomycetes). – *Ibid.*: 239–268 (1970).
41. With D. von Wettstein: The synaptonemal complex. – *Ann. Rev. Genet.* 6: 71–110 (1972).
42. With H. Stern and D. von Wettstein: Presynaptic events in meiocytes of *Lilium longiflorum* and their relation to crossing-over. a preselection hypothesis. – *Proc. Nat. Acad. Sci. USA* 72: 961–965 (1975).
43. Øjvind Winge. – *Genetics* 82: 1–7 (1976).
44. With H. Doll, B. Farestveit and P. Holm: Studies on the mechanism of crossing-over. VI. The pre-leptotene meiotic stages of *Lilium longiflorum*. Thunb.-manuscript.

Publikationer på dansk:

1. Nogle nyere synspunkter vedrørende kromosomernes struktur. – *Nat. Verd.* 20: 437–457 (1937).
2. Om arveanalyser af smag- og lugtesansen hos mennesket. – *Ibid.* 22: 385–396 (1937).
3. Fremstilling af karnedelingspræparater til undervisningsbrug. – *Nat. Tid.* 1: 35–37 (1937).
4. Resultatet af smagsundersøgelsen i »Naturens Verden«. – *Nat. Verd.* 23: 171–175 (1939).
5. Om populationers arvelige sammensætning. – *Ibid.* 24: 471–478 (1940).
6. Arvelighedslæren og udviklingslæren i moderne belysning. II. Mutationsteorien. – *Ibid.* 25: 49–177 (1941).
7. *Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Ammophila arenaria* Link og deres hybrider (*Ammophila baltica* (Flügge) Link). – *Dansk Bot. Tidskr.* 45: 338–351 (1941).
8. Udviklingslæren. – I »Videnskaben i Dag«. – J. H. Schultz, København 1944, pp. 259–275.
9. Sammenhængen mellem planternes kromosomtallet og deres udbredelsesforhold. – *Salmonsens Leks. Tidsskr.* 4: 898–903 (1944).
10. Et nyt arbejdsområde for arvelighedsforskningen: Den biokemiske genetik. – *Nat. Verd.* 30: 253–260 (1946).
11. De nye arvelighedsteorier i Sovjetunionen. – *Ibid.* 32: 193–272 (1948).

12. Nyere resultater inden for mutationsforskningen. – *Salmonsens Leks. Tidskr.* 11: 191–193 (1951).
13. Arvelighedslæren. – Munksgaard, København 1953, pp. 1–332.
14. Nogle betragtninger om planteforædling. – *Ugeskr. Landm.* 99: 367–371 (1954).
15. Arvelighedsforskning og raceforskning. Den genetiske antropologi. – I »Arv, Race og Kultur«. Hans Reitzel, København 1954, pp. 59–82.
16. Eitt kynbøtingarverk og tydningur tess fyrri veraldarhushaldio. – I »Almanakki«, Keyptmannahavn 1955, pp. 22–25.
17. Mutationer som sygdomsårsag. – *Ugeskr. Læg.* 117: 1593–1599 (1955).
18. Atomtidens risiko. – I »Kulturdebat«. Gyldendal, København 1958.
19. Fra Ølsebymagle til Risømagle. – I »Det upopulære fra radioen« 1: 53–62 (Hans Reitzel, København 1958).
20. De nye Institutter i Botanisk Have. – *Nat. Verd.* 1959, pp. 136–137.
21. Med K. Henningsen og H. Malling: Vejledning til øvelseskursus i biokemisk genetik. – Universitetets Genetiske Institut 1962, pp. 1–80.
22. Om slagtning af hellige køer. – Hans Reitzel, København 1965, pp. 1–89.
23. Carl Adolf Jørgensen. 3. oktober 1899–14. februar 1968. – I »Oversigt over det Kgl. Dan. Vid. Selsk. Virks. 1967–1968«, pp. 1–13.
24. Med Knud Max Møller: Felice Fontana (1730–1805). En apologi. – *Med. Forum* 24: 101–111 (1971).
25. Thorvald Sørensen. 4. juli 1902–21. juni 1973. – I »Oversigt over Det Kgl. Dan. Vid. Selsk. Virks. 1973–1974«, pp. 1–9.

Desuden forskellige kronikker, bl. a. i »Politiken«:

15.11.1967, 15.1.1969 og 14.2.1969.