

ELMER VERNER McCOLLUM

3 maart 1879 15 november 1967

Van boerenzoon tot voedingsonderzoeker

Een biografie

Door HARRY G. DAY

DE VORMENDE JAREN

ELMER VERNER McCOLLUM was het kind van een pioniersfamilie. Pionieren was ook het kenmerk van zijn wetenschappelijke prestaties en humanitaire bijdragen. Hij was de eerste zoon en het vierde kind van Cornelius Armstrong McCollum en Martha Catherine Kidwell McCollum die zestien jaar eerder huiseigenaar waren geworden op honderdzestig acres tien mijl ten westen en één mijl ten noorden van Fort Scott, Kansas. Zijn enige broer, Burton, was zestien maanden jonger. De twee waren onafscheidelijke metgezellen gedurende hun jeugd, en elk beïnvloedde de ander zolang zij beiden leefden. Elk van de drie zusters studeerde af aan de Universiteit van Lombard, een Universalistische Divinity School met een voorbereidende afdeling, en elk trouwde met een Universalistische predikant. Aangezien zowel de broer als Dr. McCollum aan de Universiteit van Kansas afstudeerden, bereikten alle vijf de McCollum kinderen een veel hoger niveau van formele scholing dan de ouders.

Dr. McCollum ontwikkelde zich in nederige omstandigheden. Maar ondanks de grimmige realiteit van het leven aan de grens, met ouders die nauwelijks enige formele scholing hadden genoten, toonde hij een ongewoon vermogen om te leren en na te denken over veel dat hij waarnam. De ouders en de andere kinderen hadden ook veel waardering voor leren.

De moeder had slechts twee winters op een plattelandsschool gezeten. Ze kon nauwelijks lezen toen het eerste kind werd geboren. Maar ondanks alle lasten van het werk op de boerderij, het verbouwen en bewaren van voedsel voor het gezin, en ontelbare huishoudelijke taken, leerde zij goed lezen, en wijdde zij tijd aan de opvoeding van alle kinderen. Dr. McCollum schreef over haar: "Zij waardeerde onderwijs omwille van zichzelf en omwille van de invloed ervan op de menselijke waardigheid en verfijning, omdat het mensen in staat stelde te ontsnappen aan gezwoeg, hun verdien capaciteit vergrootte, en de achting won van mensen die om cultuur gaven." Haar vastberadenheid, hoge ethische waarden en respect voor de cultuur en haar zuinig beheer van het gezin en zijn schamele inkomsten en uitgaven waren duidelijk voortdurend voelbaar in de familiekring.

De vader las elk moment dat hij de gelegenheid had, maar het aanbod van boeken en tijdschriften was zeer beperkt en er waren nauwelijks goed geïnformeerde en geleerde personen om hem heen. Dr. McCollum beschreef hem als volgt: "Hij dacht voortdurend onderzoekend na", maar de ongelijkmatigheid van zijn kennis en de dwingende noodzaak om bijna al zijn tijd aan

handenarbeid te besteden, hielden hem gevangen in een aantal opmerkelijk naïeve overtuigingen.

De ouders waren innovatief en sterk gemotiveerd om economische zekerheid te bereiken en waren in feite leiders in hun gemeenschap. De moeder stond dikwijls de burens bij in geval van ziekte en verlies. Haar vindingrijkheid bleek van groot belang voor het gezin aan het begin van het tiende levensjaar van haar oudste zoon. De vader werd chronisch ziek, mogelijk als gevolg van tuberculose van de botten. Met het begin van deze familiecrisis werd het noodzakelijk dat de jonge McCollum een aantal van de verantwoordelijkheden van een volwassene op zich nam. Ondanks de ziekte van de vader was het economisch noodzakelijk om de boerderij te blijven exploiteren tot het jaar dat de jongen zeventien werd. Voor het hele gezin waren deze jaren getekend door eindeloos zwoegen en angst.

Elmer McCollum ging, samen met zijn jongere broer, naar een school met één lokaal, waar in het beste geval weinig geleerd werd. De druk van de verplichtingen op de boerderij zorgde ervoor dat hij in de herfst en de lente vele dagen niet naar school ging. In zijn autobiografie, die hij achtenzestig jaar later schreef, schreef Dr. McCollum over deze vroege jaren: "Terwijl ik op de boerderij woonde, kwam ik met geen enkel individu in contact dat zowel goed geïnformeerd was als intellectueel goed bedeed in welke tak van de wetenschap dan ook, of die gemotiveerd was om onderzoek te doen naar de verschijnselen van de natuur. Mijn omgeving was zonder stimulans van geestelijke activiteit.

In 1893, toen Elmer veertien jaar oud was, nam mevrouw McCollum de twee jongens mee naar de World's Columbian Exposition in Chicago. Deze ervaring verbreedde zijn horizon, ook al ontbrak het hem ook aan veel intellectuele stimulatie.

Waarschijnlijk één van de belangrijkste daden voor Dr. McCollum, en uiteindelijk voor de vooruitgang in de voedingswetenschappen, was het moedige besluit van de moeder in 1896 om het gezin te verhuizen naar de omgeving van Lawrence, Kansas. Het doel was om haar twee zonen de gelegenheid te geven naar de middelbare school en vervolgens naar de Universiteit van Kansas te gaan. In deze beslissing werd zij gesteund door haar invalide echtgenoot, maar op dat moment had geen van beide zoons een sterk verlangen naar veel formeel onderwijs.

De strategie van de familie McCollum was vergelijkbaar met die van veel andere plattelandsgezinnen in die tijd in het Midden-Westen. Zij zorgden voor zoveel mogelijk geld door bijna al het vee en de landbouwwerktuigen te verkopen. De boerderij werd verhuurd als bron van inkomsten, en met het geld kochten ze een stuk land van 15 acre bijna grenzend aan de campus van de

Universiteit van Kansas. Dit werd omgebouwd tot een fruitteeltbedrijf, waarvan zij hoopten dat het, samen met de huurinkomsten van de boerderij, voldoende zou opleveren om in de eerste levensbehoeften van zowel de ouders als de zonen te voorzien. Omdat het inkomen nooit voldoende was, moesten de jongens werk zoeken in Lawrence.

Toen het gezin in Lawrence aankwam, was Elmer al zeventien jaar oud, en hij had nog geen enkele vorm van formeel onderwijs genoten die verder ging dan die van de lagere school. Hij had de vernedering moeten ondergaan dat hij was gezakt voor de algemene examens die dat voorjaar werden gehouden.

Omdat hij geen diploma had, informeerde de directeur van de middelbare school, de heer Frank A. Olney, naar zijn voorbereiding. Op grond van het feit dat hij veel boeken had gelezen en dat hij veel gedichten uit het hoofd had geleerd, zoals Lowells "Vision of Sir Launfal", liet de heer Olney hem voorlopig toe. Dit was een grote opluchting voor de nieuwe student. In latere jaren heeft Dr. McCollum vaak met waardering aan deze begripvolle actie teruggedacht. De intellectuele bekwaamheid en interesses van de jongeling kwamen snel en onmiskenbaar naar voren in de staat van dienst van de middelbare school. Zijn studies omvatten Latijn, geschiedenis, wiskunde, scheikunde en natuurkunde. Hij leerde zo grondig dat toen hij naar de universiteit ging, hij gevorderde studiepunten kreeg voor Engelse compositie, scheikunde en natuurkunde. Door het buitensporige aantal uren dat hij in dienst was en zijn verantwoordelijkheden op het familie-landgoed, was er weinig tijd voor sociale contacten. Niettemin werd hij zowel in zijn eerste jaar als in zijn laatste jaar tot klassen voorzitter gekozen. In deze rol hield hij een toespraak bij de diploma-uitreiking. Het onderwerp was "Het Puerto Ricaanse Tarief", een levendig onderwerp in die tijd. Dr. McCollum's brede interesses en kennis werden sterk beïnvloed door zijn ontdekking en onmiddellijke liefde voor de Encyclopedia Britannica, die in de aula van de middelbare school werd bewaard. Hij was zo sterk onder de indruk dat hij een boekhandelaar in Lawrence regelde om een goede gebruikte set voor hem te verkrijgen. Dit kostte hem 25 dollar, een bedrag dat overeenkwam met ongeveer twee maanden van zijn inkomen in die tijd. Hij behield de set en gebruikte hem ijverig gedurende ongeveer vijfentwintig jaar, toen hij een nieuwe editie kocht.

Gedurende zijn volwassen leven vertelde Dr. McCollum graag over enkele van zijn levendige herinneringen aan deze middelbare schooltijd. Deze herinneringen hadden voornamelijk betrekking op zijn malende voorliefde voor lichamelijke arbeid waarmee hij het geld verdiende dat nodig was voor zijn opleiding en om de schamele middelen van zijn familie aan te vullen. Zijn

voornaamste taak was het aansteken en doven van de gaslantaarns in de straten van de ene helft van Lawrence. Dit werk bleef hij doen gedurende zijn hele middelbare schooltijd en zijn eerste twee jaar aan de universiteit. Omdat dit niet genoeg geld opleverde om in al zijn behoeften te voorzien, kreeg hij ook werk op het kantoor van de Lawrence Daily World.

Elke dag iets voor zonsondergang meldde hij zich bij de gasfabriek. Als het bewolkt was of als de maan niet helder scheen, begon hij aan zijn verlichtingsrondes; maar als de manager besloot dat de maan helder zou schijnen, werkte hij niet. Voor zulke nachten kreeg hij geen loon, want hij werd alleen betaald als hij de lampen bediende. De maneschijn was voor hem letterlijk een handicap op het werk. Na het aansteken sliep hij in een hangmat op een zolder boven de retorten tot middernacht, wanneer hij zijn ronde begon met het doven van de lampen. Dit nam ongeveer anderhalf uur in beslag. Daarna liep hij ongeveer anderhalve mijl naar zijn huis en na het eten sliep hij de rest van de nacht.

Het werk op het kantoor van de krant gebeurde grotendeels 's middags na schooltijd. Op zaterdag haalde hij vaak reclame op bij de kooplieden van Lawrence. Het is dus twijfelachtig of een andere jongen op de middelbare school in die periode zo weinig vrije tijd had als de jonge McCollum.

Bij vele gelegenheden uitte Dr. McCollum zijn dankbaarheid voor de invloed van verschillende leraren van de middelbare school op zijn ontwikkeling. Hij schreef bijvoorbeeld: "Luisteren naar hun gesprekken, individueel of in klassen, en het observeren van hun manier van doen opende mijn ogen voor nieuwe en verdienstelijke normen van denken en gedrag. Vier van hen hebben mijn denken en mijn normen sterk beïnvloed, hoewel zij zich ongetwijfeld niet bewust waren van wat zij voor mij deden."

Toen de jonge McCollum naar de middelbare school ging, werd hij lid van de Unitarische kerk. Gedurende zijn hele leven had hij een brede en actieve belangstelling voor de godsdiensten en filosofieën van alle tijden, maar hij woonde geen kerkdiensten bij en nam niet deel aan enige vorm van kerkelijke programma's.

Nadat hij in september 1900 aan de Universiteit van Kansas was gaan studeren, bleef hij lampen aansteken en op het krantenkantoor werken, totdat hij in zijn derde jaar een aanstelling kreeg als student-instructeur. Dit laatste verschafte hem meer inkomen en de gelegenheid om voldoende te slapen.

Omdat hij zich aanvankelijk wilde voorbereiden op de geneeskunde, besteedde hij tijdens zijn eerste studiejaar veel tijd aan de studie van de menselijke anatomie. Hij besteedde ook tijd aan bacteriologie en cursussen in kwalitatieve en kwantitatieve chemische analyse. Aan het begin van het tweede jaar studeerde hij organische scheikunde bij Dr. Edward Bartow. Hij raakte zo

gefascineerd door dit onderwerp dat hij er niet meer aan dacht om arts te worden. Er waren weinig beperkende voorschriften van de universiteit voor de verdeling van de studietijd of voor de keuze van de vakken. Zo wijdde de jonge McCollum bijna al zijn aandacht aan cursussen scheikunde en aan speciaal werk voor de bereiding van vele verbindingen die beschreven staan in Gatterman's leerboek, Organische Scheikunde.

Tegen het einde van zijn tweede jaar begon hij met de analyse van monsters aardolie die naar Dr. Bartow waren gestuurd door producenten van ruwe olie in het Oklahoma Territory en in het zuiden van Kansas. Zo werd een nieuwe en waardevolle bron van inkomsten gecreëerd.

Door academisch werk tijdens de zomers en de mogelijkheid om door middel van speciale examens studiepunten te behalen, behaalde McCollum in drie jaar zijn A.B. graad.

Hij werd onmiddellijk toegelaten voor werk dat leidde tot een M.S. graad in chemie. Dit omvatte een aanstelling als onderwijsassistent in scheikunde met een stipendium van \$300 voor het jaar. Zijn cursussen omvatten een reeks lezingen in fysiologische scheikunde. Zijn afstudeerscriptie was gebaseerd op een onderzoek naar de samenstelling van het gas in de holle stengels van de reuzenwaterlelie, *Nelumbo lutea* (Amerikaanse lotus), wanneer de plant werd blootgesteld aan zonlicht en tijdens de uren van duisternis. Deze dissertatie werd aanvaard, maar het werk werd nooit gepubliceerd. Dr. Arthur Harris, die zeer gerespecteerd werd door de jonge McCollum, leidde het werk. Een paar jaar eerder had Harris samen met hem de gaslampen van Lawrence aangestoken.

Andere invloedrijke leraren die door de jonge McCollum werden gerespecteerd waren professor E.C. Franklin en Dr. H.P. Cady. De laatste was bijzonder behulpzaam bij het begeleiden van hem in de richting van een superieure graduate school voor verdere opleiding in organische chemie. Door zijn studie van de huidige chemische tijdschriften besloot hij dat het werk van Dr. H.L. Wheeler en Dr. T.B. Johnson aan de Yale University het meest veelbelovend voor hem was.

In 1904 diende de jongeman een aanvraag in bij Yale voor toelating en een beurs. Hij werd onmiddellijk toegelaten, maar hij kreeg slechts een beurs die hem vrijstelde van het betalen van collegegeld. Onverschrokken nam hij het aanbod aan in de overtuiging dat er wel een manier zou worden gevonden om het geld te verdienen dat hij nodig had voor zijn levensonderhoud.

Op weg met de trein naar New Haven stopte McCollum een dag in St. Louis om de Lewis and Clark Exposition te bezoeken en kort het aldaar gehouden Internationale Congres van Chemici bij te wonen. Daar stelde hij zich voor aan professor Russell Chittenden, met wie hij had gecorrespondeerd over zijn

toelating tot Yale. Zo begon een langdurige en vruchtbare vriendschap. Verzekerd dat alles in het werk zou worden gesteld om hem te helpen, hervatte hij zijn reis naar New Haven. Hij kwam daar aan met 82 dollar in zijn zak en zonder vaste vooruitzichten op meer.

De lange, zeer magere jongeman was in een nieuwe wereld terechtgekomen. Met hard werken, een vooruitziende blik en de wil om zich aan die wereld aan te passen, bleken de twee jaar die hij doorbracht om de graad van doctor te behalen buitengewoon vruchtbaar en plezierig te zijn. Het systeem voor de uitvoering van graduate studie dat hij ervoer en de patronen van werk en zelfontplooiing die hij nastreefde, werden zijn hele leven gevolgd.

Toen hij in New Haven aankwam was hij zelden langer dan een paar uur van huis weg geweest. De meeste studenten die hij op de middelbare school en op de universiteit had gekend, leken qua achtergrond en ervaring op hem. Bijna niemand kwam uit families van rijkdom en positie. Maar op Yale ontmoette hij alle soorten mensen. Hij probeerde van iedereen te leren en cultiveerde de kwaliteiten in hun leven die hem belangrijk leken om het beste uit zijn eigen leven te halen.

Tijdens het eerste jaar vond hij het mogelijk om in het huis te wonen van een van zijn vroegere leraren van de middelbare school, Arthur L. Corbin, die rechten had gestudeerd en op dat ogenblik lid was van de faculteit van de Yale Law School. Na deze overgangsperiode in het gezin Corbin werd hij door professor Chittenden uitgenodigd om in een van de twee suites van woonkamers op de bovenste verdieping van het scheikundegebouw te gaan wonen. Dit werd zijn thuis gedurende de resterende twee jaar op Yale. Zijn kamergenoot was Phillip Mitchell, die een leerling was van professor Lafayette B. Mendel en later professor in de fysiologie aan de Brown University werd.

Onmiddellijk na zijn toetreding tot de Sheffield Scientific School in Yale, kreeg McCollum een relatie met professor Treat B. Johnson, die zijn doctoraal onderzoek leidde. Het onderzoek had betrekking op de bereiding en bestudering van pyrimidines. Tot de studenten die nauw met hem verbonden waren, behoorden Stanley R. Benedict, Stanley Bristol, Samuel H. Clapp, William B. Cramer, Samuel Dudley, George S. Jamieson, Eli M. K. Ryder, Carl O. Johns, en Johannes G. Statiropoulos.

De jonge McCollum waardeerde Dr. Johnson's methode om voor guidance te zorgen. Om stappen voor te stellen die genomen konden worden om de gewenste verbindingen te bereiden, gebruikte Dr. Johnson grote vellen krantenpapier, tekende de formules van bekende verbindingen en gaf reagentia en condities aan die gebruikt moesten worden. Samen bespraken zij de procedures en de omstandigheden die het meest veelbelovend leken.

Tijdens zijn tweede jaar kreeg McColl een longontsteking. De gedwongen afwezigheid van lessen en zijn verzwakte gezondheid voor enige tijd daarna belemmerden zijn vooruitgang ernstig. Een tijd lang zag het ernaar uit dat dit de voltooiing van zijn studie zou vertragen. Door zijn ziekte en zijn intense bezigheid met onderzoek in de organische scheikunde had hij een grote achterstand opgelopen in de kristallografie, zijn tweede bijvak. Toen de leraar, professor Samuel L. Penfield, van de situatie hoorde, besloot hij dat de jongeman meer behoefte had aan een betere gezondheid dan aan het tijd doorbrengen met het tekenen van kristallen. Hij beloofde dat als de student de rest van het semester drie keer per week zou gaan kanoën op de rivier, hij krediet zou krijgen voor de cursus! Deze onorthodoxe maar buitengewone daad van vriendelijkheid was van grote invloed gedurende het lange leven van Dr. McCollum met studenten. Hij hield nooit op professor Penfield dankbaar te zijn.

De intensieve leesgewoonten die hij tijdens zijn afstuderen had ontwikkeld, werden gedurende zijn hele leven door Dr. McCollum gevolgd. Bij zijn eerste bezoek aan het laboratorium gaf Professor Horace L. Wells hem een sleutel van de grote bibliotheek die door Professor Wheeler ter beschikking was gesteld. Daarna bracht de jonge McCollum vele avonden in de bibliotheek door. Dit belangrijke patroon wordt treffend beschreven in zijn autobiografie: "Ik nam achtereenvolgens de boekdelen van een reeks tijdschriften en sloeg elke bladzijde om, terwijl ik ze rustig doorbladerde, totdat ik bij een titel kwam die mij interesseerde. Dan las ik aandachtig de inleiding. Vervolgens bestudeerde ik de experimentele waarnemingen en de conclusies die de auteur daaruit trok. Alvorens verder te gaan dacht ik na over wat ik zou kunnen doen om meer licht op het programma te werpen."

Geld verdienen om de onkosten te betalen was nog steeds essentieel. McCollum werd al snel aangenomen om drie avonden per week les te geven in elementaire scheikunde bij de YMCA. Dit betaalde \$10.00 per week, en het vereiste slechts een kleine uitgave van tijd en arbeid. Een andere bron van inkomsten was het geven van bijlessen aan studenten. Na een paar maanden begonnen een aantal studenten met geld naar hem toe te komen voor hulp. De docenten tot wie de studenten zich aangetrokken voelden, rekenden een minimum van \$3.00 per uur. Met een dergelijk tarief ontwikkelde de jonge McCollum voor het eerst in zijn leven een gevoel van financiële zekerheid. Zelfs terwijl hij een voltijdse en productieve graduaatstudent was, begon hij genoeg geld te verdienen om spaargeld op te bouwen.

Een ander financieel en scholastisch voordeel verkreeg de jonge Kansaans toen hij aan het eind van het eerste jaar met zes andere studenten meedeed aan een uitgebreid scheikunde-examen en de felbegeerde Loomis-prijs van

\$400 in de wacht sleepte. Door de hulp van zijn beste vriend, Bill Cramer, kreeg hij een zomer werk als bediende in een hotel op Block Island, Rhode Island. Dit vergrootte zijn financiële middelen en zijn ervaring. Hij heeft de warme vriendschap en de grote hulp van deze bedachtzame man altijd gekoesterd.

Het doctoraal onderzoek vorderde zo snel en goed dat twee maanden voordat de graad werd verleend, in juni 1906, Dr. McCollum begon te werken in het laboratorium van Dr. T.B. Osborne. Het werk duurde zes maanden. Gedurende die tijd gebruikte hij de Fischer ester methode voor de analyse van proteïne hydrolysaten. In samenwerking met Samuel Clapp kwam hij meer te weten over Osborne's gezuiverde eiwitten uit verschillende zaadkorrels en over de algemene stand van het onderzoek naar eiwitten.

DE UNIVERSITEIT VAN WISCONSIN: TIEN BAANBREKENDE JAREN

Omdat er aan het eind van de zomer van 1906 geen gewenste academische functie beschikbaar was, ging McCollum naar het laboratorium van professor L.B. Mendel om meer te leren over biochemie. Dit bleek een bewogen besluit te zijn. In de loop van het jaar woonde hij de lezingen bij van Mendel, F.P. Underhill, en R.H. Chittenden, en werkte hij in het laboratorium om vertrouwd te raken met de analytische methoden die van toepassing waren op de biochemie. In het volgende voorjaar kreeg hij via Dr. Mendel een veelbelovende positie aan de Universiteit van Wisconsin. Op 1 juli 1907 begon hij zijn onderzoekswerk in Madison als instructeur in landbouwchemie. Het aanvangssalaris bedroeg 1200 dollar per jaar. Deze onderneming bleek een zeer belangrijke gebeurtenis te zijn in de vooruitgang van de voeding, ook al zou McCollum op dat moment de voorkeur hebben gegeven aan een academische positie in de organische scheikunde.

Na zijn aanstelling in een veelbelovende positie trouwde McCollum in 1907 met Constance Carruth, die hij in Lawrence, Kansas, had leren kennen. De kinderen waren Donald C., die arts werd, en vier dochters, Jean Westwick, Margaret Sprague, Kathleen Albright, en Elsbeth Fox. Vele jaren later eindigde het huwelijk in een scheiding.

Onder leiding van professor E.B. Hart maakte McCollum deel uit van het laboratoriumteam dat belast was met het beroemde experiment met varzen die alleen rantsoenen kregen die afkomstig waren van één plantaardige bron. Deze bronnen waren tarwe-, maïs- en haverplanten. Het experiment was gepland door professor S.M. Babcock, die Dr. Hart was voorgegaan als hoofd van de landbouwchemie. Het doel was te bepalen of de aanvaarde methoden van voedselanalyse werkelijk resultaten opleverden op grond waarvan voedingswaarden konden worden beoordeeld. Dr. Babcock was sceptisch.

De rantsoenen waren bedoeld om alle delen van de plant te bevatten behalve de wortels. De delen werden in zodanige verhoudingen verstrekt dat het totale rantsoen voor elk van de drie groepen proefdieren dezelfde samenstelling had als bleek uit de officieel aanvaarde methoden van chemische analyse. Een vierde groep kreeg een rantsoen dat van alle drie de planten afkomstig was. Dit was om te bepalen of variatie in de bron van voedingsstoffen van nutritioneel belang was.

Voor de enthousiaste maar onervaren McCollum leverde het experiment al indrukwekkende, zo niet veelzeggende resultaten op. Tegen de tijd dat hij de vaarzen voor het eerst zag, na enkele maanden op het rantsoen, waren de groepen sterk gedifferentieerd. De opmerkelijke verschillen in uiterlijk en fysiologische status stimuleerden hem om de juiste verklaring te vinden. Hij besloot dat "er nog iets fundamenteels moest worden ontdekt".

Het is opmerkelijk dat het studieplan een grondig chemisch onderzoek van de rantsoenen en de bepaling van hun verteerbaarheid omvatte. Enorme aantallen analytische bepalingen werden uitgevoerd op bloed, urine, uitwerpselen en weefsels van de koeien. Na vier jaar werk werd uiteindelijk geconcludeerd dat met dit soort ontwerp en analyse geen bevredigende verklaringen konden worden gevonden voor de voedingstekorten van de rantsoenen met één plant.

In een poging om een doorbraak te bereiken in het begrijpen van de voedingsbehoeften van mens en dier, las McCollum uitgebreid in de literatuur. Van de grootste belangstelling voor hem was Maly's Jahresbericht über die Fortschritte der Tier-Chemie. Hij raakte zo onder de indruk van het belang van vele samenvattingen en artikelen in het jaarboek dat hij een hele set (toen zevenendertig delen) aanschafte zodat hij die thuis kon bestuderen. Hij vernam over een aantal onderzoeken die tussen 1873 en 1906 waren uitgevoerd, waarbij kleine dieren, meestal muizen, waren beperkt tot diëten die bestonden uit geïsoleerde en enigszins gezuiverde eiwitten, koolhydraten, vetten en anorganische zouten. Hierover schreef hij: "Ik werd getroffen door het feit dat in alle gevallen waarin kleine dieren waren beperkt tot dergelijke 'gezuiverde' diëten, zij prompt in gezondheid faalden, snel lichamelijk aftakelden en slechts enkele weken leefden."

Uit deze literatuurstudies en zijn eerste ervaringen met de vaarzen op beperkte rantsoenen concludeerde McCollum dat "het belangrijkste probleem in de voeding was te ontdekken wat er ontbrak in dergelijke diëten". Hij besloot dat het essentieel was om te experimenteren met kleine dieren met een korte levensduur. Hij redeneerde dat als zij vereenvoudigde diëten kregen, samengesteld uit gezuiverde voedingsstoffen, het mogelijk moest zijn om de specifieke chemische stoffen te bepalen die nodig zijn in de voeding. Dit was

het keerpunt in zijn carrière. Hij besloot te beginnen met experimenten met ratten, aangezien deze aan alle criteria voor de eerste studies leken te voldoen.

Dit vruchtbare concept werd uitgelegd aan zijn superieuren aan de universiteit, maar alleen Dr. Babcock begreep het belang ervan. De decaan van het Landbouwcollege weigerde experimenten met ratten te steunen. Dr. Babcock zei tegen Dr. McCollum: "Ik denk dat de decaan zich vergist in zijn uitspraak over uw nieuwe project. Ik denk dat we moeten doorgaan en het toch doen." In het vertrouwen dat Dr. Babcock, hoewel gepensioneerd, voldoende aanzien had om hem de nodige steun te geven, ging McCollum er toch mee door zonder de officiële steun of goedkeuring van zijn decaan.

De eerste dieren voor zijn kolonie waren wilde ratten die hij op een zaterdagmiddag ving in de oude paardenschuur op de boerderij van het station. Hij ontdekte al snel dat ze te wild waren om bevredigend te zijn. Hij verving ze door twaalf jonge albino-ratten die hij van een handelaar in Chicago had gekregen. Het draadgaas dat gebruikt werd om de kooien te maken kostte \$2.00, en de ratten kostten \$6.00. Deze kosten werden gedragen door McCollum, aangezien het project eerder werd getolereerd dan goedgekeurd, behalve door Dr. Babcock. Later gaf Professor Hart toestemming om \$50 universiteitsgeld uit te geven voor de bouw van twee diereneenheden, elk met twaalf compartimenten. De timmerman, die welwillend was, maakte drie eenheden voor het verstrekte geld.

Dr. McCollum's rattenkolonie was de eerste in de Verenigde Staten onderhouden voor voedingsonderzoek. Het werd gestart in januari 1908.

De eerste experimenten werden ontworpen om zijn idee dat de voedingswaarde mislukking al gemeld bij muizen op rantsoenen van gezuiverde componenten was te wijten aan gebrek aan smakelijkheid te testen. De experimenten betroffen de bepaling van het effect op de groei en het schijnbare welzijn wanneer de bron en de aard van de schijnbaar gezuiverde bestanddelen van de rantsoenen werden gevarieerd. Aanvankelijk geloofde McCollum dat hij had aangetoond dat als de "gezuiverde voedselmengsels" smakelijk werden gemaakt, door variatie in samenstelling en smaak, de dieren genoeg zouden eten om aan hun voedingsbehoeften te voldoen. Hoewel zijn bevindingen niet overtuigend waren, was het pas in 1911 dat zijn hypothese ernstig in twijfel werd getrokken.

In dat jaar meldden Osborne en Mendel dat voor het aantonen van voedingsverschillen tussen eiwitten het gebruik van een supplement van "eiwitvrije

melk" nodig was. Hierdoor konden de ratten goed groeien op een dieet van gezuiverde bestanddelen, ook al werd het dieet niet aangevuld met aroma's.

In de verslaggeving van sommige van hun werkzaamheden impliceerden Osborne en Mendel dat McCollum onzorgvuldig was geweest bij zijn experimenten. Deze gênante ervaring leidde hem om te ontdekken dat melksuiker gebruikt in zijn diëten niet om de groei te bevorderen nadat het was onderworpen aan een grotere zuivering. Naast de correctie van deze fout wees hij erop dat de door Osborne en Mendel in hun rantsoenen gebruikte "eiwitvrije melk" negen procent van de totale stikstof van de diëten leverde. Het kan dus een verscheidenheid aan onbekende stoffen hebben geleverd. Dit bleek al snel waar te zijn. Maar de confrontatie die deze ontmoeting met zich meebracht had een nog verstrekkender resultaat, omdat zij de ontwikkeling van de jonge wetenschapper op het gebied van voedingsexperimenten en de analyse van problemen stimuleerde.

Het nieuwe onderzoek gebaseerd op het gebruik van een rattenkolonie slokte veel van zijn tijd op, maar hij bleef zijn taken in het voedingsexperiment met de vaarzen tot 1911 vervullen. De verzorging van de laboratoriumratten en het gedetailleerde beheer van veel van de voederproeven vergden veel meer tijd dan hij kon opbrengen om het onderzoek in het gewenste tempo te doen vorderen. Gelukkig werd, ongeveer anderhalf jaar nadat de kolonie was begonnen, Marguerite Davis, een afgestudeerde universiteitsstudente die in Madison het huishouden deed voor haar gepensioneerde vader, doorverwezen naar McCollum om biochemie te studeren. Nadat zij had vernomen wat de doelstellingen waren van de experimenten met de kleine rattenkolonie, bood Miss Davis zich vrijwillig aan om voor de dieren te zorgen. Behalve op zaterdag en zondag, werkte zij vijf jaar lang elke dag zonder loon. Tenslotte slaagde Dr. McCollum erin haar voor haar zesde en laatste jaar \$600 betaald te krijgen.

De genereuze en bekwame medewerking van Miss Davis in deze vruchtbare jaren was een belangrijke factor in McCollums ontdekking van de eerste bekende vetoplosbare vitamine, later aangeduid als vitamine A. Ook was zij betrokken bij de ontwikkeling van wat McCollum "de biologische methode voor de analyse van een voedingsmiddel" noemde. Dit resulteerde in de publicatie van vele artikelen met Miss Davis, en later met anderen, over de aanvullende relaties tussen de gewone voedingsmiddelen.

Voortbordurend op het idee van het observeren van de gevolgen van het voeden van diëten van de eenvoudigste samenstelling, beperkten McCollum en Davis speenratten tot enkele soorten zaden, zoals maïs, tarwe, haver, rogge, en bonen. Tot verbazing van McCollum groeiden de dieren slechts weinig of helemaal niet wanneer zij werden beperkt tot zaadrantsoenen, alleen of in combinatie met andere zaden.

Hij was van mening dat een of meer van de verschillende factoren deze lage "biologische waarde" van de zaden konden verklaren. Uit gepubliceerde analyses bleek dat zaden in het algemeen lage hoeveelheden calcium bevatten. Hij meende dat het van belang kon zijn dat zijn pas ontdekte vetoplosbare essentiële voedingsbestanddeel niet aanwezig was in uit zaden verkregen oliën. Ook nieuwe informatie die werd gepubliceerd over de uitgesproken verschillen in het gehalte van sommige aminozuren in eiwitten suggereerde dat de schijnbare inferieure voedingswaarde van de zaden te wijten zou kunnen zijn aan een tekort aan eiwitten.

Door experimenten met verschillende supplementen ontdekte McCollum dat voor een goede groei, voortplanting en een lange levensduur van een tarwerantsoen extra (extra) eiwit, een bron van calcium en het "groeibevorderende vet" (bron van vitamine A) nodig waren.

Verdere voederproeven maakten duidelijk dat alle geteste gewone zaden dezelfde kwalitatieve tekortkomingen vertoonden als tarwe. In 1915 hadden McCollum en Davis ontdekt dat de voedingskwaliteit van gepolijste rijst sterk verbeterde door toevoeging van water- of alcoholextracten van tarwekiemen of rijstpolijsters. Deze experimenten vormden de basis voor hun ontdekking dat de anti-beriberi factor, nodig om polyneuritis bij duiven te verlichten, nodig was voor ratten en dat er blijkbaar slechts twee niet-geïdentificeerde voedingsstoffen nodig waren voor dergelijke dieren.

Bezorgd over de ontwikkeling van nomenclatuurproblemen stelden McCollum en C. Kennedy in 1916 het voorlopige gebruik van alfabetische termen voor, met een voorvoegsel dat de kenmerkende oplosbaarheid aangeeft. Zij stelden de termen vetoplosbare A en wateroplosbare B voor om de twee ongeïdentificeerde nutriënten aan te duiden. Deze termen werden algemeen aanvaard. Het systeem werd uitgebreid naarmate andere essentiële factoren werden ontdekt.

De experimenten met ratten werden uitgebreid tot vergelijkbare studies met varkens die aan boord werden gehouden. De resultaten met ratten en varkens bevestigden de indruk die boeren hadden gekregen dat maïs alleen leidt tot een slechte groei bij varkens. Verdere vooruitgang in de nieuwere kennis van voeding werd geboekt toen McCollum, met Nina Simmonds en W. Pitz, in 1917 rapporteerde dat bladmateriaal toegevoegd aan diëten van een of meer soorten zaden de groeisnelheid en het algemeen welzijn van de dieren sterk verbeterde.

Terwijl McCollum zich tijdens het eerste deel van het kiemdecennium van 1907-1917 diep verdiepte in deze eenvoudige maar indrukwekkende experimenten, zette hij zijn patroon van het lezen in de literatuur voort, maar

sommige zeer relevante artikelen ontsnapten aan zijn aandacht en het gebrek aan de daarin vervatte informatie belemmerde zijn vooruitgang. In het bijzonder, deze opgenomen de opmerkelijke waarnemingen en conclusies van C. Eijkman en van G. Grijns op kippen gevoed met een dieet van geslepen rijst in Java. McCollum niet vertrouwd geraakt met dit werk tot 1913. Echter, vroeg in zijn werk in Madison leerde hij over de bevindingen van N. Lunin in 1881, van E. G. Willcock en F. G. Hopkins in 1906, en van diverse andere pioniers aan het begin van de eeuw. Hij was sterk onder de indruk van en gestimuleerd door de boeken van E.B. Vedder in 1913 en C. Funk in 1914.

Achteraf gezien zijn McCollum's onopzettelijke gebruik van slechts gedeeltelijk gezuiverde melksuiker in sommige van de vroege voederproeven, en de vroegere kooiprocedure die de jonge ratten toegang gaf tot hun uitwerpselen, waarschijnlijk doorslaggevend geweest voor de ontdekking van vitamine A al in 1912 door McCollum en Davis. De ratten groeiden redelijk goed en leken in goede voedingstoestand te zijn wanneer botervet of eigeelvet in het dieet werd opgenomen. Zij faalden snel wanneer reuzel of olijfolie de vetbron was. Dit bewijs dat bepaalde vetten een tot dan toe niet geïdentificeerde voedingsstof bevatten, werd rigoureus bevestigd toen McCollum en Davis het botervet verzeepden, de niet-verzeepbare fractie in olijfolie suspendeerden en dit aan de ratten voerden. Een snelle groeireactie maakte duidelijk dat zij te maken hadden met een nieuwe en essentiële voedingsstof. Zij ontdekten spoedig dat een etherextract van bladeren van planten een voedingsstof bevatte met hetzelfde effect.

Tot die tijd werd de instandhouding van de rattenkolonie in Wisconsin alleen getolereerd omdat de bejaarde en gerespecteerde Dr. Babcock er bij de autoriteiten op aandrong dat dit soort onderzoek belangrijk was. Maar toen decaan H.L. Russell in december 1912 vernam dat uit de vergelijkende studie van vetten bleek dat botervet superieur was aan olijfolie en reuzel, drong hij er met genoegen op aan dat de bevindingen onmiddellijk zouden worden gepubliceerd. Het was duidelijk dat dit goed nieuws zou zijn voor de boeren van Wisconsin en anderen met grote landbouwbelangen. Het eerste manuscript werd echter pas in april 1913 ingediend voor publicatie. Het werd naar professor Mendel gestuurd, omdat hij een van de vier redacteuren was van het Journal of Biological Chemistry, waar het werd gepubliceerd. Vijf maanden na de publicatie meldden Osborne en Mendel in hetzelfde tijdschrift bevindingen die het bestaan bevestigden van de factor in botervet waarvan nu bekend is dat het vitamine A is.

Hoewel er een tijd lang een tegeneis was betreffende de eer voor de ontdekking van vitamine A, werd het binnen een paar jaar duidelijk dat de eer alleen aan McCollum toekwam.

Al het gepubliceerde experimentele werk van McCollum had de hulp van Davis van 1909 tot 1916 en van Nina Simmonds van 1916 tot 1929. Het werk van deze drie veroorzaakt veel wetenschappers en leden van het publiek om voedsel, voeding en gezondheid te beschouwen in een nieuw licht en om uit te kijken naar verdere ontwikkelingen.

Het is nu duidelijk dat de periode van 1909 tot 1916 was een van de meest lonende en productieve in alle jaren van het leven McCollum's, althans gemeten naar de energie en originaliteit van zijn inspanning en de invloed van zijn bijdragen in het vormgeven van het denken en de praktijken van anderen in voeding.

Zijn prestaties en belofte werden onmiddellijk erkend door zijn instelling, ook al had het enkele jaren geduurd voordat het belang van zijn rattenkolonie werd ingezien. Hij kreeg een academische promotie die zijn verwachtingen te boven ging en ging in zes jaar tijd van instructeur, naar assistent-professor, naar universitair hoofddocent, en naar gewoon hoogleraar.

Zijn eerste nationale erkenning kwam in 1916 toen hij een uitnodiging ontving om een lezing te geven voor de Harvey Society in New York. Later schreef hij: "Ik was dolblij met de uitnodiging. Hier was het bewijs dat mijn waarnemingen over voeding in relatie tot levensmiddelen had opgedaan erkenning door discriminerende mannen. Het had een hoge geestelijke waarde voor mij. Ik accepteerde en koos *Supplementary Relations among Our Common Foodstuffs*."

De toenemende erkenning van McCollum voor zijn originaliteit en belangrijke prestaties in experimentele voeding stimuleerde hem om intensief na te denken over de kwaliteit van menselijke en dierlijke voeding over de hele wereld. Hij overwoog praktische manieren waardoor inferieure diëten konden worden verbeterd. Zijn toenemende betrokkenheid bij dergelijke belangrijke zaken, beginnend in 1917, wordt treffend verwoord in zijn artikel, "My Early Experiences in the Study of Foods and Nutrition, gepubliceerd in de *Annual Review of Biochemistry* in 1953. Hij schreef: "De nieuwe kennis van de voedingseigenschappen van zaden, bladeren, melk (waarvan we vonden dat het een uitstekende aanvulling op zaden was), en enkele observaties van de voedingstekorten van spiervlees, samen met de nieuwe informatie over gepolijste rijst en de superioriteit van de kiem als bron van voedingsstoffen, brachten mij ertoe enkele belangrijke generalisaties te maken over menselijke diëten.

Ik bekritiseerde het typische Amerikaanse dieet van die periode als zijnde van slechte kwaliteit, want het was te grotendeels afgeleid van witte bloem of maïsmeel, spiervlees, aardappelen, en suiker. Suiker, beweerde ik, wanneer gegeten in de mate van een gemiddelde van meer dan 100 pond per hoofd van de bevolking per jaar, verdrongen uit het dieet aanzienlijke hoeveelheden van

beter gevormd voedsel. De genoemde voedingsmiddelen, verklaarde ik, waren niet samengesteld om elkaar aan te vullen door het maken van goed hun tekortkomingen. Ik adviseerde een dieet met meer melk en bladgroenten, en prees de klierorganen van dieren als superieur aan de spier vlees als bronnen van voedingsstoffen. Melk en bladgroenten onderscheidde ik als "beschermende voedingsmiddelen", omdat ze zo samengesteld om de tekortkomingen van wat anders we graag eten goed te maken.

DE VERHUIZING NAAR JOHNS HOPKINS

De Harvey-lezing in januari 1917 bracht een verheugende verrassing met zich mee. Het was een uitnodiging, die hij een paar uur voor de lezing ontving, om professor William H. Howell aan de Johns Hopkins Universiteit te bezoeken alvorens terug te keren naar de Universiteit van Wisconsin. Toen McCollum in Baltimore aankwam, vernam hij dat de Rockefeller Foundation had aangeboden de oprichting van een School voor Hygiëne en Volksgezondheid aan Johns Hopkins te financieren en uiteindelijk te bekostigen en dat Dr. William H. Welch directeur van de nieuwe school zou worden.

Professor Howell zou assistent-directeur en professor in de fysiologie worden. Deze twee zouden de faculteit selecteren. Zij nodigden Dr. McCollum uit om professor te worden en hoofd van de afdeling chemische hygiëne (later gewijzigd in biochemie).

Dr. McCollum accepteerde onmiddellijk, maar hem werd gevraagd het besluit niet bekend te maken voordat de curatoren het hadden bevestigd. Hij keerde terug naar Madison en hervatte zijn onderzoek en onderwijs. Hoewel week na week voorbijging zonder verdere informatie over de benoeming, zag hij er met pijn in het hart van af de ambtenaren van Wisconsin in te lichten over zijn nieuwe plannen. Toe te voegen aan zijn verdriet, begin april, net als de Verenigde Staten in de Eerste Wereldoorlog, ontving hij een brief van de heer Herbert Hoover hem te vragen om lid te worden van zijn Advisory Committee on Nutrition en een vergadering van deze commissie in Washington bij te wonen. Het aanvragen van toestemming om de zeer belangrijke vergadering bij te wonen zonder bekend te maken zijn plannen om ontslag te nemen uit zijn benoeming was, inderdaad, gênant. Na de tweedaagse vergadering in Washington, de heer Hoover vroeg hem om te blijven ongeveer twee weken om te helpen de voorbereiding van een aantal bulletins voor de begeleiding van huisvrouwen over het gebruik van vervangende voedingsmiddelen tijdens de oorlog. Dit deed hij, maar met extra tegenzin, omdat hij een speciale verplichting voelde om in het laboratorium in Madison te zijn. Tot zijn grote

opluchting vond hij bij zijn terugkeer de langverwachte brief van President Goodnow waarin hem werd meegedeeld dat de Board of Trustees van Johns Hopkins zijn benoeming had bekrachtigd. Verwijzend naar deze belangrijke gebeurtenis schreef Dr. McCollum in zijn autobiografie: " ... Ik maakte een aantal belangrijke ontdekkingen [aan de Universiteit van Wisconsin] die grote invloed gehad op het wekken van interesse in anderen in studies in de voeding. De fokdieren van de rattenkolonie die ik achterliet werd voortgezet en gebruikt door Professoren Hart en Steenbock in het maken van bijdragen aan de voedingswetenschap die roem gebracht aan hen. Collectief onze studies met de kolonie ingehuldigd een nieuw tijdperk in het wetenschappelijk werk aan de Universiteit van Wisconsin.

In de nieuwe positie was er in wezen onbeperkte vrijheid in onderzoek en de gelegenheid om vooraanstaande specialisten in de volksgezondheid en de ondersteunende wetenschappen te ontmoeten. McCollum snel hervat voedingsonderzoeken grotendeels gebaseerd op het gebruik van zijn getransplanteerde rattenkolonie. Het nieuwe leven werd gedomineerd door zijn stuwende verlangen om de chemische basis van voeding te begrijpen en zijn doel om een hoog niveau van openbare dienstverlening te leveren bij het onderwijzen en bevorderen van de nieuwere kennis van voeding. Hij wist dat hij de eerste faculteit aan de nieuwe school was, maar hij kon niet weten dat zijn dienstjaren daar langer zouden duren dan die van alle andere oorspronkelijke leden van de faculteit.

Het patroon van zijn leven voor al zijn jaren op de Hopkins faculteit werd bijzonder vast in een routine die de efficiëntie gemaximaliseerd. Er was altijd wel wat tijd om thuis bij zijn gezin te zijn. Maar bijna elke werkweek omvatte een hele dag op zaterdag en vaak ook enige tijd op zondag wanneer hij in zijn kantoor werkte. Om tijd te winnen en goed op de hoogte te blijven van het werk van zijn afdeling, lunchte hij jarenlang dagelijks met zijn personeel, dat werd klaargemaakt en opgediend in een kamer bij zijn kantoor. Hij las veel en uitgebreid in tijdschriften en andere wetenschappelijke literatuur, zowel overdag als 's avonds thuis. Toen hij echter de leeftijd van vijftig bereikte, gaf hij het lezen van wetenschappelijke literatuur thuis op. Daarna wijdde hij zich 's avonds meestal aan de niet-wetenschappen, voornamelijk de klassieken, poëzie, geschiedenis, aardrijkskunde en biografie.

Als gevolg van de grove over-gesimplificeerde en onjuiste concepten van voedsel en voeding over 1920, werd aangenomen door medische mannen en specialisten op het gebied van de volksgezondheid dat de belangrijke vooruitgang zou worden gemaakt op andere gebieden van wetenschap en geneeskunde. Dus de meeste van McCollum's collega's bij Johns Hopkins had weinig echte belangstelling voor wat hij aan het doen was. Maar geleidelijk aan

begonnen ze stimulans en belofte te vinden in het werk en in de uitbreiding van nieuwere kennis van voeding. Onder de indruk waren Dr. Florence Sabin, Dr. en Mevr. Warren Lewis, Dr. Walter Jones, Dr. en Mevr. John J. Abel, en Dr. L. F. Barker. De laatste vroeg McCollum om twee hoofdstukken over voeding toe te voegen aan zijn uitgebreide verhandeling over endocrinologie.

HET BEKEND MAKEN VAN DE NIEUWERE KENNIS VAN VOEDING

In het voorjaar van 1918 aanvaardde McCollum de uitnodiging van Dr. Milton J. Rosenau om de drie Cutter Lectures on Hygiene and Preventive Medicine aan de Harvard University te geven. De lezingen werden zo gunstig ontvangen dat Dr. Rosenau ze later het hoogtepunt van alle Cutter Lectures noemde. Op zijn voorstel, datzelfde jaar McCollum had de lezingen gepubliceerd als een boek, *The Newer Knowledge of Nutrition*. Binnen drie jaar werden 14.000 exemplaren verkocht. Dit bleek zijn belangrijkste bijdrage te zijn op het gebied van educatieve geschriften. In 1922 verscheen de tweede druk. De vijfde en laatste druk verscheen in 1939. Nina Simmonds was coauteur van de vierde druk. E. Orent-Keiles en Harry G. Day waren de coauteurs van de laatste druk.

Dit boek was uniek in die zin dat het de aandacht vestigde op de huidige bevindingen in dierlijke en menselijke voeding, en het presenteerde vele voorbeelden van ondervoeding als gevolg van inadequate voeding. Het was in de eerste plaats bestemd voor studenten voeding, artsen, gezondheidswerkers en anderen die zich met gezondheid bezighouden. Het is duidelijk dat de verschillende edities bleek dat er veel onopgeloste problemen in de voeding en dat de experimentele aanpak die was gepionierd door McCollum hield belofte voor verdere onschatbare vooruitgang.

Het begin van de deelname van dit land in de Eerste Wereldoorlog had veel te maken met betrokkenheid McCollum's in het bekendmaken van de nieuwere kennis van voeding. Vanaf het begin van de oorlog nam hij deel als lid van de heer Herbert Hoover's Advisory Committee on Nutrition. Verschillende leden waren eerlijk gezegd twijfelachtig dat zijn laboratorium bevindingen en standpunten serieus moesten worden genomen. De commissie, met inbegrip van McCollum, bereidde eerst een paar kleine bulletins ontworpen om huisvrouwen te helpen bij het conserveren van tarwe, vet en suiker door het gebruik van "voedselvervangers".

In 1918 werd Dr. McCollum gevraagd te spreken op een bijeenkomst over het behoud van levensmiddelen die werd bijgewoond door de heer Hoover. De respons was zo gunstig dat de heer Hoover prompt een regeling voor hem trof om in veel van de grote steden lezingen over hetzelfde onderwerp te houden.

De lezingen bespraken de slechte kwaliteit van het typische dieet in de Verenigde Staten, en ze lieten zien hoe menu's konden worden samengesteld met combinaties van voedingsmiddelen die de tekortkomingen van elk corrigeerden. Dit was over het algemeen een openbaring voor het publiek dat hem hoorde. De docenten en studenten van de diëtetiek en huishoudkunde begon op een gegeven moment om interesse te tonen en de nieuwere kennis aan te nemen. Op deze uitgebreide tour McCollum gebruikte de term "beschermende voedingsmiddelen" in lezingen. Hij had het gebruikt in zijn boek *The Newer Knowledge of Nutrition*.

Hij benadrukte de effecten van verschillende soorten diëten op de groei, vruchtbaarheid, succes bij het grootbrengen van jongen, en de levensduur van proefdieren. Er werd nadruk gelegd op het plannen van het dieet rond een basis van ongeveer een kwart melk en twee porties bladgroenten per dag. De deugden werden geprezen van een frequente opname in het menu van eieren en de klierorganen, zoals lever. Hij benadrukte de waarde van graankiemen in tegenstelling tot de zetmeelrijke gedeelten van de voedingsgranen.

Het is moeilijk te beoordelen in welke mate McCollum's uitspraken over de nieuwere kennis de veranderingen in de consumptie van verschillende voedingsmiddelen in de jaren die volgden. Rond die tijd deden zich snelle veranderingen voor in de koeling, het vervoer en de marketing van levensmiddelen. Zijn lezingen en geschriften moeten echter worden beschouwd als een krachtige invloed die snelle en verregaande veranderingen in voedingspatronen teweegbracht. Zo steeg tussen 1919 en 1926 de nationale productie van melkproducten met een derde. "Melkweken" werden gesteund door stadsambtenaren en al in 1921 werden bokswedstrijden gehouden ten bate van de melkfondsen. Uit bepaalde gegevens blijkt dat middenklassengezinnen in 1926-1927 ongeveer viermaal zoveel van hun voedselgeld uitgaven aan melk, fruit en groenten als middenklassengezinnen een eeuw eerder. In de jaren van de Eerste Wereldoorlog en het daaropvolgende decennium heeft McCollum ongetwijfeld meer dan enig ander individu bijgedragen tot deze onschatbare veranderingen.

Er waren verschillende andere manieren waarop McCollum de menselijke voedingsgewoonten en de voeding van dieren sterk beïnvloedde. In 1915 werd hij gevraagd om een serie artikelen te schrijven voor *Hoard's Dairyman*. De artikelen gaven een beknopt overzicht van de nieuwere kennis betreffende de kwaliteit van levensmiddelen en goede en slechte combinaties. Gedurende bijna vijftig jaar, beginnend in 1912, schreef hij regelmatig artikelen over voeding en voedingsmiddelen voor *McCall's Magazine*. Uiteindelijk werden deze voorbereid met de hulp van getrainde stafschrijvers. Een aantal kranten begon uittreksels van de artikelen te herdrukken. De grote breedte van zijn

publieke zichtbaarheid gecreëerd door deze dienst, en de professionele eminentie bereikte hij in de wetenschap - hij werd verkozen tot de National Academy of Sciences in 1920 - leidde tot andere onthullingen van zijn opvattingen over de aard en het belang van voeding en voeding in de gezondheid. Dit omvatte speciale artikelen op basis van interviews met McCollum die verschenen in publicaties als The New York Times en The Saturday Evening Post. Een andere weg van grote invloed was door middel van de zomer cursussen in de voeding die hij gaf voor meerdere jaren aan universiteiten in Californië, Colorado, Missouri, Ohio, en Utah. Huishoudkundigen, medische en tandheelkundige genootschappen, en verschillende andere beroepsgroepen nodigden hem uit om hun vergaderingen toe te spreken. Zijn persoonlijke acceptatie was hoog, en zijn spreken was overtuigend.

Een andere weg waardoor McCollum veel mensen verplaatst naar een beter begrip was het kleine boek Food, Nutrition, and Health, die hij schreef en publiceerde privé, in de eerste edities (1925--1933) met Nina Simmonds en in de volgende edities met Ernestine Becker. De laatste werd geassocieerd met hem in onderzoek en onderwijs gedurende bijna al zijn jaren aan de Johns Hopkins University. Zij werd zijn echtgenote in 1945.

DE ONTDEKKING VAN VITAMINE D

De buitengewone verscheidenheid van experimentele diëten die systematisch door McCollum werden gebruikt bij het bestuderen van de voedingstekorten van planten leidde hem in 1918 tot de toevallige waarneming dat jonge ratten een ricketische toestand ontwikkelen wanneer zij worden beperkt tot diëten die hoofdzakelijk uit graankorrels bestaan en onevenredige calcium-fosforverhoudingen bevatten. Het schadelijke effect van ongunstige verhoudingen tussen calcium en fosfor in het dieet werd grotendeels opgeheven door het verstrekken van kleine hoeveelheden levertraan.

Gelukkig was de juiste combinatie van gemotiveerde specialisten aanwezig in Johns Hopkins om te helpen deze fundamentele waarnemingen te exploiteren voor het welzijn van de mensheid. Dit waren Dr. John Howland en twee leden van zijn staf in de kindergeneeskunde, Dr. Edwards A. Park en Dr. Paul G. Shipley. Samen met McCollum waren Nina Simmonds, Ernestine Becker, en H. T. Parsons aanwezig.

Bij de eerste ontmoeting tussen Howland en McCollum, in 1918, besloten de twee dat de laatste hoogstwaarschijnlijk de juiste benadering had ontdekt voor de opheldering van de oorsprong en de behandeling van rachitis. Voordat zij die dag van elkaar scheidden, kwamen zij overeen een gezamenlijke studie te

ondernemen naar de afwijkingen in de botgroei veroorzaakt door ontworpen dieetafwijkingen.

Gedurende de volgende drie jaar de McCollum groep testte de effecten van meer dan driehonderd experimentele rantsoenen. De Howland groep maakte histologische studies van botsecties genomen van vijf of zes ratten van elke experimentele groep. Zij ziftten moeizaam door een enorme massa gegevens. Al snel werd erkend dat de bron en de hoeveelheid vet, ongeacht of het vitamine A bevatte en de verhoudingen tussen calcium en fosfor, de belangrijkste factoren waren voor de groei en de stevigheid van de botten. Omdat slechts een kleine hoeveelheid levertraan even doeltreffend was als een veel grotere hoeveelheid botervet voor de verbetering van gebrekkige botstructuren, veronderstelden zij dat het verschil te wijten was aan variatie in het gehalte van een specifieke voedingsstof die de ratten nodig hadden. Natuurlijk wisten zij dat levertraan al lange tijd therapeutisch werd gebruikt, maar de basis voor het enigszins betwijfelde nut ervan was een mysterie.

Om te bepalen of de voedingsstof misschien vitamine A was, die gemakkelijk door oxidatie kon worden vernietigd, liet de McCollum groep in 1922 lucht door verhitte levertraan en botervet stromen. Hoewel de behandelde materialen alle vitamine A-potentie hadden verloren, behielden zij elk hun antikicketische activiteit. Aldus concludeerden zij dat de antikicketische stof verschillend was van vitamine A, en dat de experimenten "het bestaan aantoonde van een vierde vitamine waarvan de specifieke eigenschap is het metabolisme van beenderen te reguleren".

Van de vele diëten die de McCollum onderzoekers hadden bestudeerd, veroorzaakte het dieet met de naam 3143 acute en ernstige rachitis bij speenratten. Met belangrijke bijdragen van Park, evenals van McCollum, ontwikkelde de Johns Hopkins groep een testmethode voor vitamine D die gebaseerd was op het gebruik van dit dieet. Het eindpunt van de test werd bekend als de "lijntest". De toediening van teststoffen die vitamine D bevatten resulteerde in de onmiddellijke vorming van een lijn van verkalking die duidelijk kon worden afgebakend bij onderzoek van een deel van het geïsoleerde bot. Door latere verfijning en geschikte toepassing werd deze biologische test een van de meest betrouwbare en algemeen gebruikte methoden voor de analyse van voedingsmiddelen en andere materialen op vitamine D-activiteit en de uitbreiding van de kennis over vitamine D.

Met deze test toonde de McCollum groep in 1921 aan dat zonneschijn beschermt tegen rachitis. Daarmee verklaarden zij gedeeltelijk de basis voor K. Huldschinsky's bevinding in 1919 dat ultraviolet licht een genezende werking heeft op rachitis. Andere onderzoekers in andere laboratoria legden geleidelijk

het verband bloot tussen ultraviolet licht, precursoren van vitamine D, en rachitis.

De talrijke ontwikkelingen op het gebied van vitamine D zijn te danken aan een groot aantal onderzoekers, maar veel van het voorbereidende werk werd verricht door McCollum en zijn medewerkers.

ONDERZOEK NAAR ANDERE VOEDINGSSTOFFEN

Bij andere studies over lipiden en vetoplosbare vitaminen waren veel van McCollums studenten en andere medewerkers betrokken. Hiervan verdient het opwindende werk met zijn student Cosmo Mackenzie over vitamine E en spierdystrofie enige erkenning. Zij toonden aan dat de spierdystrofie die optrad bij ratten en konijnen die een vitamine E-vrij dieet kregen, volledig kon worden genezen door de toediening van alfa-tocoferol, de eerste chemisch gedefinieerde stof met vitamine E-activiteit. Hun hoop dat spontaan bij mensen optredende spierdystrofie met deze vitamine met succes zou kunnen worden behandeld, werd echter al snel de bodem ingeslagen. Het werkte niet.

Verschillende studenten en anderen werkten aan problemen in verband met B-vitamines en met verschillende andere voedingsonderwerpen.

Een van de stimulerende resultaten kwam van het werk van H.J. Prebluda dat, door het vinden van een reagens met hoge specificiteit voor het thiazool-gedeelte van thiamine, de essentiële basis verschaftte voor de ontwikkeling van een methode voor de kwantitatieve bepaling van thiamine in biologische materialen.

McCollum's bijdragen aan het begrip van anorganische elementen in de voeding overspannen bijna zijn hele leven als experimenteel onderzoeker. In 1909 bewees hij met legkippen dat aan de behoefte aan fosfor kon worden voldaan met orthofosfaat in het voer. Tweeëntwintig jaar later ontdekte hij met zijn leerling Elsa Orent de spectaculaire effecten van een extreem magnesiumtekort bij jonge ratten. Dit werd in het Johns Hopkins laboratorium gevolgd door een aantal studies die leidden tot een veel beter begrip van de essentiële rol van magnesium in de voeding. Ongeveer in dezelfde tijd stelden McCollum en Orent de onmisbaarheid van mangaan vast en toonden aan dat extreme deficiëntie leidt tot verlies van het "moederinstinct" bij postparturiënte ratten. In die tijd verwezen de kranten naar mangaan als de voedingsstof die nodig is voor het "moederinstinct". Mannelijke ratten kregen ook te maken met degeneratie van hun testikels, wat leidde tot volledige steriliteit.

Dit algemene onderzoeksgebied werd aanzienlijk bevorderd door een langlopende subsidie van de Rockefeller Foundation die in 1936 van kracht werd. Met de bijdragen van verscheidene jongere medewerkers werden de studies geconcentreerd op de effecten op de rat van tekorten in de voeding en onevenwichtigheden van vele anorganische elementen, waaronder natrium, kalium, fosfor, ijzer, zink, magnesium, calcium en borium. Dr. Richard Follis voegde zich in 1938 bij de McCollum groep. Dit resulteerde in de gedetailleerde histologische studie van vele weefsels van ratten met een tekort aan kalium, fosfor, natrium en zink.

HET ALGEMEEN BELANG: ADVISERING EN LIDMAATSCHAP VAN OPENBARE COMMISSIES EN BESTUREN

Geen andere voedingswetenschapper heeft waarschijnlijk een grotere dienst bewezen in het beïnvloeden van de voedingsgewoonten van het volk en het denken van wetenschappelijke instanties en ambtenaren in zaken betreffende de menselijke voeding dan McCollum. Deze invloed begon aanzienlijk te zijn voordat hij de Universiteit van Wisconsin verliet. Het bleef op vele manieren door zijn jaren op de faculteit aan de Johns Hopkins University en voor al zijn pensioen jaren.

Waarschijnlijk was zijn meest dierbare dienst aan het Merrill Palmer Institute in Detroit. Hij consulteerde de directeur van het instituut bij de oprichting ervan in 1919 en bleef gedurende twaalf jaar een vaste consulent. Kort na zijn tachtigste verjaardag werd hij teruggeroepen naar het Instituut om een eervolle vermelding in ontvangst te nemen voor zijn "buitengewone bijdrage aan wetenschap en onderwijs op het gebied waarop de doelstellingen van het Instituut gericht zijn".

Gedurende de jaren 1928--1937 was McCollum adviseur van het Bureau of Animal Industry van het United States Department of Agriculture in het Beltsville research center. Van 1932 tot 1949 was hij lid van de U.S. Pharmacopeial Revision Board. In deze functie leverde hij diverse bijdragen betreffende vitaminen en andere voedingsstoffen. Van 1933 tot 1937 was hij lid van de National Advisory Health Council. In 1941 was hij voorzitter van de Sectie Onderzoek van de Nationale Conferentie over Voeding en Defensie en van het U.S. Advisory Committee van de Coordinator of Information on Food and Nutrition. In dat jaar werd hij ook lid van de Food and Nutrition Board van de National Research Council. Bovendien werd hij lid van het wetenschappelijk adviescomité van de pas opgerichte Nutrition Foundation, Inc, waarin hij tot 1953 zitting had.

De grote eisen van de Tweede Wereldoorlog zorgde ervoor dat Dr. McCollum in 1942 lid werd van het sub-comité, Emergency Research Committee on Food and Nutrition van de National Research Council. Het volgende jaar betrokken zij hem als consultant aan de U.S. Lend-Lease Administration. Ook was hij in 1943 adviseur van de afdeling industriële hygiëne van het Amerikaanse leger. Deze verantwoordelijkheden werden door McCollum serieus genomen.

Vaak leidde dit tot de zorgvuldige voorbereiding van uitgebreide memoranda waarin de belangrijkste feiten en de voors en tegens van verschillende problemen werden afgewogen. Hij deed altijd zijn huiswerk bij het adviseren van en zitting nemen in commissies en besturen.

Op verschillende momenten was hij op de redacties van het Journal of Biological Chemistry, Journal of Nutrition, en Nutrition Reviews. Hij was de voorzitter van de American Society of Biological Chemists in 1927 en 1928 en van het American Institute of Nutrition in 1938.

De eerste van vele internationale en nationale verantwoordelijkheden op openbare commissies en raden begon voor McCollum in 1931 toen hij lid werd van de eerste Internationale Conferentie over Vitaminenormen. Deze kwam zowel in 1931 als in 1934 in Londen bijeen. In 1931 was hij ook de afgevaardigde van de Verenigde Staten naar het Internationale Zuivelcongres te Kopenhagen. Zijn internationale bijdragen werden uitgebreid in 1935 toen hij lid werd van de Permanente Commissie voor Voeding van de Volkenbond. Gedurende 1936-1937 diende hij in het Gemengd Comité voor de voeding van de Health Section van de Liga. Ook in 1937 was hij lid van de Commissie van Technische Deskundigen van de Liga. Een jaar later was hij voorzitter van de Nutrition Section van de Tiende Pan American Sanitary Conference, gehouden in Bogota, Colombia. In 1939 was hij voorzitter van de Nutrition Section van het Pan American Bureau.

Het kan worden toegevoegd dat tot deze internationale verantwoordelijkheden werden genomen, Dr McCollum nooit een garderobe met iets meer gekleed dan een gewone smoking bezeten had. Ter voorbereiding van de taken in het buitenland regelde hij voor een furnituurenmaker in de buurt van de Johns Hopkins medische school om alles wat hij nodig zou kunnen hebben te bieden. De opdracht werd zo grondig uitgevoerd dat hij op een hoog niveau in de diplomatieke dienst had kunnen dienen. In latere jaren keek McCollum er glimlachend op terug als de grote mode-uitspatting van zijn leven. Het betekende inderdaad een grote stap vanuit de Kansas boerderij.

BIJDRAGEN AAN DE VOEDINGSINDUSTRIE

Gedurende zijn hele professionele leven bleven McCollum's interesses en tijd in grote lijnen gericht op voedingsonderzoek en de bevordering van gezonde voedingspraktijken. Dit omvatte natuurlijk enkele associaties met verschillende voedingsindustrieën. De nauwste was met de zuivelindustrie. De mate waarin zijn invloed goed was voor de buitengewone ontwikkeling van zuivelproducten in de voeding kan niet worden beoordeeld, maar zeker was het niet overtroffen door die van een andere persoon.

Het duidelijkste begin was waarschijnlijk in april 1918, toen hij op een bijeenkomst van de Associated Dairy Associations in Chicago voorstelde om na te gaan wat er gedaan kon worden om de consumptie van zuivelproducten te verhogen in het belang van een betere gezondheid. Dit was in verband met zijn tournee door het land ten behoeve van het beleid van de Hoover Food Administration. Deze woorden uit die toespraak in Chicago maakten een diepe indruk op deze belangrijke groep: "Ik heb de afgelopen twee maanden bijna onafgebroken gereisd om de mensen van dit land te vertellen dat ze de zuivelindustrie moeten steunen. Ik heb bepaalde conclusies getrokken als het resultaat van tien jaar experimentele studie van voeding, die het in uw voordeel zal zijn om te horen en ik wil uw steun en hulp in mijn poging om informatie te verspreiden over het grote belang van zuivelproducten in de voeding van de mens."

Door regelmatige bijdragen van verschillende takken van de industrie begon de pas opgerichte National Dairy Council met een uitgebreid programma voor verantwoorde voorlichting van gezondheidsleiders en het publiek. Dit is in de loop der jaren voortgezet. McCollum bleef zijn hele leven een actieve rol spelen in de Raad. Hij heeft nooit een officiële titel gehad, maar personeelsleden en anderen die met de bedrijfstak te maken hadden, vroegen hem om advies.

Gedurende vele jaren onderhield hij beroepsmatige banden met de Certified Milk Association.

In de jaren 1930 en 1940 had hij veel te maken met de planning, de personeelsbezetting en het toezicht op het onderzoekswerk van de National Dairy Products Corporation. In deze periode bevonden de onderzoekslaboratoria zich in Baltimore. Zijn gewoonte was om 's morgens vroeg, op weg naar zijn kantoor aan de universiteit, een stop van een uur of twee te maken bij de laboratoria. Om zijn contacten met het laboratorium te vergroten, hield hij ook een wekelijkse dinerbijeenkomst bij hem thuis met het belangrijkste personeel. Deze onderneming werd een van 's werelds grootste laboratoria voor de voedingsindustrie. Het was kenmerkend voor McCollum dat een aanzienlijk deel van de inkomsten uit deze regeling werd geïnvesteerd in een verzekerings-

polis op zijn leven, met The Johns Hopkins University als begunstigde. Zoals hij in 1956 in een brief aan de auteur schreef: "De universiteit heeft mij prachtige kansen geboden, en ik wilde zoveel mogelijk teruggeven van wat mij als salaris was gegeven."

HET DEBAT OVER BROODVERRIJKING

Door de algemeen erkende voedingstekorten van wit brood, die McCollum in de loop der jaren heeft aangetoond en gepubliceerd, was het onvermijdelijk dat de ontwikkelingen bij de productie van bepaalde synthetische vitaminen zouden leiden tot voorstellen voor het gebruik ervan in programma's voor de verrijking van brood en meel. Zo werd in 1941, met al het enthousiasme en de spoed die oorlogszuchtige zaken en nieuwe bekeerlingen kunnen afdwingen, de nationale campagne om brood en meel te verrijken met thiamine, niacine, en ijzer krachtig gelanceerd. De toevoeging van riboflavine en calcium werd niet zo sterk benadrukt. De belangrijkste bron van gezag voor de actie was de Food and Nutrition Board van de National Research Council. In datzelfde jaar werd McCollum lid van de Raad. Maar in tegenstelling tot de andere leden stond hij zeer kritisch tegenover deze schijnbare manier om de nationale gezondheid te verbeteren, aangezien naar zijn oordeel dergelijke voedingsstoffen alleen niet alle verliezen bij het malen van tarwe konden goedmaken. Dit leidde tot een lange periode van controverse, waarbij zijn status werd gewijzigd van bestuurslid in panellid. Na deze wijziging werd hij niet meer uitgenodigd om vergaderingen van de raad bij te wonen.

Achteraf gezien waren de redenen voor zijn vrees en bezwaar logisch, maar de betrekkelijk eenvoudige maatregelen die nodig waren om de gecontroleerde toevoeging van geselecteerde vitaminen en ijzer aan brood en meel te verzekeren, waren voor de industrie en veel van de autoriteiten op voedingsgebied aantrekkelijker dan de uitvoering van het plan van McCollum. Zijn verrijkingsvoorstellen omvatten de toevoeging van vetvrije melkbestanddelen, biergist, en tarwe- en maïskiemmen aan meel en brood. Experimenteel bewijsmateriaal toonde aan dat dergelijke supplementen de meeste diëten meer verbeterden dan het goedgekeurde plan voor verrijking met vitaminen en ijzer. Ook uit tests van de aanvaardbaarheid voor de consument bleek dat het McCollum-plan kon worden uitgevoerd.

Gedurende de volgende kwart eeuw dat hij leefde bleef McCollum studeren en nadenken over de supplementatie van brood en aanverwante voedingsmiddelen. Hij was altijd van mening dat zijn plan superieur was aan het programma dat werd aangenomen. Met name de voortdurende ontwikke-

lingen in de voedingsleer ondersteunden zijn standpunt dat het aangenomen programma niet voldeed aan de behoefte aan betere eiwitten. Zijn vooruitziende blik en zijn ondubbelzinnig standpunt over wetenschappelijk bewijs als basis voor overheidsbeleid blijven een monument voor zijn wijsheid en vastberadenheid.

VOEDING EN TANDHEELKUNDIGE GEZONDHEID

Vroeg in zijn voedingswaarde studies McCollum begon de mogelijke relaties van voeding te overwegen om cariës en een aantal andere tandheelkundige problemen. Rond 1920, tandheelkundige verenigingen begonnen hem uit te nodigen om hun vergaderingen te spreken. Gedurende ongeveer de volgende twintig jaar zijn betrokkenheid op deze manier en als consultant nam een aanzienlijk deel van zijn tijd en denken. Zijn koddige gevatheid en de uitzonderlijke breedte van zijn kennis en scherpzinnige exploratie van nieuwe ontwikkelingen maakten hem alom gewaardeerd. Dit blijkt uit het feit dat hij de Newell Sill Jenkin Medal van de Connecticut Dental Society, de Callahan Medal van de Ohio Dental Society, en de benoeming tot nonresident Fellow van de New York Academy of Dentistry en erelid van de American Academy of Dental Medicine heeft ontvangen.

In zijn eigen laboratorium, zowel in Madison als later in Baltimore, verrichtten McCollum en zijn medewerkers baanbrekend werk bij het produceren en beschrijven van gebits- en skeletafwijkingen bij proefdieren die een verkeerd dieet kregen. In 1925 waren zij de eersten die opmerkten dat een grote overmaat aan fluoride in de voeding dramatisch schadelijk is voor de snijtanden. Er werd veel aandacht besteed aan calcium en fosfor in de voeding als mogelijke factoren bij het ontstaan van tandcariës. Hypoplastisch glazuur werd geproduceerd bij jonge dieren die bepaalde foute diëten kregen. In 1922 waren zij de eersten die het bruto voorkomen van cariës bij experimentele ratten beschreven en foto's publiceerden van enkele van de door hen waargenomen letsels. Hun bevindingen en interpretaties stimuleerden in hoge mate experimentele ontwikkelingen en serieuze studie van de etiologie en preventie van tandcariës.

Een van de belangrijkste bewijzen van de achting die Dr. McCollum ten deel viel, is zijn uitverkiezing om als moderator op te treden op een grote conferentie over "De oorzaak en preventie van tandcariës", gesponsord door de "Good Teeth Council for Children, Inc.", die begin juli 1938 in Chicago werd gehouden. Het was waarschijnlijk de meest omvangrijke conferentie van dit soort die ooit is gehouden. Schijnbaar elke serieuze hypothese en elke

belangrijke verzameling van bewijsmateriaal tot op dat moment werden besproken. Kenmerkend was dat hij bij het begin van de conferentie zei: "Ik hoop dat we hier het experimentele werk van de laatste jaren kunnen laten versmelten en tot een overeenkomst komen, tenminste op sommige punten, over wat vaststaat. En in het geval van onderwerpen waarover we het niet eens zijn, hoop ik dat we kunnen zien waar de problemen liggen en kunnen bepalen wat we verder moeten doen in het tandheelkundig onderzoek."

Toevallig meldde het tijdschrift Time, bijna op hetzelfde moment dat deze opmerkelijke groep wetenschappers op zoek was naar begrip en een basis voor hoop dat cariës zou kunnen worden voorkomen, dat op basis van statistische studies van de U.S. Public Health Service, fluoride in het drinkwater de incidentie van tandcariës vermindert. Als de conferentie een paar maanden later was gehouden, zou deze baanbrekende ontdekking ongetwijfeld een groot deel van de discussie hebben gedomineerd.

Vanaf het begin van het geregistreerde bewijs dat gecontroleerde fluoridering van drinkwater heilzaam is, was McCollum een voorstander van dit middel om de gezondheid van het gebit te bevorderen. Dit was typerend voor zijn scherpe opmerkzaamheid voor nieuwe ontwikkelingen en zijn wijsheid bij de beoordeling daarvan. In een brief aan de schrijver tien maanden voor zijn dood schreef hij: "Fluoridering is van enorm belang voor de gezondheid, en heeft alleen maar verdienste, niet zoals zoveel bijdragen van de wetenschap aan de volksgezondheid, morbiditeit voor mortaliteit in de plaats te stellen door het leven in aftakeling te verlengen."

PENSIONERING

Dr. McCollum leefde drieëntwintig jaar na zijn pensionering aan de faculteit van The Johns Hopkins University. Deze lange overspanning was zeker rijk aan zijn voortdurende bijdragen aan de voedingswetenschap, met name in de productie van zijn uitstekende boek *A History of Nutrition*, zijn autobiografie *From Kansas Farm Boy to Scientist*, en een grote reeks van reflecterende artikelen, waaronder een aantal onderzoekspapers en patenten. Bovendien werd tot de laatste maanden van zijn leven zijn wens vervuld, "dat ik op mijn oude dag mijn geest in een staat van voortdurend avontuur wil houden".

Het pensioen omvatte veel algemene en bijzondere lectuur, een gewoonte die hij vanaf zijn jeugd had gecultiveerd. In een inventaris van de persoonlijke bibliotheek in zijn huis op het moment van zijn dood waren er meer dan 1400

boeken, die hij allemaal had gebruikt. Ze besloegen vrijwel elk gebied van de hogere zorgen van de mens, waaronder:

Landbouw 33
Kunst en antropologie 33
Biochemie en biologie 71
Biografie 245
Cartoons en humor 13
Chemie 91
Woordenboeken en encyclopedieën 53
Economie 19
Onderwijs 14
Fictie 33
Geografie en reizen 33
Geschiedenis 179
Literatuur en talen 201
Geneeskunde 32
Natuur 21
Voeding 113
Filosofie 42
Natuurkunde 12
Poëzie 46
Godsdienst 16
Koninklijke Vereniging 29
Wetenschap, algemeen 37
Diversen 40

De vele honderden wetenschappelijke boeken en tijdschriften die hij bij zijn pensionering aan de afdeling biochemie van de School of Hygiene and Public Health van Hopkins schonk, zijn niet in de inventaris opgenomen. Ze bevinden zich in de McCollum leeszaal van die afdeling. Ook heeft hij honderden boeken bijgedragen aan de medische bibliotheek van Hopkins. Er is geen volledig overzicht van de honderden boeken die hij aan een groot aantal vrienden, familieleden en oud-studenten heeft geschonken. Zeker, grote boeken waren zijn voortdurende metgezellen, en hij genoot ervan de inhoud ervan te kennen en te begrijpen.

Zelfs na zijn pensionering uitte Dr. McCollum zich op verschillende manieren in zijn niet aflatende zorg voor het welzijn van de mensheid vele generaties verder. Hij besteedde veel aandacht en moeite aan het wekken van belangstelling voor het vinden van manieren om het verlies van essentiële minerale

voedingsstoffen, vooral kalium en fosfor, in onze rioolstelsels te minimaliseren. Hij schreef persoonlijk naar vele tientallen van zijn vrienden en anderen die betrokken waren bij het overheidsbeleid. In de brieven werd om actie gevraagd en werden suggesties gedaan over wat er moest worden gedaan. In zijn commentaar op zijn bezorgdheid verklaarde hij: "Ik ben van mening dat wetenschappelijk onderzoek naar de beste manier om deze gigantische verspilling van onze natuurlijke hulpbronnen te voorkomen, hoge prioriteit moet krijgen, en dat tegen elke prijs de plantaardige voedingsstoffen die nu worden verspild teruggewonnen moeten worden voordat het rioolwater wordt verwijderd, in het belang van de toekomst van de mensheid."

Nog in 1965 gaven drie andere sentimentele gebeurtenissen de heer en mevrouw McCollum veel voldoening. Zoals hij het in een brief uitdrukte: "Dit is een geweldig jaar voor ons geweest." Het begon met zijn aanwezigheid in Chicago als eregast bij de viering van de vijftigste verjaardag van de oprichting van de National Dairy Council, die op zijn voorstel in 1915 was georganiseerd.

Drie maanden later werd hij naar Atlantic City begeleid om een diner bij te wonen van de American Society for Clinical Nutrition, waar hij het voorrecht had getuige te zijn van de uitreiking van de eerste jaarlijkse McCollum Award, die door die Society wordt uitgereikt. De Award wordt gesponsord door de National Dairy Council.

Een maand later, weer met mevrouw McCollum, was hij in Californië als een geëerd spreker op de vijftigste verjaardag van de benoeming van zijn goede vriendin, Agnes Fay Morgan, aan de faculteit van de Universiteit van Californië in Berkeley. Dit was zijn bekroning.

Het volgende jaar, tweeëntwintig jaar na McCollums pensionering, was de gloed van zijn zonsondergang nog steeds helder. Zijn zevenentachtigste verjaardag bracht wenskaarten, brieven en telegrammen van vrienden en gelukwensen van over de hele wereld. Hij schreef: "Ik realiseer me niet graag hoeveel dagen van gisteren en hoe weinig dagen van morgen er zijn, maar er is nauwelijks iemand die ik ken die meer geluk in het leven heeft gehad dan ik. Ik heb me nog nooit zo goed gevoeld in mijn leven." Drie maanden later werd hij samen met mevrouw McCollum uitgenodigd om als eregast aanwezig te zijn bij de honderdste verjaardag van de oprichting van zijn geliefde Universiteit van Kansas. Lichamelijke gebreken verhinderden hem op dat moment om aanwezig te zijn.

De volgende verjaardag, in 1967, en zijn laatste, was voor hem even aangenaam, en hij schreef: "Ik heb een buitengewoon aangenaam leven gehad, en ik ben er dankbaar voor." Hij bleef veel lezen en, zoals hij schreef, "op de hoogte van het beste wat er gedacht en gezegd is". Vijf maanden na die achten-

tachtigste verjaardag liet zijn gezondheid het plotseling afweten, en na drie maanden eindigde zijn fysieke leven.

Zestien jaar eerder, in een commentaar op zijn leven, erkende Time magazine de omvang van McCollum's blijvende bijdragen door te stellen: "Hij heeft meer dan wie ook gedaan om vitaminen terug te brengen in het brood en de melk van het land, om fruit op de Amerikaanse ontbijttafel te brengen, verse groenten en sla in het dagelijkse dieet." En zoals zijn oude vriend en eminente collega, Dr. Edwards Park, drie jaar voor McCollum's dood concludeerde: "McCollum's visie aan het begin van zijn carrière van de noodzaak van een geheel nieuw soort aanval en de revolutionaire methode die moet worden gebruikt in studies van voeding was een sprankeling van genie. Het is niet overdreven om te zeggen dat het een nieuw tijdperk in voedingsonderzoek begonnen."

Hij was een begaafd wetenschapper en effectieve humanitair die, in zijn eigen woorden, had " ... deelgenomen aan een groot drama van menselijke inspanning die de nieuwe waarheid heeft aangetoond dat de provisie van een specifieke voedingsstof die ontbreekt in het dieet van mensen in grote aantallen in vele delen van de wereld meer zal doen dan argumenten, wetten en preken om comfort, moed, optimisme en doel te creëren."

En zo wordt Dr McCollum herinnerd.

ELMER VERNER McCOLLUM

March 3, 1879 November 15, 1967

From Farmers son to nutrition researcher

A Biography

By HARRY G. DAY

THE FORMATIVE YEARS

ELMER VERNER McCOLLUM was the child of a pioneer family. Pioneering was also the hallmark of his scientific achievements and humanitarian contributions. He was the first son and fourth child of Cornelius Armstrong McCollum and Martha Catherine Kidwell McCollum who sixteen years before had become homesteaders on one hundred sixty acres ten miles west and one mile north of Fort Scott, Kansas. His only brother, Burton, was sixteen months younger. The two were inseparable companions throughout their youth, and each influenced the other as long as they both lived. Each of the three sisters graduated from Lombard University, a Universalist Divinity School with a preparatory division, and each married a Universalist minister. Since the brother as well as Dr. McCollum graduated from the University of Kansas, all five of the McCollum children attained a much higher level of formal education than the parents.

Dr. McCollum developed in humble circumstances. But in spite of the stark realities of frontier life, with parents who had received scarcely any formal schooling, he showed unusual capacity to learn and reflect on much that he observed. The parents and the other children also had high regard for learning.

The mother had attended a backwoods school only two winters. She could scarcely read when the first child was born. But in spite of all the burdens of farm chores, raising and preserving food for the family, and innumerable household duties, she learned to read well, and she devoted time to the education of all the children. As Dr. McCollum wrote of her, "She valued education for its own sake and for its influence on human dignity and refinement, because it enabled people to escape drudgery, increased their earning power, and won the esteem of people who cared for culture." Her determination, high ethical values, and respect for culture and her thrifty management of the family and its meager income and expenditures evidently were continuously felt in the family circle.

The father read every moment that he had opportunity, but the supply of books and magazines was markedly limited and there were scarcely any well-informed and scholarly persons around him. As Dr. McCollum described him, "He was continually thinking inquiringly," but the unevenness of his knowledge and the driving necessity of devoting nearly all his time to manual work kept him imprisoned by some remarkably naive beliefs.

The parents were innovative and strongly motivated to attain economic security and were in fact leaders in their community. The mother frequently

assisted the neighbors in sickness and bereavement. Her resourcefulness proved highly essential to the family at the beginning of her elder son's tenth year. The father became chronically ill, possibly due to tuberculosis of the bones. With the onset of this family crisis, it became necessary for the young McCollum to assume some of the responsibilities of an adult. In spite of the father's illness, it was economically necessary to continue operation of the farm until the year that the boy became seventeen. For the entire family these years were marked by never-ending toil and anxiety.

Elmer McCollum, with his younger brother, attended a one-room school which at best provided limited educational experiences. The pressure of duties on the farm caused him to miss school many days in autumn and spring. In his autobiography, produced sixty-eight years later, Dr. McCollum wrote of these early years: "While I lived on the farm I did not come into contact with a single individual who was both well informed and well-endowed intellectually in any branch of learning, or who was motivated to inquire into the phenomena of nature. My environment was without stimulation of mental activity.'

In 1893, when Elmer was fourteen years old, Mrs. McCollum took the two boys to the World's Columbian Exposition in Chicago. This experience broadened his horizons even though it also was devoid of much intellectual stimulation.

Probably one of the most significant actions for Dr. McCollum, and ultimately for advances in nutritional sciences, was the brave decision by the mother in 1896 to move the family to the vicinity of Lawrence, Kansas. The purpose was to provide opportunity for her two sons to attend high school and then the University of Kansas. In this decision she was supported by her invalid husband, but at that time neither son had a strong desire for much formal education.

The McCollum family's strategy was similar to that of many other rural families in that era in the Middle West. They secured as much cash as possible by selling nearly all the livestock and farm implements. The farm was rented as a source of income, and with the cash they purchased a fifteen-acre tract almost adjacent to the campus of the University of Kansas. This was converted to a fruit farm on which they hoped to produce enough income, along with the farm rental income, to meet the essential needs of the parents as well as the sons. Because the income was never enough, it became necessary for the boys to obtain employment in Lawrence.

When the family arrived at Lawrence, Elmer was already seventeen years old, and he had not yet received any formal education beyond that afforded by the district school. He had suffered the humiliation of failing the general certification examinations held that spring.

Because he lacked the certificate of graduation, the high school principal, Mr. Frank A. Olney, inquired concerning his preparation. On the strength that he had read many books and that he had memorized many poems, such as Lowell's "Vision of Sir Launfal," Mr. Olney admitted him provisionally. This was a great relief to the new student. In later years Dr. McCollum often recalled with appreciation this understanding action.

The intellectual competence and interests of the youth were quickly and unmistakably revealed in the high school record. His studies included Latin, history, mathematics, chemistry, and physics. He learned in such depth that when he entered the university, advanced credits were awarded in English composition, chemistry, and physics. Owing to the excessive hours of employment and his responsibilities on the family acreage, there was little time for social contacts. Nevertheless, he was elected class president in both his junior and senior years. In this role he delivered an oration at the graduation exercises. The subject was "The Puerto Rican Tariff," a lively topic at that time. Dr. McCollum's wide interests and knowledge were greatly influenced by his discovery and instant love of the Encyclopedia Britannica, which was kept in the assembly room of the high school. He was so strongly impressed that he arranged for a book dealer in Lawrence to obtain for him a good used set. This cost him \$25, an amount representing about two months of his earnings at that time. He retained the set and used it assiduously for about twenty-five years, when he purchased a new edition.

Throughout his adult life Dr. McCollum liked to recount some of his vivid memories of these high school years. They were largely concerned with his grinding preoccupation with physical labor through which he earned the money needed for his education and to supplement the meager resources of his family. His main job was lighting and extinguishing the gas lamps on the streets of one half of Lawrence. This job was continued throughout high school and his first two years in the university. Since this did not provide enough money to meet all his needs, he also obtained employment in the office of the Lawrence Daily World.

Each day a little before sunset he reported at the gasworks. If it was cloudy or if the moon was not shining brightly, he would start his lamplighting rounds; but if the manager decided that the moon would shine brightly, he did not work. For such nights he did not receive wages, since he was paid only when he tended the lamps. Moonshine was literally for him an occupational handicap. After finishing the lighting he slept in a hammock in an attic above the retorts until midnight, when he would begin his rounds extinguishing the lamps. This required about one and one-half hours. Following this he would walk about

one-half mile to his home and, after eating, he would sleep the rest of the night.

The work at the newspaper office was largely in the afternoons following school. Frequently on Saturdays he collected for advertising by the merchants of Lawrence. Thus it is doubtful that any other boy in high school during that period had so little free time as the young McCollum.

On many occasions Dr. McCollum expressed his gratitude for the influence of several of the high school teachers on his development. For example, he wrote, "Listening to them talk, individually or in classes, and observing their ways of doing things opened my eyes to new and creditable standards of thought and conduct. Four of them greatly influenced my thinking and standards, although they were doubtless quite unaware of what they were doing for me."

About the time the young McCollum entered high school he joined the Unitarian church. Throughout his life he had a broad and active interest in the religions and philosophies of all ages, but he did not attend church services or participate in any kind of church programs.

After entering the University of Kansas, in September 1900, he continued to light lamps and work at the newspaper office until he received an appointment as a student instructor in his third year. The latter provided more income and an opportunity for adequate sleep.

Owing to his initial interest in preparing for medicine, during his first college year he devoted much time to the study of human anatomy. He also gave time to bacteriology and to courses in qualitative and quantitative chemical analysis. At the beginning of the second year he studied organic chemistry under Dr. Edward Bartow. He became so fascinated with the subject that he abandoned all thought of becoming a physician. There were few limiting regulations of the university on the distribution of study time or in the choice of courses. Thus the young McCollum devoted nearly all his attention to courses in chemistry and to special work on the preparation of many compounds described in Gatterman's textbook, Organic Chemistry.

Toward the end of his second year he began the analysis of samples of petroleum sent to Dr. Bartow by crude oil producers in the Oklahoma Territory and in southern Kansas. Thus a new and valuable source of income was established.

Through academic work during the summers and the opportunity to receive credits through special examinations, McCollum earned his A.B. degree in three years.

He was immediately admitted for work leading to an M.S. degree in chemistry. This included an appointment as teaching assistant in chemistry with a

stipend of \$300 for the year. His courses included a series of lectures in physiological chemistry. The master's thesis was based on a study of the composition of the gas in the hollow stems of the giant water lily, *Nelumbo lutea* (American lotus), when the plant was exposed to sunlight and during the hours of darkness. This thesis was accepted, but the work was never published. Dr. Arthur Harris, who was highly respected by the young McCollum, directed the work. A few years earlier Harris had served with him in lighting the gas lamps of Lawrence.

Other influential teachers respected by the young McCollum included Professor E. C. Franklin and Dr. H. P. Cady. The latter was especially helpful in guiding him toward a superior graduate school for further training in organic chemistry. Through his study of current chemical journals he decided that the work of Dr. H. L. Wheeler and Dr. T. B. Johnson at Yale University was the most promising for him.

In 1904 the young man applied to Yale for admission and a fellowship. He was promptly admitted, but he was given only a scholarship exempting him from paying tuition. Undaunted, he accepted the offer in the belief that some way would be found to earn the money needed for his maintenance.

On his way by train to New Haven, McCollum stopped in St. Louis for one day to visit the Lewis and Clark Exposition and to attend briefly the International Congress of Chemists that was in session. There he introduced himself to Professor Russell Chittenden, with whom he had been in correspondence concerning his admission to Yale. This began a lasting and fruitful friendship. Assured that every effort would be made to assist him, he resumed his journey to New Haven. He arrived there with \$82 in his pocket and with no firm prospects of securing more.

The tall, extremely thin young man had come into a new world. With hard work, foresight, and desire to accommodate to that world, the two years he spent in earning the Ph.D. degree proved to be extraordinarily fruitful and pleasing. The system for the conduct of graduate study that he experienced and the patterns of work and self-development that he pursued were followed throughout his life.

When he arrived in New Haven he had rarely been away from home more than a few hours at a time. Most of the students he had known in high school and in undergraduate school were similar to him in background and experience. Scarcely any came from families of wealth and position. But at Yale he met every variety of person. He tried to learn from all, and he cultivated the qualities of their lives that seemed to be important in making the most of his own life.

During the first year he found it possible to live in the home of one of his former high school teachers, Arthur L. Corbin, who had studied law and was at the time a faculty member in the Yale law school. After this transition period in the Corbin family he was invited by Professor Chittenden to live in one of the two suites of living rooms on the top floor of the chemistry building. This was home for him during the remaining two years at Yale. His roommate was Phillip Mitchell, who was a student of Professor Lafayette B. Mendel and later became Professor of Physiology at Brown University.

Immediately after entering the Sheffield Scientific School at Yale, McCollum became associated with Professor Treat B. Johnson, who directed his doctoral research. The research was concerned with the preparation and study of pyrimidines. Students closely associated with him included Stanley R. Benedict, Stanley Bristol, Samuel H. Clapp, William B. Cramer, Samuel Dudley, George S. Jamieson, Eli M. K. Ryder, Carl O. Johns, and Johannes G. Statiropoulos.

The young McCollum appreciated Dr. Johnson's method of providing guidance. To suggest steps that might be taken to prepare the desired compounds, Dr. Johnson used large sheets of newsprint, drew the formulas of known starting compounds, and indicated reagents and conditions to be used. Together they would discuss the procedures and the conditions that seemed to be most promising.

During his second year McCollum contracted pneumonia. The enforced absences from classes and his debilitated health for some time thereafter seriously interfered with his progress. For a time it appeared that this might delay the completion of his degree. The illness and his intense preoccupation with research in organic chemistry had caused him to get seriously behind in crystallography, his second minor. When the teacher, Professor Samuel L. Penfield, learned about the situation he decided that the young man needed to improve his health more than he needed to spend time drawing crystals. He promised that if the student would spend time canoeing on the river three times a week the rest of the semester, he would receive credit for the course! This unorthodox but extraordinary act of kindness was a significant influence throughout Dr. McCollum's long life with students. He never ceased to be grateful to Professor Penfield.

The intensive reading habits cultivated during his graduate years were followed throughout Dr. McCollum's life. On his first visit to the laboratory Professor Horace L. Wells gave him a key to the large library provided by Professor Wheeler. Thereafter young McCollum spent many evenings in the library. This significant pattern is aptly described in his autobiography: "I took down in succession the volumes of a series of journals and turned every page, leisurely scanning them, until I came upon a title which interested me. Then I

read carefully the introduction . Next I examined the experimental observations and studied the conclusions which the author drew from them. Before proceeding further I reflected on what I might do in order to shed more light on the program."

Earning money to pay expenses was still essential. McCollum was soon employed to give instruction in elementary chemistry three evenings per week at the YMCA. This paid \$10.00 per week, and it required only a small expenditure of time and labor. Another source of income was in tutoring students. After a few months, a number of students with money began to come to him for assistance. The tutors to whom students were attracted charged a minimum of \$3.00 per hour. At such rates the young McCollum developed for the first time in his life a sense of financial security. Even while a full time and productive graduate student he began to earn enough money to accumulate savings.

Another financial and scholastic advantage was gained by the young Kansan when he competed with six other students in a comprehensive chemistry examination at the end of the first year and earned the coveted Loomis Prize of \$400. Through the help of his closest friend, Bill Cramer, he obtained work one summer as a clerk at a hotel on Block Island, Rhode Island. This added more to his financial resources and to his experience. He always cherished the warm friendship and great help of this thoughtful man.

The doctoral research progressed so rapidly and well that two months before the degree was granted, in June 1906, Dr. McCollum began work in Dr. T. B. Osborne's laboratory. The work continued six months. During that time he used the Fischer ester method for the analysis of protein hydrolysates. Working with Samuel Clapp he learned about Osborne's purified proteins from different seed grains and the general status of protein investigations.

THE UNIVERSITY OF WISCONSIN: TEN PIONEERING YEARS

Because there was no desirable academic position available at the end of the summer of 1906, McCollum went to Professor L. B. Mendel's laboratory to learn more about biochemistry. This proved to be an eventful decision. During the year he attended the lectures of Mendel, F. P. Underhill, and R. H. Chittenden, and he worked in the laboratory gaining familiarity with the analytical methods applicable to biochemistry. In the following spring, through Dr. Mendel, a promising position was obtained at the University of Wisconsin. On July 1, 1907, he began investigational work in Madison as an instructor in agricultural chemistry. The beginning annual salary was \$1200. This undertaking proved to be a most significant event in the advancement of nutrition,

even though at the time McCollum would have preferred an academic position in organic chemistry.

Having been appointed to a promising position, McCollum in 1907 married Constance Carruth, whom he had known at Lawrence, Kansas. The children were Donald C., who became a physician, and four daughters, Jean Westwick, Margaret Sprague, Kathleen Albright, and Elsbeth Fox. Many years later the marriage ended in divorce.

Under the direction of Professor E. B. Hart, McCollum became a part of the laboratory team assigned to the famous experiment with heifers restricted to rations derived from single-plant sources. These sources were wheat, corn, and oat plants. The experiment had been planned by Professor S. M. Babcock, who had preceded Dr. Hart as head of agricultural chemistry. The purpose was to determine whether the accepted methods of food analysis actually gave results on which nutritive values could be judged. Dr. Babcock was skeptical.

The rations were intended to include all parts of the plant except the roots. The parts were furnished in such proportions that the entire ration for each of the three experimental groups of animals had the same composition as shown by the official accepted methods of chemical analysis. A fourth group received a ration derived from all three plants. This was to determine whether variety in source of nutrients was of nutritional importance.

To the enthusiastic but inexperienced McCollum, the experiment was already yielding impressive if not meaningful results. By the time he first saw the heifers, after several months on the rations, the groups had differentiated greatly. The remarkable differences in appearance and physiological status stimulated him to find the correct explanation. He decided that "something fundamental remained to be discovered."

It is notable that the plan of study included a searching chemical examination of the rations and the determination of their digestibilities. Enormous numbers of analytical determinations were carried out on blood, urine, feces, and tissues of the cows. After four years of work it was finally concluded that satisfying explanations for the nutritional shortcomings of the single-plant rations could not be achieved through this kind of design and analysis.

Trying to gain a breakthrough in understanding the nutritional requirements of man and animals, McCollum read extensively in the literature. Of greatest interest to him was Maly's *Jahresbericht über die Fortschritte der Tier-Chemie*. He became so impressed with the importance of many abstracts and articles in the yearbook that he purchased an entire set (thirty-seven volumes at that time) so that he could study at home. He learned about a number of investigations conducted between 1873 and 1906 in which small animals, mostly mice, had been restricted to diets composed of isolated and somewhat purified

proteins, carbohydrates, fats, and inorganic salts. Concerning this, he wrote, "I was struck by the fact that in every instance in which small animals had been restricted to such 'purified' diets they promptly failed in health, rapidly deteriorated physically, and lived only a few weeks."

From these literature studies and his initial experiences with the heifers on restricted rations McCollum concluded that "the most important problem in nutrition was to discover what was lacking in such diets." He decided that it was essential to experiment with small animals with a short life span. He reasoned that if they were fed simplified diets composed of purified nutrients it should be possible to determine the specific chemical substances necessary in nutrition. This was the turning point in his career. He decided to begin experiments using rats, since they seemed to satisfy all the criteria for the initial studies.

This fertile concept was explained to his superiors at the university, but only Dr. Babcock understood its import. The Dean of the College of Agriculture refused to support any experiments with rats. Dr. Babcock said to Dr. McCollum, "I think the Dean is wrong in his pronouncement on your new project. I think we should go ahead and do it anyway." Being confident that Dr. Babcock, although retired, had sufficient standing to give him any needed backing, McCollum did go ahead without the official support or endorsement from his dean.

The first animals for his colony were wild rats he captured one Saturday afternoon in the old horse barn on the Station farm. He soon found that they were too wild to be satisfactory. They were replaced with twelve young albino rats he obtained from a dealer in Chicago. The wire screen used to make the cages cost \$2.00, and the rats cost \$6.00. These expenses were borne by McCollum, since the project was tolerated rather than approved, except by Dr. Babcock. Later, Professor Hart authorized the expenditure of \$50 of university funds for the construction of two animal units, each with twelve compartments. The carpenter, being sympathetic, made three units for the money provided.

Dr. McCollum's rat colony was the first in the United States maintained for nutritional investigations. It was started in January 1908.

The first experiments were designed to test his idea that the nutritive failure already reported in mice on rations of purified components was due to lack of palatability. The experiments involved the determination of the effect on growth and apparent well-being when the source and nature of the seemingly purified components of the rations were varied. At first, McCollum believed he

had demonstrated that if the "purified food mixtures" were made palatable, through variation in composition and flavor, the animals would eat enough to satisfy their nutritional requirements. Although his findings were inconclusive, it was not until 1911 that his hypothesis became seriously in doubt.

In that year Osborne and Mendel reported that the demonstration of nutritional differences between proteins required the use of a supplement of "protein-free milk." This enabled the rats to grow well on a diet of purified components, even though the diet was not supplemented with flavors.

In reporting some of their work, Osborne and Mendel implied that McCollum had been careless in his experiments. This embarrassing experience led him to discover that milk sugar used in his diets failed to promote growth after it had been subjected to greater purification. In addition to the correction of this error, he pointed out that the "protein-free milk" used by Osborne and Mendel in their rations supplied nine percent of the total nitrogen of the diets. Thus it might have furnished a variety of unknown substances. This was soon proved to be true. But the confrontation involved in this encounter had an even more far-reaching result because it stimulated the young scientist's development in nutritional experimentation and in the analysis of problems.

The new research based on the use of a rat colony absorbed much of his time, but he continued to perform his duties in the feeding experiment with the heifers until 1911. The care of the laboratory rats and the detailed management of many of the feeding experiments required much more time than he could provide in order to make the research progress at the desired rate. Fortunately, about eighteen months after the colony had been started, Marguerite Davis, a university graduate who was keeping house for her retired father in Madison, was referred to McCollum to study biochemistry. After learning about the objectives of the experiments with the small rat colony, Miss Davis volunteered to care for the animals. Except Saturdays and Sundays, she worked every day without pay for five years. Finally, Dr. McCollum managed to have her paid \$600 for her sixth and last year.

The generous and competent collaboration of Miss Davis in these fertile years was an important factor in McCollum's discovery of the first known fat-soluble vitamin, later designated vitamin A. Also, she was involved in the development of what McCollum designated "the biological method for the analysis of a food." This resulted in the publication of many papers with Miss Davis, and later with others, concerning the supplementary relations among the common foodstuffs.

Pursuing the idea of observing the consequences of feeding diets of the simplest composition, McCollum and Davis restricted weanling rats to single kinds of seeds, such as maize, wheat, oats, rye, and beans. To McCollum's

surprise, the animals grew only slightly, if at all, when limited to seed rations, whether alone or in combination with other seeds.

He considered that one or more of several factors might account for this low "biological value" of the seeds. Published analyses showed that seeds in general had low amounts of calcium. He believed it might be important that his recently discovered fat-soluble dietary essential was absent from oils obtained from seeds. Also, new information being published on the pronounced differences in the content of some amino acids in proteins suggested that the apparent nutritional inferiority of the seeds might be attributable to some inadequacy of their proteins.

Through experiments with various supplements, McCollum found that to obtain good growth, reproduction, and a long life span on a wheat ration, it was necessary to provide additional (supplemental) protein, a source of calcium, and the "growth-promoting fat" (source of vitamin A).

Further feeding experiments made it clear that all the common seeds tested had the same qualitative deficiencies as wheat. By 1915 McCollum and Davis had found that when water or alcohol extractions of wheat germ or rice polishings were added, polished rice was greatly improved in nutritional quality. These experiments constituted the basis for their discovery that the anti-beriberi factor, necessary to relieve polyneuritis in pigeons, was necessary for rats and that there were apparently only two unidentified nutrients necessary for such animals.

Concerned with developing problems of nomenclature, in 1916, McCollum and C. Kennedy suggested the provisional use of alphabetical terms, using a prefix designating characteristic solubility. They proposed the term fat-soluble A and watersoluble B, respectively, to designate the two unidentified nutrients. These terms found widespread acceptance. The system was expanded as other essential factors were discovered.

The experiments with rats were extended to comparable studies with pigs kept on board floors. The results with rats and pigs confirmed the impressions gained by farmers that corn alone results in poor growth in swine. Further advances in the newer knowledge of nutrition were made when McCollum, with Nina Simmonds and W. Pitz, reported in 1917 that leaf material added to diets of one or more kinds of seeds greatly improved the growth rate and general well-being of the animals.

While McCollum was deeply immersed in these simple but impressive experiments during the first part of the germinal decade of 1907--1917, he continued his pattern of reading in the literature, but some highly relevant papers escaped his attention and lack of the information contained therein handicapped his progress. In particular, these included the notable obser-

vations and conclusions of C. Eijkman and of G. Grijns on chickens fed a diet of polished rice in Java. McCollum did not become acquainted with this work until 1913. However, early in his work at Madison he learned about the findings of N. Lunin in 1881, of E. G. Willcock and F. G. Hopkins in 1906, and of various other pioneers at the turn of the century. He was greatly impressed and stimulated by the books of E. B. Vedder in 1913 and C. Funk in 1914.

In retrospect, McCollum's inadvertent use of only partially purified milk sugar in some of the early feeding trials, and the earlier caging procedure that allowed the young rats access to their feces, probably were decisive in bringing about the discovery of vitamin A as early as 1912 by McCollum and Davis. The rats grew fairly well and seemed to be in good nutritional condition when butterfat or egg-yolk fat was included in the diet. They failed rapidly when lard or olive oil was the source of fat. This evidence that certain fats contain a hitherto unidentified nutrient was rigorously confirmed when McCollum and Davis saponified the butterfat, suspended the non-saponifiable fraction in olive oil, and fed this to the rats. A prompt growth response made it clear that they were dealing with a new and essential nutrient. They soon found that an ether extract of leaves of plants contained a nutrient with the same effect.

Until this time the maintenance of the rat colony at Wisconsin was tolerated only because the elderly and respected Dr. Babcock insisted to the authorities that this kind of research was important. But in December 1912, when Dean H. L. Russell learned that the comparative study of fats was showing that butterfat was superior to olive oil and lard, he delightedly insisted that the findings should be published right away. Clearly, this would be good news to the farmers of Wisconsin and others with major agricultural interests. However, the first manuscript was not submitted for publication until April 1913. It was sent to Professor Mendel, since he was one of the four editors of the *Journal of Biological Chemistry*, where it was published. Five months following the publication, Osborne and Mendel reported findings in the same journal that confirmed the existence of the factor in butterfat now known to be vitamin A.

Although for a time there was a counterclaim concerning credit for the discovery of vitamin A, within a few years it became quite clear that the credit belonged to McCollum alone.

All of McCollum's published experimental work had the help of Davis from 1909 to 1916 and of Nina Simmonds from 1916 to 1929. The work of these three caused many scientists and members of the public to regard food, nutrition, and health in a new light and to look forward to further developments.

It is now apparent that the period from 1909 to 1916 was one of the most rewarding and productive in all the years of McCollum's life, at least as

measured by the energy and originality of his effort and the influence of his contributions in shaping the thinking and practices of others in nutrition.

His achievements and promise were promptly recognized by his institution, even though it had required several years for the importance of his rat colony to become recognized. He was promoted in academic rank beyond his expectations, passing from instructor, to assistant professor, to associate professor, and to full professor in six years.

His first distinctly national recognition came in 1916 when he received an invitation to lecture before the Harvey Society in New York. Later he wrote: "I was overjoyed by the invitation. Here was evidence that my observations on nutrition in relation to foods had gained recognition by discriminating men. It had high spiritual value for me. I accepted and chose Supplementary Relations among Our Common Foodstuffs.' "

The increasing recognition of McCollum for his originality and significant achievements in experimental nutrition stimulated him to reflect intensively on the quality of human and animal dietaries throughout the world. He considered practical ways through which inferior diets could be improved. His developing involvement in such significant matters, beginning in 1917, is aptly stated in his article, "My Early Experiences in the Study of Foods and Nutrition, published in the Annual Review of Biochemistry in 1953. He wrote: "The new knowledge of the dietary properties of seed, leaf, milk (which we found to be an excellent supplement to seeds), and some observations of the dietary deficiencies of muscle meat, together with the new information about polished rice and the superiority of the germ as a source of nutrients, led me to make some important generalizations on human dietaries.

I criticized the typical American's diet of that period as being of poor quality because it was derived too largely from white flour or cornmeal, muscle meats, potatoes, and sugar. Sugar, I asserted, when eaten to the extent of an average of more than 100 pounds per capita per annum, crowded out from the diet significant amounts of better constituted foods. The foods listed, I declared, were not constituted to supplement each other by making good their deficiencies. I recommended a diet containing more milk and leafy vegetables, and extolled the glandular organs of animals as superior to the muscle meats as sources of nutrients. Milk and leafy vegetables I distinguished as 'protective foods' because they were so constituted as to make good the deficiencies of whatever else we liked to eat."

THE MOVE TO JOHNS HOPKINS

The Harvey Lecture, in January 1917, brought with it a gratifying surprise. It was an invitation, received a few hours prior to the lecture, to visit Professor William H. Howell at The Johns Hopkins University before returning to the University of Wisconsin. When McCollum arrived in Baltimore, he learned that the Rockefeller Foundation had offered to finance and eventually to endow the establishment of a School of Hygiene and Public Health at Johns Hopkins and that Dr. William H. Welch was to be the director of the new school.

Professor Howell was to be assistant director and professor of physiology. These two were to select the faculty. They invited Dr. McCollum to become professor and head of the department of chemical hygiene (later changed to biochemistry) .

Dr. McCollum promptly accepted, but he was asked not to mention the decision until the trustees had confirmed it. He returned to Madison and resumed his research and teaching. Although week after week passed without further information about the appointment, he painfully refrained from informing any of the officials at Wisconsin concerning his new plans. Adding to his distress, early in April, just as the United States entered World War I, he received a letter from Mr. Herbert Hoover asking him to become a member of his Advisory Committee on Nutrition and to attend a meeting of this committee in Washington. Requesting authorization to attend the highly important meeting without divulging his plans to resign from his appointment was, indeed, embarrassing. After the two-day session in Washington, Mr. Hoover asked him to remain about two weeks to help prepare some bulletins for the guidance of homemakers on the use of substitute foods during the war. This he did, but with added reluctance, since he felt a special obligation to be in the laboratory at Madison. To his great relief upon his return he found the long-expected letter from President Goodnow informing him that the Board of Trustees of Johns Hopkins had endorsed his appointment. In referring to this significant event Dr. McCollum wrote in his autobiography: " ... I made a number of important discoveries [at the University of Wisconsin] which had great influence on arousing interest in others in studies in nutrition. The breeding stock of the rat colony which I left behind was continued and used by Professors Hart and Steenbock in making contributions to nutritional science which brought fame to them. Collectively our studies with the colony inaugurated a new era in scientific work at the University of Wisconsin.

In the new position there was essentially unlimited freedom in research and opportunity to meet distinguished specialists in public health and the supporting sciences. McCollum quickly resumed nutritional investigations

based largely on use of his transplanted rat colony. The new life was dominated by his driving desire to understand the chemical basis of nutrition and his goal to render a high level of public service in teaching and promoting the newer knowledge of nutrition. He knew that he was the first faculty appointment to the new school, but he could not know that his years of service there would extend beyond those of all the other original faculty members.

The pattern of his life for all of his years on the Hopkins faculty became singularly fixed in a routine that maximized efficiency. There was always some time allowed to be at home with his family. But virtually every working week included all day Saturday and frequently some time on Sundays when he worked in his office. For many years, to save time and to keep in good touch with the work of his department, he joined his staff daily at lunch, which was prepared and served in a room near his office. He read extensively and widely in the journals and other scientific literature both during the day and at home during the evenings. However, when he reached the age of fifty he gave up the reading of scientific literature at home. Thereafter he generally devoted evenings to non-science, largely the classics, poetry, history, geography, and biography.

Owing to the grossly oversimplified and erroneous concepts of foods and nutrition about 1920, it was assumed by medical men and public health specialists that the important advances would be made in other areas of science and medicine. Thus most of McCollum's colleagues at Johns Hopkins had little real interest in what he was doing. But gradually they began to find stimulation and promise in the work and in the expanding newer knowledge of nutrition. Among those impressed were Dr. Florence Sabin, Dr. and Mrs. Warren Lewis, Dr. Walter Jones, Dr. and Mrs. John J. Abel, and Dr. L. F. Barker. The latter asked McCollum to contribute two chapters. on nutrition to his comprehensive treatise on endocrinology.

MAKING KNOWN THE NEWER KNOWLEDGE OF NUTRITION

In the spring of 1918 McCollum accepted Dr. Milton J. Rosenau's invitation to give the three Cutter Lectures on Hygiene and Preventive Medicine at Harvard University. The lectures were received so favorably that Dr. Rosenau later referred to them as the high-water mark of all the Cutter Lectures. At his suggestion, that same year McCollum had the lectures published as a book, *The Newer Knowledge of Nutrition*. Within three years 14,000 copies were sold. This turned out to be his principal contribution in the area of educational writing. In 1922 the second edition appeared. The fifth and last edition

appeared in 1939. Nina Simmonds was co-author of the fourth edition. E. Orent-Keiles and Harry G. Day were the co-authors of the last edition.

This book was unique in that it focused attention on current findings in animal and human nutrition, and it presented many examples of malnutrition owing to inadequate diets. It was primarily addressed to students of nutrition, physicians, public health workers, and others concerned with health. Clearly, the different editions showed that there were many unsolved problems in nutrition and that the experimental approach that had been pioneered by McCollum held promise for further invaluable advances.

The beginnings of this country's participation in World War I had much to do with McCollum's involvement in making known the newer knowledge of nutrition. From the beginning of the war he participated as a member of Mr. Herbert Hoover's Advisory Committee on Nutrition. Several members were frankly doubtful that his laboratory findings and views should be taken seriously. The committee, including McCollum, first prepared a few small bulletins designed to aid housewives in conserving wheat, fat, and sugar through use of "food substitutes."

In 1918 Dr. McCollum was asked to speak at a meeting on the conservation of foods that was attended by Mr. Hoover. The response was so favorable that Mr. Hoover promptly arranged for him to give talks on the same subject in many of the major cities. The talks discussed the poor quality of the typical diet in the United States, and they showed how menus could be constructed with combinations of foods that tended to correct the deficiencies of each. This was generally a revelation to the audiences that heard him. The teachers and students of dietetics and home economics began at once to show interest and to adopt the newer knowledge. On this extensive tour McCollum used the term "protective foods" in lecturing. He had used it in his book *The Newer Knowledge of Nutrition*.

He emphasized the effects of several kinds of diets on growth, fertility, success in rearing young, and life span of experimental animals. There was emphasis on planning the diet around a foundation of about a quart of milk and two servings of leafy vegetables per day. The virtues were extolled of frequent inclusion in the menus of eggs and the glandular organs, such as liver. He emphasized the value of cereal germs in contrast to the starchy portions of the food grains.

It is difficult to assess the degree to which McCollum's pronouncements on the newer knowledge accounted for the changes in the consumption of different foods in the several

years that followed. Rapid changes occurred at about that time in food refrigeration, transportation, and marketing. However, his lecturing and writing must be reckoned a potent influence that keyed rapid and far-reaching changes in food patterns. For example, between 1919 and 1926 the national production of milk products increased by one third. "Milk Weeks" were endorsed by city officials, and boxing bouts were held for the benefit of milk funds as early as 1921. Some evidence shows that typically middle-class families in 1926--1927 spent about four times as much of their food money for milk, fruit, and vegetables as did middle-class families a century earlier. Surely, in the years of World War I and the decade that followed, McCollum contributed to these invaluable changes more than any other individual.

There were various other ways through which McCollum strongly influenced human dietary practices and animal feeding. In 1915 he was asked to write a series of articles for Hoard's Dairyman. The articles succinctly presented the newer knowledge concerning quality in foods and good and poor combinations. For almost twenty-five years, beginning in 1922, he regularly wrote articles on nutrition and foods for McCall's Magazine. Eventually these were prepared with the assistance of trained staff writers. A number of newspapers began to reprint excerpts from the articles. The great breadth of his public visibility created by this service, and the professional eminence he was attaining in science--he was elected to the National Academy of Sciences in 1920--led to other exposures of his views on the nature and importance of foods and nutrition in health. This included special articles based on interviews with McCollum that appeared in such publications as The New York Times and The Saturday Evening Post. Another avenue of major influence was through summer courses in nutrition that he gave for several years at universities in California, Colorado, Missouri, Ohio, and Utah. Home economists, medical and dental societies, and various other professional groups invited him to address their meetings. His personal acceptability was high, and his speaking was persuasive.

Another avenue through which McCollum moved many people to better understanding was the little book Food, Nutrition, and Health, which he wrote and published privately, in the first editions (1925--1933) with Nina Simmonds and in the following editions with Ernestine Becker. The latter was associated with him in research and teaching throughout nearly all his years at The Johns Hopkins University. She became his wife in 1945.

THE DISCOVERY OF VITAMIN D

The extraordinary variety of experimental diets systematically employed by McCollum in studying the nutritional inadequacies of plants led him to the chance observation in 1918 that young rats develop a ricketic condition when restricted to diets composed principally of cereal grains and providing disproportionate calcium-to-phosphorus ratios. The harmful effect of unfavorable ratios of calcium to phosphorus in the diet was largely alleviated by the provision of small amounts of cod liver oil.

Fortunately, the right combination of motivated specialists was at hand at Johns Hopkins to help exploit these basic observations for the good of humanity. They were Dr. John Howland and two members of his staff in pediatrics, Dr. Edwards A. Park and Dr. Paul G. Shipley. Participating with McCollum were Nina Simmonds, Ernestine Becker, and H. T. Parsons.

At the first meeting of Howland and McCollum, in 1918, it was decided by the two that the latter had most probably discovered the correct approach to the elucidation of the origin and treatment of rickets. Before they separated that day, they agreed to undertake a cooperative study of the abnormalities of bone growth produced by designed dietary defects.

During the following three years the McCollum group tested the effects of more than three hundred experimental rations. The Howland group made histological studies of bone sections taken from five or six rats of each experimental group. They laboriously sifted through a huge mass of data. It was soon recognized that the source and the amount of fat, regardless of whether it contained vitamin A and the ratios between calcium and phosphorus, were the major factors in the growth and soundness of bones. Because only a small amount of cod liver oil was as effective as a much greater amount of butterfat in the improvement of faulty bone structures, they assumed that the difference was due to variation in the content of a specific nutrient required by the rats. Of course, they knew that cod liver oil had been employed therapeutically for a long time, but the basis for its somewhat-questioned usefulness was entirely a mystery.

To determine whether or not the nutrient might be vitamin A, which could be readily destroyed by oxidation, in 1922 the McCollum group passed air through heated cod liver oil and butterfat. Although the treated materials had lost all vitamin A potency, each retained its antiricketic activity. Thus they concluded that the antiricketic substance was distinct from vitamin A, and that the experiments showed "the existence of a fourth vitamin whose specific property is to regulate the metabolism of bones."

Among the many diets the McCollum workers had studied, the one designated 3143 caused acute and severe rickets in weanling rats. With major contributions from Park, as well as from McCollum, the Johns Hopkins group developed an assay method for vitamin D that was based on the use of this diet. The assay end-point became known as the "line test." The administration of test substances containing vitamin D resulted in the prompt formation of a line of calcification that could be clearly delineated upon examination of a section of the isolated bone. With subsequent refinement and suitable application, this biological test became one of the most dependable and widely used methods for the analysis of foods and other materials for vitamin D activity and the extension of knowledge concerning vitamin D.

With this test the McCollum group showed in 1921 that sunshine protects against rickets. In so doing they partially explained the basis for K. Huldschinsky's finding in 1919 that ultraviolet light exerts a curative effect on rickets. Other investigators in other laboratories gradually elucidated the relationships among ultraviolet light, precursors of vitamin D, and rickets.

Credit for the myriad developments involving vitamin D is owed to a host of investigators, but much of the groundwork was done by McCollum and his associates.

INVESTIGATIONS ON OTHER NUTRIENTS

In other studies concerning lipids and fat-soluble vitamins many of McCollum's students and other associates were involved. Among these, some recognition needs to be given to the exciting work with his student Cosmo Mackenzie on vitamin E and muscular dystrophy. They showed that the muscular dystrophy occurring in rats and rabbits on vitamin E-free diets can be completely cured by the provision of alpha-tocopherol, the first chemically defined substance with vitamin E activity. However, their hopes that muscular dystrophy occurring spontaneously in human beings might be successfully treated with this vitamin were soon dashed. It didn't work.

Various students and others worked on problems concerned with B vitamins and with several other nutritional subjects.

One of the stimulating results came from the work of H. J. Prebluda that, through the finding of a reagent with high specificity for the thiazole portion of thiamine, provided the essential basis for the development of a method for the quantitative determination of thiamine in biological materials.

McCollum's contributions to the understanding of inorganic elements in nutrition spanned almost his entire life as an experimental investigator. In

1909, in work with laying hens, he proved that the phosphorus requirement could be satisfied from orthophosphate in the feed. Twenty-two years later, with his student Elsa Orent, he discovered the spectacular effects of extreme magnesium deficiency in young rats. This was followed in the Johns Hopkins laboratory by a number of studies that led to a much better understanding of the essential role of magnesium in nutrition. About the same time, McCollum and Orent established the essentiality of manganese and showed that extreme deficiency results in loss of the "maternal instinct" in postparturient rats. At that time the newspapers referred to manganese as the nutrient necessary for "maternal instinct." Also, male rats suffered testicular degeneration that led to complete sterility.

This general area of research was significantly furthered by a long-term grant from the Rockefeller Foundation that became effective in 1936. With the contributions of several younger associates, studies were concentrated on the effects in the rat of dietary deficiencies and imbalances of many inorganic elements, including sodium, potassium, phosphorus, iron, zinc, magnesium, calcium and boron. Dr. Richard Follis joined the McCollum group in 1938. This resulted in the detailed histological study of many tissues from rats deficient in potassium, in phosphorus, in sodium, and in zinc.

THE PUBLIC GOOD: CONSULTING AND MEMBERSHIP ON PUBLIC COMMISSIONS AND BOARDS

No other nutritional scientist probably rendered greater service in influencing the dietary practices of the people and the thinking of scientific bodies and public officials in matters concerning human nutrition than did McCollum. Such influence began to be significant before he left the University of Wisconsin. It continued in many ways through his years on the faculty at The Johns Hopkins University and for all of his retirement years.

Probably his most cherished service was to the Merrill Palmer Institute of Detroit. He consulted with its director at its founding, in 1919, and he continued as a regular consultant through twelve years. Shortly after his eightieth birthday he was called back to the Institute to receive a citation for his "outstanding contribution to science and education in the area where the Institute's objectives are directed."

Through the years 1928--1937 McCollum was a consultant to the Bureau of Animal Industry of the United States Department of Agriculture at the Beltsville research center. From 1932 to 1949 he was a member of the U.S. Pharmacopeial Revision Board. In this role he made various contributions

concerning vitamins and other nutrients. From 1933 to 1937 he was a member of the National Advisory Health Council. In 1941 he chaired the Section on Research of the National Conference on Nutrition and Defense and the U.S. Advisory Committee of the Coordinator of Information on Food and Nutrition. Also, in that year he became a member of the Food and Nutrition Board of the National Research Council. In addition, he became a member of the Scientific Advisory Committee of the newly formed Nutrition Foundation, Inc., on which he continued to serve until 1953.

The great demands of World War II caused Dr. McCollum in 1942 to become a member of the subcommittee, Emergency Research Committee on Food and Nutrition of the National Research Council. The next year involved him as consultant to the U.S. Lend-Lease Administration. Also, in 1943 he was consultant to the Industrial Hygiene Section of the U.S. Army. These responsibilities were taken seriously by McCollum.

They occasioned many times the thoughtful preparation of comprehensive memoranda in which the essential facts and the pros and cons of different problems were weighed. He always did his homework in consulting and serving on commissions and boards.

At different times he was on the editorial boards of the Journal of Biological Chemistry, Journal of Nutrition, and Nutrition Reviews. He was the president of the American Society of Biological Chemists in 1927 and 1928 and of the American Institute of Nutrition in 1938.

The first of many international and national responsibilities on public commissions and councils started for McCollum in 1931 when he became a member of the first International Conference on Vitamin Standards. It met in London both in 1931 and in 1934. In 1931 he was also the United States delegate to the International Dairy Congress at Copenhagen. His international contributions were extended in 1935 when he became a member of the Permanent Commission on Nutrition of the League of Nations. During 1936--1937 he served on the Mixed Committee on Nutrition of the Health Section of the League. Also, in 1937 he was a member of the Technical Experts Commission of the League. One year later he was the chairman of the Nutrition Section of the Tenth Pan American Sanitary Conference, held in Bogota, Colombia. In 1939 he was the chairman of the Nutrition Section of the Pan American Bureau.

It may be added that until these international responsibilities were assumed, Dr. McCollum had never owned a wardrobe containing anything more dressy than an ordinary tuxedo. In preparation for the duties abroad he arranged for a haberdasher near the Johns Hopkins medical school to provide all that he might need. The commission was carried out with such thoroughness that he

could have served at a high level in the diplomatic service. In later years McCollum smilingly looked back on it as the big fashion splurge of his life. It represented, indeed, a giant step from the Kansas farm.

CONTRIBUTIONS TO THE FOOD INDUSTRY

Throughout his professional life McCollum's interests and time remained broadly focused on nutritional research and the promotion of sound nutritional practices. This naturally included some associations with various food industries. The closest was with the dairy industry. The degree to which his influence accounted for the extraordinary development of dairy products in nutrition cannot be assessed, but surely it was not exceeded by that of any other person.

The clearest beginning probably was in April 1918, when he suggested at a meeting of the Associated Dairy Associations in Chicago that consideration be given to what might be done to increase the consumption of dairy products in the interest of better health. This was in connection with his speaking tour of the country on behalf of the policies of the Hoover Food Administration. These words from that Chicago address made a profound impression on this key group: "I have been traveling almost continuously for the past two months, telling the people of this country to patronize the dairy industry. I have formed certain conclusions as the result of ten years of experimental study of nutrition, which it will be to your profit to hear and I want your support and assistance in my attempt to spread information concerning the paramount importance of dairy products in the nutrition of man."

Through regular contributions from various branches of the industry, the newly formed National Dairy Council began an extensive program of responsible education of health leaders and the public. This has continued over the years. McCollum maintained an active interest in the Council throughout his life. He never carried an official title, but staff members and others connected with the industry sought his advice.

For many years he maintained some professional connection with the Certified Milk Association.

In the 1930's and 1940's he had much to do with the planning, staffing, and supervising of the research work of the National Dairy Products Corporation. During this period the research laboratories were in Baltimore. His general practice was to stop at the laboratories early in the morning for an hour or two on the way to his office at the university. To increase his contacts with the laboratory, he also held a weekly dinner meeting at his home with the key

personnel. This enterprise became one of the world's great food industry laboratories. It was characteristic of McCollum that a considerable part of the income from this arrangement was invested in an insurance policy on his life, with The Johns Hopkins University as the beneficiary. As he wrote in a letter to the author in 1956, "The University has afforded me wonderful opportunities, and I wanted to return as much as possible of what was given me as salary."

THE BREAD ENRICHMENT DEBATE

Owing to the widely recognized nutritional deficiencies of white bread, which over the years McCollum demonstrated and publicized, it was inevitable that the developments in producing certain synthetic vitamins should lead to proposals for their use in programs for the fortification of bread and flour. Thus in 1941, with all the enthusiasm and urgency that warborne causes and new converts can command, the national campaign to enrich bread and flour with thiamine, niacin, and iron was powerfully launched. The addition of riboflavin and calcium was not stressed as vigorously. The principal source of authority for the action was the Food and Nutrition Board of the National Research Council. In the same year McCollum became a member of the Board. But contrary to the action of the other members, he was strongly critical of this apparent means of improving the national health, since in his judgment such nutrients alone failed to make up all the losses incurred in milling wheat. This led to an extended period of controversy which included a change in his status from Board member to panel member.¹ Following this change he was not invited to attend any other meetings of the Board.

In retrospect, the bases for his apprehension and objection were logical, but the relatively simple actions needed to assure the controlled addition of selected vitamins and iron to bread and flour were more inviting to the industry and many of the authorities in nutrition than was the implementation of McCollum's plan. His enrichment proposals included the addition of nonfat milk solids, brewer's yeast, and wheat and corn germs to flour and bread. Experimental evidence showed that such supplements improved most diets more than the adopted vitamin-iron enrichment plan. Also, tests of the consumer acceptability suggested that the McCollum plan could be made to work.

During the next quarter of a century that he lived McCollum continued to study and think about the supplementation of bread and related foods. He always felt that his plan was superior to the program that was adopted. Notably, continuing developments in nutrition supported his position that the

adopted program did nothing to meet the needs for better protein. His foresight and his unequivocal stand on scientific evidence as the basis for public policy remains a monument to his wisdom and determination.

NUTRITION AND DENTAL HEALTH

Early in his nutritional studies McCollum began to consider the possible relations of diet to dental caries and some other dental problems. About 1920, dental societies began to invite him to address their meetings. During approximately the next twenty years his involvement in this manner and as a consultant occupied a substantial proportion of his time and thought. His droll wit and the exceptional breadth of his knowledge and perceptive exploration of new developments made him widely appreciated. This is evidenced by his receiving the Newell Sill Jenkin Medal of the Connecticut Dental Society, the Callahan Medal of the Ohio Dental Society, and the designation of nonresident Fellow of the New York Academy of Dentistry and honorary member of the American Academy of Dental Medicine.

In his own laboratory, both at Madison and later at Baltimore, McCollum and his associates pioneered in producing and describing dental and skeletal defects in experimental animals given faulty diets. In 1925 they were the first to note that a large excess of fluoride in the diet is dramatically harmful to the incisors. Much attention was given to dietary calcium and phosphorus as possible factors in the occurrence of dental caries. Hypoplastic enamel was produced in young animals given certain faulty diets. In 1922 they were the first to describe the gross appearance of caries in experimental rats and to publish photographs of some of the lesions they observed. Their findings and interpretations greatly stimulated experimental developments and serious study of the etiology and prevention of dental caries.

One of the signal measures of the esteem in which Dr. McCollum was held is evidenced by his selection to moderate a major conference on "The Cause and Prevention of Dental Caries" sponsored by the Good Teeth Council for Children, Inc., held in early July 1938, at Chicago. Probably it was the most comprehensive conference of this kind ever held. Seemingly every serious hypothesis and every important collection of evidence up to that time were considered. Characteristically, in beginning the conference, he said: "I hope that we can melt down here the experimental work of recent years and come to an agreement, at least on some points, as to what is established. And in the case of subjects on which we are not in agreement, I hope we may be able to see where the trouble lies and determine what to do next in dental research."

By coincidence, almost at the very time this notable assemblage of scientists was groping for understanding and a basis for hope that caries might be prevented, Time magazine reported that on the basis of statistical studies of the U.S. Public Health Service, fluoride in the drinking water reduces the incidence of dental caries. If the conference had been held a few months later, this epochal discovery surely would have dominated much of the searching discussion.

From the beginning of recorded evidence that controlled fluoridation of drinking water is beneficial, McCollum was a believer in this means of promoting dental health. This was typical of his keen awareness of new developments and his wisdom in their assessment. In a letter to the writer ten months before his death he wrote, "Fluoridation has tremendous health importance, and has only merit, not as so many contributions of science to public health, substituting morbidity for mortality by prolonging life in decrepitude."

RETIREMENT

Dr. McCollum lived twenty-three years following his retirement from the faculty of The Johns Hopkins University. This long span surely was rich in his continuing contributions to nutritional science, particularly in the production of his outstanding book *A History of Nutrition*, his autobiography *From Kansas Farm Boy to Scientist*, and a large series of reflective articles, including some research papers and patents. Moreover, until the last few months of his life his wish was fulfilled, "that in my old age I want to keep my mind in a state of continual adventure."

Retirement included much general and special reading, a practice he had cultivated from youth. In an inventory of the personal library in his home at the time of his death there were more than 1400 volumes, all of which he had used. They covered virtually every area of man's higher concerns, including:

Agriculture 33
Art and anthropology 33
Biochemistry and biology 71
Biography 245
Cartoons and humor 13
Chemistry 91
Dictionaries and encyclopedias 53
Economics 19

Education 14
Fiction 33
Geography and travel 33
History 179
Literature and languages 201
Medicine 32
Nature 21
Nutrition 113
Philosophy 42
Physics 12
Poetry 46
Religion 16
Royal Society 29
Science, general 37
Miscellaneous 40

The inventory does not include the many hundreds of scientific books and periodicals he gave to the department of biochemistry at Hopkins' School of Hygiene and Public Health at the time of his retirement. They are in the McCollum Reading Room in that department. Also, he had contributed several hundred books to the Welch Medical Library at Hopkins. There is no complete record of the hundreds of volumes he gave to a host of friends, family members, and former students. Surely great books were his constant companions, and he delighted in knowing and understanding their content.

Even in retirement, Dr. McCollum's never-ceasing concern for man's welfare many generations ahead was manifested in several ways. He gave much thought and effort to the arousal of interest in finding ways to minimize the loss of essential mineral nutrients, especially potassium and phosphorus, in our sewage disposal systems. He personally wrote to many scores of his friends and others concerned with public policy. The letters asked for action and suggestions on what should be done. In commenting on his concern he stated, "It is my belief that scientific investigations on how best to prevent this gigantic waste of our natural resources should be given high priority, and that at whatever cost, plant nutrients now wasted should be recovered before disposal of sewage effluent in the interest of the future of mankind."

During the years at Yale, McCollum gave some time to the use of the Fischer ester method for the analysis of two of Osborne's proteins. His interest in proteins and amino acids never waned. Ten years before he retired, with Olaf S. Rask, he began to search for chemical methods for separating specific amino

acids from protein hydrolysates. In his retirement this became his exclusive laboratory interest. A special but modest laboratory was set up for him on the Homewood Campus of the university. Mrs. Agatha Ann Rider, who had worked with him at the School of Hygiene and Public Health, became his principal assistant. Six papers and three patents resulted from this effort. The last experimental contribution was a patent issued March 15, 1960 on the purification of glutamine. At this time Dr. McCollum was eighty-one years old. Since his first contribution was in 1903, his total span of scientific productivity was fifty-seven years.

There were many remembrances and glad periods of reunion with friends, students, and colleagues of earlier years. McCollum had an extraordinary gift for making devoted friends. Simply to visit with him was an elevating experience. Innumerable persons came to his office at "Homewood" or his spacious and comfortable home on Talbot Road simply to pay their respects, to enjoy his gracious hospitality, or to seek his counsel or assistance with a project. And there were a number of delightful periods when special recognitions were bestowed on him or worthy undertakings were established in his name.

In 1947, three years after McCollum's retirement, John Lee Pratt gave \$500,000 to The Johns Hopkins University to support a research program on the biological significance of trace inorganic elements. This led immediately to the establishment of the McCollum-Pratt Institute. After its successful beginning, Pratt made another gift that was two times the original. Mc-

Collum's participation in the Institute was somewhat limited, but he did propose the first director, Dr. William McElroy, and he took an active interest in several of its programs. Occasionally he gave lectures, and he attended many of the seminars. As he later wrote, "Association with the Institute has been a constant delight as well as of great educational value to me."

Seven years after his retirement, in 1951, the university honored him through a two-day symposium on "The Physiological Role of Certain Vitamins and Trace Elements." Fifteen distinguished scientists presented papers. This was followed by an impressive banquet. Many of his former students and associates returned to Hopkins for this appropriate tribute.

More than two hundred admirers of Dr. McCollum contributed several thousand dollars for an oil portrait. Most of the contributions were accompanied by warm tributes of affection and appreciation for his personal qualities and pioneering contributions. More than one hundred persons were present for the unveiling at the great Welch Medical Library in 1955.

Characteristically, he wrote to the author, "It was a great party, and made me somewhat emotional, but I am recovering."

In Dr. McCollum's reflections on the presentation of the portrait, his emotion-laden words portrayed more succinctly than he must have realized the depth of his feeling in being a pioneer in nutritional science. He stated:

" . that much of whatever credit has been given me for investigations which have contributed to better understanding of the relation of food to health, must be shared with those who worked with me, and with those who provided for us almost unparalleled opportunity in the form of housing, equipment, salaries, and all other financial resources. Very few have ever been so fortunate as I, in being able, over so long an uninterrupted period, to do what he wanted to do, and with so few interfering obligations."

In 1965, twenty-one years after his retirement, probably the greatest honor of all was paid to Dr. McCollum when the University of Kansas dedicated McCollum Hall in his honor and that of his late brother Burton. (The brother had distinguished himself and became wealthy through his inventions and business operations in the discovery of oil deposits.) The magnificent ten-story dormitory houses more than 1000 students. A portrait of Dr. McCollum and one of his brother hang side by side in the entrance foyer. In writing to the author concerning the dedication, he stated, "For me it was an occasion for deep emotion-having my name associated with my distinguished brother in the naming of so fine a monument to the two of us. Many fine words were said."

Such recognition of this loyal son of the University of Kansas was surely merited. One little-known fact is that over the years Dr. McCollum always contributed his honoraria for public lectures to a student loan fund at the University of Kansas. This amounted to more than \$40,000.

Also in 1965, three other sentimental events gave much satisfaction to Mr. and Mrs. McCollum. As he expressed it in a letter, "This has been a great year for us." It began with his attendance in Chicago as an honored guest at the fiftieth anniversary celebration of the founding of the National Dairy Council, organized at his suggestion in 1915.

Three months later he was escorted to Atlantic City to attend a dinner given by the American Society for Clinical Nutrition, where he was privileged to witness the bestowal of the first annual McCollum Award, which is administered by that Society. The Award is sponsored by the National Dairy Council.

One month later, again with Mrs. McCollum, he was in California as an honored speaker at the fiftieth anniversary of the appointment of his good friend, Agnes Fay Morgan, to the faculty of the University of California at Berkeley. This was his crowning year.

The next year, twenty-two years after McCollum's retirement, the glow of his sunset was still bright. His eighty-seventh birthday brought greeting cards, letters, and telegrams from friends and well-wishers from all over the world. He wrote, "I do not like to realize how many yesterdays and how few tomorrows there are, but scarcely anyone I know has been more fortunate in life than have I. . . I never felt better in my life." Three months later, with Mrs. McCollum, he was invited to be an honored guest at the one-hundredth anniversary of the founding of his beloved University of Kansas. Physical disability at the time prevented him from attending.

The next birthday, in 1967, and his last, was equally pleasant for him, and he wrote, "I have had an exceptionally pleasant life, and am thankful." He continued to read widely and, as he wrote, "to keep in touch with the best that has been thought and said." Five months after that eighty-eighth birthday, his health failed precipitously, and after three months his physical life ended.

Sixteen years before, in commenting on his life, Time magazine recognized the measure of McCollum's lasting contributions by stating: "He has done more than any other man to put vitamins back in the nation's bread and milk, to put fruit on American breakfast tables, fresh vegetables and salad greens in the daily diet." And as concluded by his long-time friend and distinguished colleague, Dr. Edwards Park, three years before McCollum's death: "McCollum's vision at the very start of his career of the necessity for an entirely new kind of attack and the revolutionary method to be employed in studies of nutrition was a scintillation of genius. It is no exaggeration to say that it started a new era in nutritional research."

He was a gifted scientist and effective humanitarian who, in his own words, had" . participated in a great drama of human endeavor which has demonstrated the new truth that the pro vision of a specific nutrient lacking in the diet of people in great numbers in many parts of the world will do more than argument, law, and sermons to create comfort, courage, optimism, and purpose."

And so Dr. McCollum is remembered.